

**B.B. GAIBNAZAROV**

**ASBOB VA ULARNI  
ELEMENTLARINI  
SINASH USULLARI**

**TOSHKENT**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA  
MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**B.B. GAIBNAZAROV**

# **ASBOB VA ULARNI ELEMENTLARINI SINASH USULLARI**

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi  
tomonidan 5310800-«Elektronika va asbobsozlik» yo‘nalishi  
talabalari uchun o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etilgan*

**TOSHKENT – 2015**

UO'K: 621.354.362.6/04

KBK 34.9

G-15

- G-15** B.B. Gaibnazarov. Asbob va ularni elementlarini sinash usullari. – T.: «Fan va texnologiya», 2015, 112 bet.

ISBN 978–9943–998–13–1

Ushbu o'quv qo'llanmada zamonaviy elektron vositalardagi sinash muammolar, mexanik ta'sirlar, biologik va kosmik omillar, sinash turlarining ishonchliligi ko'rib chiqilgan.

Shuningdek, zamonaviy ko'p mashinali, ko'p protsessorli majmualar, matritsali, konveyerli, assotsiativ va boshqa yuqori unumdorlikka ega bo'lgan tizimlarning yaratilishi va ishlash tamoyillari ko'rib chiqilgan.

Paketlarni kommutatsiyalovchi, lokal tarmoqlar hamda teleqayta ishlovchi tizimlar asosidagi hisoblash tarmoqlarini ko'rish tamoyillari yoritib berilgan. Ularni tatbiq qilish xususiyatlari va o'lchamlari to'g'risida misollar keltirilgan.

O'quv qo'llanma, «5310800 – Elektronika va asbobsozlik (asbobsozlik)» bakalavriatura ta'lim yo'nalishlari va 5A310802, 5A320502, 5A320313 mutaxassisligi talabalari hamda turdosh yo'nalishlar va mutaxassisliklar talabalari va ilmiy xodimlar uchun mo'ljallangan.

UO'K: 621.354.362.6/04

KBK 34.9

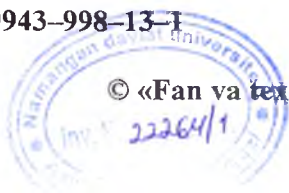
***Taqrizchilar:***

**B.Egamberdiyev** – t.f.d., professor;

**F.Tursunboyev** – t.f.d., professor.

ISBN 978–9943–998–13–1

© «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2015.



---

## KIRISH

Radioelektron vositalar ishlashi, radiotexnika, elektronika va hisoblash texnikasi tamoyillariga asoslangan bo'lib, istalgan radioelektron vositalarni loyihalash, konstruksiyalash va ishlab chiqarish elektro radioelementlar bazasida amalga oshiriladi. Odatda ixtiyoriy elektron qurilmalar uchun ularni ishlash faoliyatini sinash qurilmalari va usullari bir xil bo'lganligi sababli, sinash bo'yicha xizmat ko'rsatiladigan vositalar elektron vositalar (EV) deb nomlanadi.

Zamonaviy EV keng funksional imkoniyatlari va yuqori integratsiyalari daraja bilan xarakterlanadi. Ularning sifatliiligi mahsulot texnologik jarayonni aniq bo'lishligiga bog'liq bo'lib, sifat ko'rsatkichi doyimiy nazorat qilib borilishi bilan aniqlanadi. Sinashlarning roli juda e'tiborli bo'lib, ular natijalari asosida EVni ishlab chiqarish konstruksiyalash mukammallashtirish haqida qaror qabul qilinadi.

Odatda ishlab chiqariladigan mahsulot narxining 40%i sinashga sarf qilinadi, bu esa EVlarni sinash qanchalik muhim va samaradorli ekanligini ko'rsatadi.

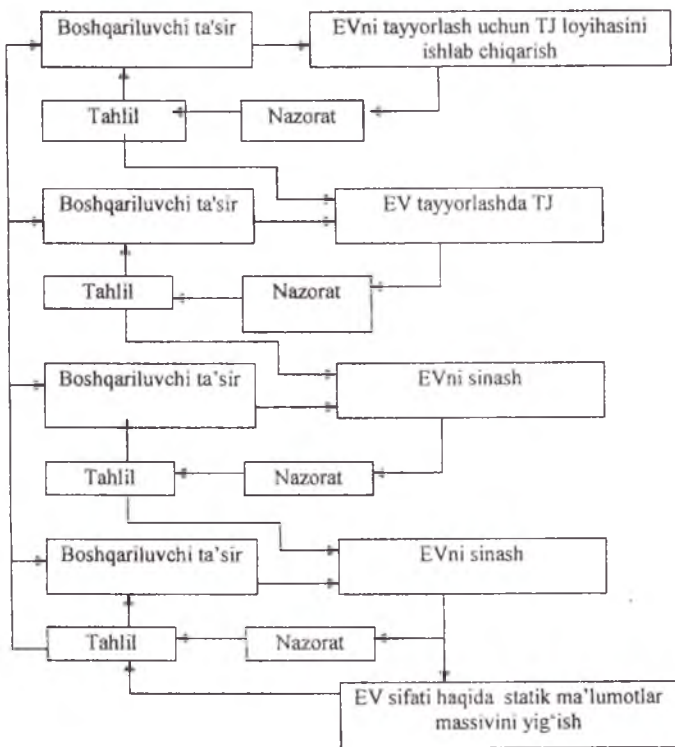
EV sifati – bu iste'molchi bergan talablarini qoniqtiruvchi mahsulot yaratish imkoniyati bilan aniqlanuvchi xususiyatlar tushuniladi. Odatda sifat xususiyati EVni ishlab chiqarish jarayonida qo'yiladi va EVni ekspluatatsiya qilish jarayonida baholanadi. Shu sababli mahsulotni mikro miniatyur holatiga keltirish, yoki integral sxema ko'rinishida tashkil etish maqsadga muvofiq bo'ladi. U ishdan chiqqan holda faqat almashtirish usuli qo'llaniladi.

1-rasmda umumiy holda mahsulot ishlab chiqarishda nazorat qilish va sinash operatsiyalarining o'rni va qiymati hamda, EVdan foydalanish va uni ishlab chiqarish jarayonning ketma-ketligi keltirilgan.

EVlarni yaratishning «hayotiy» bosqichida (loyihalash, konstruksiyalash, integral sxemalarni ishlab chiqarish, ta'mirlash va boshqalar) tahlil qilish va nazorat o'tkazish har bir muhim holatda

EVga qo‘yiladigan talab asosida uning parametrlarini nazorat qilish orqali amalga oshiriladi.

Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, ko‘pchilik EVlarni buzilishi tajriba namunasini o‘zlashtirish davrida kuzatiladi va yuzaga kelish mumkin bo‘lgan buzilishlar bartaraf etiladi. Natijada ko‘plab ishlab chiqarishda va ularni ishlatish jarayonida buzilishlar soni tezda kamayadi. Shuning uchun EVlarni nazorat qilish va sinashdan olinadigan axborotlar muhim ahamiyat kasb etadi.



1-rasm. Ishlab chiqarishda EVlarni ishlab chiqarish ketma-ketligi.

EVlarni yaratishda tayyor mahsulotni yoki yarim tayyor mahsulotni va ularni yaratish uchun kerakli texnologik jarayonlarni nazorat qilish kerak bo‘ladi. Yarim tayyor mahsulotlar ishlab

chiqarish jarayonida nuqsonli mahsulotlar yuzaga kelishiga asosi yo'naltirilgan texnologik jarayonlar majmuasi sabab bo'ladi.

Texnologik jarayonlar bajarilgandan keyin yoki bajarish vaqtida mahsulot ishlab chiqarish jarayoni nazorat qilib boriladi, bu esa yarim tayyor mahsulotni sifatli bo'lishini kafolatlaydi.

EVLarini sinashdan maqsad - EVlarni ishlab chiqish jarayonida nazorat qilib borib ularning asosiy xarakteristikalari sifatida mahsulotning sifat va son xarakteristikalarini turlicha ta'minotini tajribalar orqali aniqlashdir. Shuning uchun sinaladigan mahsulot va unga ko'rsatiladigan ta'sirlar modellashtirilgan bo'lishi kerak.

Loyihalashning turli bosqichlarida va mahsulot ishlab chiqarishda foydalaniladigan sinashning umumiy maqsadlariga quyidagilar kiradi: mahsulot yaratishda optimal konstruktiv-texnologik yechimni tanlash; sifatli mahsulot ishlab chiqarish; mahsulotga texnik xizmatlar ko'rsatishga qulay bo'lishligini ta'minlash; ishlab chiqarish jarayonida mahsulotni obyektiv baholay olish va mahsulot sifatiga xalqaro darajada kafolat berish.

EVLarni ishlab chiqarish jarayonida mahsulotni sinash natijalariga qarab, ularni sifatini pasaytiruvchi sabablarini aniqlash kerak. Agar bu sabablarni aniqlashning imkoni bo'lmasa, u holda tayyor mahsulotni nazorat qilish usul va vositalaridan foydalaniladi.

Ishlab chiqarilgan mahsulotni texnologik jarayonni so'nggi operatsiyalarida sifatini oshirish va yashiringan nuqsonlarni aniqlash uchun sinaladi. Bu sinashlar shunday tanlanadiki, ular yashirin nuqsonga ega mahsulot buzilishlarini aniqlay olsin va shu vaqtda ishlash jarayonida buzilishga olib kelmaydigan, nuqsonlari bo'lmagan mahsulot resurslarini tanlay olsin. Bunday oldindan sinash texnologik tayyorgarlik deyiladi.

Shuni takidlash kerakki, mahsulot tayyorlash va loyihalash jarayonlarining nazorati ta'sirchanligini oshirish, tayyor mahsulotni sinash rolining pasayishiga olib keladi. Yaxshi tuzilgan TJ ni avtomatlashtirilgan nazorat EVlarni ishlab chiqarishda tayyor mahsulotlarni sinash hajmini kamaytirish imkoniyatini beradi. EVlarni narxini optimallashtirish, mahsulot tayyorlashda TJni effektiv nazorat qilish va sinash hajmi orasida aqliy kompromiss topish muhim hisoblanadi.

---

---

## **I BOB. ELEKTRON VOSITALARGA TA'SIR QILUVCHI OMILLAR, SINASHDAGI MUAMMOLAR**

### **1.1. Ta'sir va ta'sir qiluvchi faktorlar klassifikatsiyasi**

Zamonaviy EVlar ISlar va yarim o'tkazgich qurilmalari bazasida yaratilgan bo'lib, fizik texnologik nuqtai nazardan yarim o'tkazgichli va o'tkazgichli, metalli va rezativ qavatli yoki plyonkali murakkab stukturaga egadir.

Kristal strukturalarini o'zgarishi, xarakteristikali usullarini yon atrofdagilari bilan modda almashinuvi va tashqi muhit bilan va turli materiallar orasida kimyoviy munosabatlar va diffuziya jarayonlari yuz beradi. Shuning uchun EVlarning detal konstruksiyalarida issiqlik almashinish jarayoni yuzaga keladi, magnit va elektr maydoni hosil bo'ladi, plastik deformatsiya va boshqalar yuzaga keladi.

EVlar konstruksiyasi detal va elementlari fizik strukturalarida yuz beradigan o'zgarishlar ularga bo'lgan ta'sirlarga bog'liqdir.

Sinflari; EVlardagi barcha ta'sirlarni ichki va tashqi ta'sirlarga bo'lish mumkin (2-rasm).

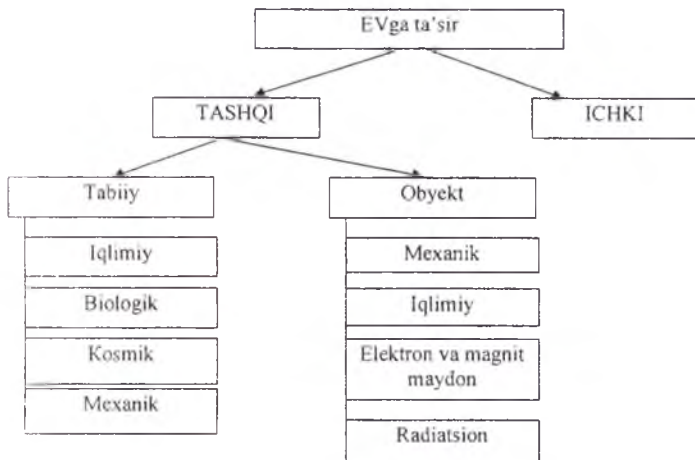
Tashqi ta'sirlar bu EVlarni ekspluatatsiya rejimi bilan bog'liq emas va ular mahsulotni saqlash, tashish, ishlatish shartlari bilan aniqlanadi. Tashqi ta'sir (2-rasm) tabiiy ta'sirlar va EV ma'lumotlari o'zida jamlangan ta'sir obyektlariga bo'linadi.

Tabiiy ta'sirlar obyekt joylashgan joyni o'rab turgan muhit holatlariga asoslangan iqlimiy, biologik, kosmik va mexanik ta'sirlar birligidir.

EVlarda o'rnatilgan obyekt ta'siri, uning ishlashi bilan bog'liqdir. Bunday ta'sirlarga iqlimiy, mexanik, radiatsion, elektr va magnit maydonlar kiradi.

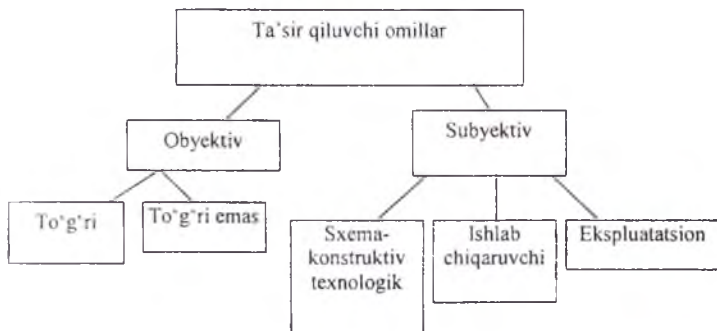
Ichki ta'sirlar EVlarning ish rejimi bilan aniqlanadi va yuklanish bilan xarakterlanadi, masalan: EVlarning ishlashi bilan bog'liq bo'lgan elektr va mexanik ta'sirlar.

Mahsulot ishlash qobiliyatiga ta'sir ko'rsatuvchi ichki va tashqi ta'sirlar to'plami EVlarni ishlatish shartlari hisoblanadi.



**2-rasm.** Ta'sir sinflari

Ta'sir etuvchi omillar sinflari qaytariladi. Har qanday ta'sir ko'rinishlari o'zining omillari to'plami bilan xarakterlanadi. Masalan, iqlimiy ta'sirlar uchun bu harorat, namlik, bosim, shamol tezligi va boshqalardir. Hamma ta'sir etuvchi omillar ularning yuz berishga qarab ikki guruhga bo'linadi: obyektiv va subyektiv (3-rasm).



**3-rasm.** Ta'sir etuvchi omillar klassifikatsiyasi



Obyektiv omillar EVlarni saqlash, tashish va ishlatishni amalga oshirishga ta'sir etuvchi shartlar ta'sirlarini xarakterlaydi.

Subyektiv omillar EVlarni loyihalash va ishlatish bosqichlaridagi insonlar faoliyatlarini xarakterlaydi.

Bu omillarning ta'siri natijasida mahsulotni loyihalashda, ishlab chiqarishda va ishlatishda hatolar yuzaga keladi. Bu esa nuqsonli mahsulot yaratilishga va obyektiv omillar ta'sirida EVlarni qisman yoki to'liq ish qobiliyatini yo'qotilishiga olib keladi.

EVlar ishlash qobiliyatlariga obyektiv va subyektiv omillarning ta'sir ko'rsatishi turlichadir. Obyektiv faktorlar ta'sir natijasi ularning soni qiymatlariga bog'liqdir. EVlarni ishdan chiqishiga olib keladigan mahsulot strukturasiidagi fizik-kimyoviy jarayonlar, obyektiv omillarning yuqori qiymatlarida yuzaga keladi. Subyektiv omillar borligidan ishlab chiqariladigan mahsulotning obyektiv omillarga ta'sir turg'unligi kamayadi, natijada mahsulotga oxirgi qo'yilgan taxminiy aniqlik darajasi kamayadi, o'z-o'zidan EVlarni sifat va ishonchliligi kamayadi. Subyektiv omillarning bunday yomon ta'siri loyihalovchi va tayyorlovchilarga nomalum bo'ladi. Ularni aniqlash uchun EVlarni yaratish davomida turlicha nazorat qilish va sinashlar amalga oshiriladi.

## **1.2. Iqlimiy ta'sir va omillar**

Iqlimiy ta'sir (IT) EVlarni ishlatish jarayonida tabiiy va sun'iy ta'sirlarga bo'linadi. Tabiiy IT havo sharoiti bilan aniqlanadi (harorat, namlik, shamol, atmosfera bosimi va boshqalar). Sun'iy IT EVlarni ishlashlari davomida va unga yaqin joylashgan obyektlar ta'sirida yuzaga keladi.

EVlarga texnik shartlar, tabiiy iqlimi ta'sirlarni sinash uslublari va dasturlarini yaratish, odatda iqlim deb ataladi va u yer yuzasining vaqt davomidagi iqlimi omillarini o'rtacha qiymati orqali aniqlanadi. Aniq maydonda iqlimni yuzaga kelishga radiatsion jarayonlar, atmosfera aylanishi, yer yuzasidagi issiqlik va namlik balansini aniqlovchi nominallashuvi sabab bo'ladi.

Radiatsion jarayon quyosh radiatsiyasidagi energiyalarning R radiatsion balansini taqsimlanishi bilan xarakterlanadi. Radiatsion balansning tarkibiy qismi bo'lib to'g'ri chiziq (Q) va quyosh

radiatsiyasi tarqalishi ( $q$ ), shuningdek, yerning sifatli nurlanish ( $E$ ) hisoblanadi. Yerning sifatli nurlanish, atmosferaning va yer yuzasidagi nurlanish oqimlarini qarama-qarshi yo'naltirilgandagi ayirmasidir. Qaytgan quyosh radiatsiyasi energiyasini tushgan energiyaga nisbatini  $\alpha$  soni bilan harfi bilan belgilab «al'bedo» deb yuritiladi va foyizlarda ifodalanadi.

U holda Radiatsion balans:  $R=(Q+q)(\alpha-1)E$  bilan aniqlanadi.

Bir sutka vaqt mobaynida quyosh radiatsiyasi holatlariga qarab uni EVlarga ta'siri kuzatiladi. Masalan: yerning quruq qismida, namlik qismida.

Atmosfera aylanishi – havo bilan to'ldirilgan massalar aralashmasi, shuningdek, ular tarkibining o'zgarishi, turli havo bilan to'ldirilgan massalar bo'lim sirtlarini namunalarining kuzatilishidir. Atmosferaning umumiy aylanishining asosiy sabablari yer sharining aylanish hamda quyoshning yer sirtini turlicha qizdirishidir.

Namlik aylanishi – bu suv bilan yuz beradigan (bug'lanish, kondensatsiya va boshqalar) fizik jarayonlar ketma-ketligidir.

**EVga ta'sir qiluvchi mavjud iqlimiy omillar.** Zamonaviy EVlarning ishlashiga absolyut yillik maksimum va minimum haroratlar hisobiga ishlatishining haroratli rejimi sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Haroratli omillar ta'sirida elementlarda murakkab fizik-kimyoviy jarayonlar yuzaga keladi va ular EVlar buzilishiga va holatlarini o'zgarishiga olib keladi. Shuning uchun EVlarni konstruksiyalarini yaratishdan oldin ularni yaratuvchiga faqatgina EVning ishonchli ishlarini kafolatlovchi ta'sir etuvchi iqlimiy omillardan tashqari bu omillarning ta'sirida elementlar xarakteristikalash o'zgarishi haqidagi to'liq ma'lumotga ham e'tibor berish kerak. Atrof muhitdagi haroratning tez o'zgarishi EVda aniq xavf tug'diradi, ya'ni mahsulot konstruksiyasida turli chiziqli kengayuvchi harorat koeffitsientiga ega materiallar qismlarini birlashishi hisobiga EV uchun tashqi muhitning haroratini tezkor o'zgarishi katta xavf tug'diradi.  $\Delta T$  haroratining materiallar birlashgan joylarida turlicha bo'lishi natijasida mexanik kuchlanish yuzaga keladi.

$$\gamma=E(\alpha_1-\alpha_2)\Delta T \quad (1)$$

Bu yerda, E – egilish moduli,

$\alpha_1$  va  $\alpha_2$  – mahsulot konstruksiyasidagi turli materiallarning birlashgan qismlarining chiziqli kengayishining haroratli koeffitsiyentlari.

Mexanik kuchlanish EVlarini haroratli o'zgarishlariga turg'unligini aniqlaydi. Uning qiymatini ruxsat etilgan qiymatdan olib ketishi EV konstruksiyasini buzilishga olib keladi.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, EVlar uchun ayniqsa, atrof-muhitning namligini oshishi juda xavflidir. Buning sababi ko'pgina EVlarda foydalanilgan materiallarga suv bug'lari juda agressiv ta'sir ko'rsatishi, bu esa ularni elektrofizik xususiyatlarini va mexanik xarakteristikalarini o'zgarishiga olib kelishidir. EVlar elementlarini yuqori namlik ta'siridan himoya qilish uchun, qoidaga ko'ra, ularni organik polimer materiallardan foydalanib germetizatsiya qilinadi. Lak, emal bilan qoplash, plasmassada presslash, tayyor plasmass korpusda germitizatsiya qilish va boshqalar orqali amalga oshiriladi. Biroq hech qaysi germetizatsiya usullari ideal namlikdan himoyalashni ta'minlay olmaydi.

### 1.3. Biologik ta'sirlar

EVlardagi yuzaga keladigan biologik ta'sirlar (BT), ular ta'sir etuvchi biologik omillar to'plami orqali aniqlanadi.

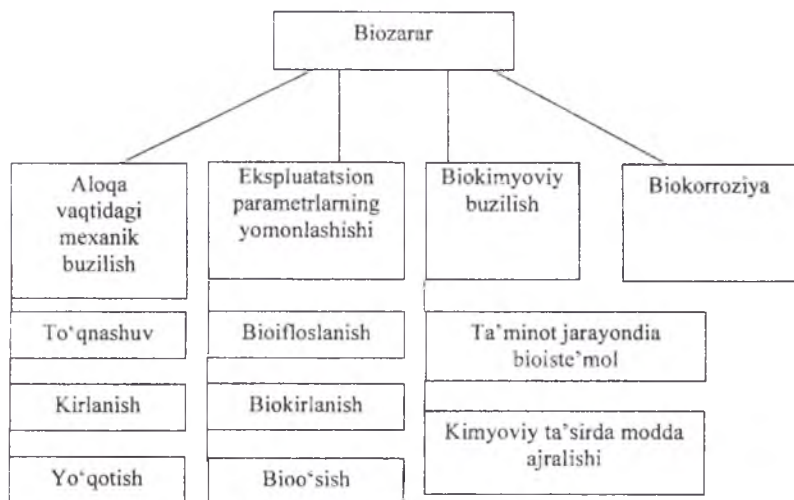
BT – ishga yaroqli obyektlarning buzilishini yuzaga keltiruvchi organizmlardir. Bioomil ta'sirida EVning chiqishida qaysidir parametrining me'yori texnik xujjatlarida ko'rsatilgan chegaradan chiqib ketishi biologik zararlantirish deyiladi.

**Biozarar turlari. Biozararlarni tahlil qilish.** Ularni to'rtta turga ajratish imkonini beradi:

- 1) Organizmlarni EV bilan aloqasidagi mexanik buzilishlar
- 2) Ishlatuvchi (Ekspluatatsion) parametrlarning yomonlashishi
- 3) Biokimyoviy buzilishlar
- 4) Biokorroziya

EVlarning mexanik buzilishlari mikroorganizmlar oqibatida yuzaga keladi, ya'ni mahsulot gabarit o'lchamidagi organizmlar ta'sirida. To'qnashuv ta'siridagi makrobuzilishlar mahsulot urilishi, yemirilishi va yo'q bo'lishi natijasida yuzaga keladi, masalan:

qushlarning samolyot va radiolaktsion antennalar bilan to‘qnashib ketishi, materiallarni yemiruvchilar va hashoratlar tomonidan yemirilishi.



**4-rasm.** Biozarrar sinflari.

Mahsulotlarni yo‘q bo‘lishi asosan organizmlarni ovqatlanishi jarayonida yuz beradi.

EVlarning eksploatatsion parametrlarini yomonlashishi bioifloslanish va bioo‘shish ta‘sirida yuzaga keladi. Bioifloslanish deb organizmlarning va mahsulotlarning hayotiy faoliyatining ajralishiga aytilib, ularning suvda chayilishi yoki havodan namlikni so‘rilib olishi natijasi mahsulotlarning parametrini o‘zgarishiga olib keladi. EVda biokiralanish qo‘ziqorin va bakteriyalar, o‘simliklar oilasi, qush organizmlari qoldiqlari va ularni parchalanishi bilan bog‘liqdir. Bakteriyalar, qo‘ziqorinlar suv malyuskalari va boshqa organizmlar EVlarda metall korroziyasini keltirib chiqaradi.

Biokimyoviy buzilish – biozarrarlanishning juda ko‘p tarqalgan ko‘rinishi bo‘lib, o‘rganish juda qiyin hisoblanadi, chunki bunday buzilish mikroskopik o‘lchamga ega bo‘lgan, oddiy ko‘z bilan ko‘rib bo‘lmaydigan mikroorganizmlarni keltirib chiqaradi. Bu

ko‘rinishdagi buzilishlar ikki qismga bo‘linadi va materiallarni mikroorganizmlarni oziqlanishi jarayonidagi biologik qo‘llanilishi va kimyoviy ta’sirlar yuzaga kelishi. Bioqo‘llanish dastlabki materiallarni, ba’zan faqatgina bitta komponentning fermenti orqali oldindan kimyoviy buzilishi bilan bog‘liqdir. Bunday buzilish fizik-kimyoviy korroziyaga yo‘l ochib beradi, materialning termodinamik xususiyatlarini yomonlashuviga va ishlatish yuklanishi ta’sirida uning mexanik buzilishiga olib keladi. Termodinamik materiallar tuzilishi va mahsulotlardagi kimyoviy jarayonlarida muhitning agressivligini oshiradi va korroziya jarayonini normallashtiradi. Material-organizm chegarasidagi fizik-kimyoviy korroziya, amino va organik kislotalar ta’siriga, shu bilan birga mahsulotlarning gidroliziga asoslangan. Bunday ko‘rinishdagi biokorroziya deb ataladigan biobuzilishlar asosida mikroorganizmlar ta’siridagi metallarning elektrokimyoviy korroziya jarayonlari yotadi.

Jarayonni xarakteri, mexanizmi va ularning material va mahsulotlarga ta’siri tashqi manbalardan energiya bilan doimiy to‘ldirib turish kerak bo‘lgan organizmlarning ko‘payishi va o‘sishi bilan chambarchas bog‘liqdir.

EVlarda ko‘pgina buzilishlarning 50-80% mikroorganizmlarning ta’sirida yuzaga keladi. Ularning rivojlanishi esa tashqi quyidagi faktorlar bilan aniqlanadi: fizik, (namlik, muhit harorati, bosim, radiatsia) biologik, kimyoviy (muhit tarkibi va reaksiyasi), harorat va namlik mikroorganizmlar aktivligiga katta ta’sir ko‘rsatadi.

Bakteriya – bir katakli tuzilishdan iborat bo‘lgan, ko‘p sonli, keng tarqalgan mikroorganizmlar guruhidir. Bakteriyalar juda tez ko‘payuvchan bo‘lib hisoblanadi va muhitning o‘zgaruvchan fizik, kimyoviy biologik sharoitlariga juda tez moslashadi. Mikroorganizmlarning yana bir asosiy xususiyati ularning kirishuvchanligidadir.

Bakteriyalarda sporalarning paydo bo‘lishi ularning ko‘payish jarayoniga bog‘liq bo‘lmay, ularni tashqi muhitning noqulay bo‘lgan sharoitlarida moslashishiga xizmat qiladi. Bitta katakda faqat bitta spora rivojlanadi. Bakteriyalarning ko‘payishi kataklarining bo‘linishi hisobiga amalga oshadi.

**Mog'or zamburug'lari** o'zining murakkab tuzilishi bilan boshqa bakteriyalardan farq qilib, mikroorganizmlar ichida muhim o'rinni egallaydi. Zamburug' xujayralari qattiq cho'zilgan shaklga ega bo'lib gif iplarga o'xshaydi, gif iplari bir-biri bilan birikib «mitseliya» yoki «gribnitsa»ni hosil qiladi. Zamburug'larning o'ziga xosligi bu ularning ko'payishining xilma xilligidir: spora, mitseliya, konidiya, bo'laklari yuqori namlik (85% dan yuqori)  $+20^{\circ} \div +30^{\circ}\text{C}$  harorat va o'zgarmas havo mog'or zamburug'larining rivojlanishi uchun optimal sharoit hisoblanadi. Sporalarning silliq sirt yuzasida adsobsiyalana olish qobiliyati materiallarni bakteriya va zamburug'lar bilan qoplanishida katta ahamiyatga ega. Mog'or ta'sirida plasmassaning qarish ehtimolligi o'sadi va ba'zi shisha plastiklarning chidamliligi 20-30% ga pasayadi. Mog'or zamburug'larning elektroizolyatsion materiallarida rivojlanishi ularning dielektrik xususiyatini kamaytiradi. Bosma platalar yuzasida mog'or paydo bo'lishining asosiy sababi 90% gacha bo'lgan yuqori namlikdir. Bu esa plataning tok o'tkazish qismlarida qisqa to'qnashuv yuzaga keladi. Elektron vositalar ishlab chiqarish sohasida taxminan 45% tayyor ISlarga 19 xil mog'or zamburug'lari mavjud. Ularning yuzaga kelish manbalari bo'lib ishchilarning qo'llari, texnologik muhit va xonalardagi havolar hisoblanadi.

Texnologik jarayonlari boshlanishda mahsulotlarga yuqori darajali issiqlik bilan ishlov berish, ishlab chiqarish honalaridagi havoni quruqlashtirish mahsulotlarda mog'or zamburug'lari yuzaga kelishini kamaytiradi.

Hashoratlar ichida eng katta zarar keltiradiganlari termitlar, ya'ni oq chumolilardir. Ular turli xil materiallarni zararlanishiga sabab bo'ladi. Turli xil teshiklar, materiallar buklangan joylari va boshqa hashorat yashirina oladigan joylar, hashoratlarni o'ziga jalb qiladi. Ayniqsa, puhli yuzalar ularni harakatlanishi uchun qulay hisoblanadi. Tarkibida selluloza mavjud bo'lgan (yog'och, karton, qog'oz) va yumshoq sintetik materiallar tez zararlanadi.

Kemiruvchilar asosan mexanik zarar keltiradilar. Buning natijasida turli xil simlardagi uzilishlar, nosozliklar va qisqa tutashuvlar vujudga keladi (kalamushlar, sichqonlar, ondatralar, quyonlar va boshqalar).

## 1.4. Kosmik ta'sirlar

Elektron vositalarini ishlatish jarayonida ularga kosmik ta'sirlar quyidagi faktorlar bilan ifodalanadi: elektromagnit va korpuskulyar nurlanish, chuqur vakuum holati, nurli issiqliq oqimi, vaznsizlik, meteorit zarrachalari, sayyora va yulduzlarining magnit va gravitatsion maydonlari. Bu faktorlarni o'rganish jarayonida ularni uchta muhitga bo'lib o'rganiladi: yulduzlararo, planetalararo, planeta va uning yo'ldoshlari, atmosfera muhitlari. Yulduzlararo muhit yulduzlararo gazdan va mayda qattiq chang zarralaridan tuzilgan bo'lib, ular gallaktikadagi yulduzlar orasidagi masofani yoki bo'shliqni to'ldirib turadi. Gaz chang bilan deyarli bir xil miqdorda aralashgan. Quyosh yaqinidagi yulduzlararo muhit quyosh sistemasidagi planetalar orasidagi bo'shliqni to'ldiruvchi planetalararo muhitga aylanadi.

Planetalararo muhit – quyosh atrofidagi kengayuvchi moddalarining, ya'ni 90% li ionlashgan vodorod atomi va 9% geliy atomidan iboratdir.

Yer atmosferasi muhiti bizda katta qiziqish uyg'otadi ayniqsa, uning tashqi qismi-ekzosfera. Yer atmosferasi parametrlarining balandlik bilan o'zgarishini 1-jadvalda ko'rish mumkin.

### Yer atmosferasi parametrlarining balandlik bilan o'zgarishi

1-jadval

| Balandlik, km  | Bosim, Pa          | Qattiqlik            | Harorat, K | Konsentratsiya, $\text{sm}^{-3}$ | Vakuu karakteristikasi |
|----------------|--------------------|----------------------|------------|----------------------------------|------------------------|
| Dengiz satxi   | $1.33 \cdot 10^5$  | $1.2 \cdot 10^{-3}$  | 293        | $2.7 \cdot 10^{19}$              | -----                  |
| $2 \cdot 10^2$ | $8.5 \cdot 10^5$   | $3 \cdot 10^{-13}$   | 1200       | $7 \cdot 10^9$                   | Chuqur                 |
| $3 \cdot 10^2$ | $1 \cdot 10^{-5}$  | $2.5 \cdot 10^{-14}$ | 1500       | $8 \cdot 10^8$                   |                        |
| $5 \cdot 10^2$ | $4 \cdot 10^{-7}$  | $3 \cdot 10^{-16}$   | 1600       | $2,5 \cdot 10^7$                 |                        |
| $1 \cdot 10^3$ | $4 \cdot 10^{-9}$  | $1.5 \cdot 10^{-18}$ | 1600       | $1,5 \cdot 10^5$                 |                        |
| $2 \cdot 10^3$ | $8 \cdot 10^{-10}$ | $2 \cdot 10^{-19}$   | 1800       | $2 \cdot 10^4$                   | Juda chuqur            |
| $3 \cdot 10^3$ | $5 \cdot 10^{-10}$ | $1 \cdot 10^{-19}$   | 2000       | $1 \cdot 10^4$                   |                        |
| $5 \cdot 10^3$ | $4 \cdot 10^{-10}$ | $4 \cdot 10^{-20}$   | 3000       | $4 \cdot 10^3$                   |                        |

|           |                |                |          |          |             |
|-----------|----------------|----------------|----------|----------|-------------|
| $10*10^3$ | $2.5*10^{-10}$ | $1*10^{-20}$   | 15000    | $1*10^7$ |             |
| $20*10^3$ | $1*10^{-10}$   | $2*10^{-21}$   | 50000    | $1*10^2$ | O'ta chuqur |
| $30*10^3$ | $2.5*10^{-11}$ | $6*10^{-22}$   | $1*10^5$ | 10       |             |
| $60*10^3$ | $1.5*10^{-11}$ | $2.5*10^{-22}$ | $2*10^5$ | $3^{-4}$ |             |

Harorat faqatgina gaz qismlarini kinetik energiyasini xarakterlaydi va kosmik obyektlarda o'rnatilgan EVlarning ochiq yuzasiga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir ko'rsatmaydi. Kosmosda Evlardan foydalanish sharoitlari, ularga korpuskulyar nurlanishlarning ta'siri bilan xarakterlanadi. Yuqori darajali energiyaga ega bo'lgan unsurlar to'plami, ko'pincha proton, shuningdek, (2-qismlar) geliy yadrolari va og'irroq unsurlar yadrolari yerga izotop holatida gallaktikaning uzoq qismlaridan yetib keladi. Bu dastlabki kosmik nurlar hisoblanib, havoning atom yadrolari bilan kirishib, yer atmosferasida ikkilamchi nurlanishini yaratadi, u esa deyarli barcha unsur qismlarini oladi.

Birlamchi kosmik nurlarida quyosh sistemasidan tashqarida keladigan gallaktik nurlar va quyosh harakati bilan bog'liq bo'lgan quyosh nurlari farqlanadi. Gallaktik nurlarning juda katta zarralari energiya (10 eV gacha) bilan xarakterlanadi, lekin zarra oqimlarining zichligi ( $1-2 \text{ sm}^{-2} \text{ E}^{-1}$ ) juda past bo'ladi.

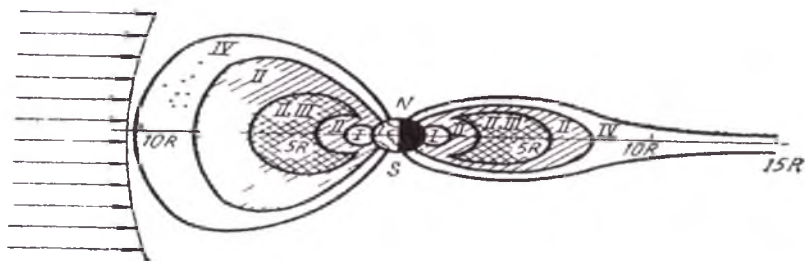
Xromosfer portlashlar natijasidagina quyosh kosmik nurlari quyoshdan ajraladi, bu vaqtda esa, quyosh (quyosh shamoli) plazmasi radial oqimlari esa planetalar orasida doimo mavjud bo'ladi. Quyosh kosmik nurlarining energiyasi quyosh shamoli energiyasidan ancha baland ( $< 10^{10} \text{ eV}$ ).

Yerning radiatsion bog'lamlari – bu kinetik energiyaning zararlanish qismlarini (elektronlar, protonlar,  $\alpha$ -bo'laklar va og'irroq kimyoviy elementlar yadrolari) yig'ilib, yerning magnit maydoni orqali ushlab turiladigan nisbatan turg'un ulkan sohasidir. Yerning radiatsion bog'lamlari murakkab strukturaga ega (5-rasm):

Ichki bog'lam yuqori energiyali protonlari bilan xarakterlanadi ( $20..800 \text{ MeV}$ ). Bu bog'lamda shuningdek,  $20 \text{ keV}..1 \text{ MeV}$  energiyali elektronlar ham mavjud. Tashqi radiatsion bog'lamda  $40.. \text{keV}$  energiyali elektronlar mavjud bo'lib, quyoshning yuqori harakati davrida, unda katta energiyali ( $1 \text{ MeV}$  va yuqori) elektronlar paydo



bo'ladi. Kam energiyali protonlar bog'lami 0.03..10 MeV atrofidagi energiyali protonlarni o'z ichiga oladi. Kvazi bosqich zonasi tashqi bog'lamdan keyin joylashgan. U murakkab fazoviy strukturaga ega bo'lib, uning asosiy zarralari 100 keV dan kam energiyali elektronlar va protonlardan iborat.



**5-rasm.** Yerning radiatsion bog'lamlari strukturasi  
(chiziq kunduzgi meridianga to'g'ri keladi)

*I-ichki bog'lam; II-kichik energiya protonlar bog'lamlari; III-tashqi bog'lam; IV-kvazi bosqich zonasi; N va S-yerning magnit qutblari; R- yerning radiusi.*

Ko'rib o'tilgan Yerning radiatsion bog'lamlari tabiiy bog'lamlar hisoblanadi. Ular bilan birga sun'iy radiatsion bog'lamlar ham mavjuddir, ular atmosferaning yuqori qatlamlarida yuzaga keladigan yadroli portlashlar natijasida yuzaga kelib, asosiy elektronlardan tashkil topadi.

Elektronlar yuzaga kelish manbasi yadrolarni parchalanishidan hosil bo'lgan  $\beta$  oskolkalar tarqalishidir. Portlash joyi xarakteridan va kuchlilikidan su'niy radiatsion bog'lamlar turlicha fazoviy joylashshiga, intensivlikka va davomiylikka ega bo'ladi.

Ionlanuvchi nurlanish (neytronlar, protonlar, elektronlar  $\gamma$ -nurlar va boshqalar) tuzilishini o'zgartirishi va o'rganilayotgan materiallar atomlari ionlanishiga bog'liq bo'lgan nosozliklarni keltirib chiqaradi.

**Meteor zarralar** butun yulduzlararo va sayyoralar aro muhitni qoplab olgan. Yerga nisbatan meteorlar tezligi 12km/s..72km/s, quyoshga nisbatan 30..40km/s dan oshmaydi. Meteorlarning kinetik

energiyasi ularning to'liq bog'lanishiga kerak bo'lgan energiyadan ko'ra ko'proqdir.

Meteor zarralarining oqimini zichligi ularning og'irligi ko'paygan sari yo'qolib boradi.

Mikrometeorlarning kichik o'lchamlari mikrometrning o'ndan bir qismini og'irligi  $10^{-13}$  g tashkil etadigan mikrometrlar uchun oqim zichligi taxminan  $10^{-2} \text{ m}^{-2} \text{ j}^{-1}$ , millimetrning 10-qismiga teng zarrachalar uchun zichlik oqimi 6-7 tartibga kamayadi. Shuning uchun ham kosmik apparatning katta meteorlar bilan to'qnashish gumoni juda kamdir.

**Kosmik muhitning termovakuum faktorlari.** Ionlash nurlanish bilan bir qatorda kosmik muhit faktorlariga quyidagilar kiradi-chuqur vakuum, issiqlik nurlanish oqimlari va vaznsizlik holatlari ham kiradi.

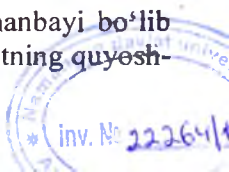
Bu faktorlar mahsulotlarga issiqlik almashuvi buzilishi va vakuumning spetsifik ta'siriga bog'liqdir. Ularni termovakuumli faktorlar deb ataladi. Chuqur vakuum zarralarning juda past konsentratsiyasi zichligi va bosimi bilan xarakterlanadi.

Kosmik muhitda 10.000 km balandlikda atmosfera bosimi  $10^{11}$  Pa ni tashkil qiladi. Ochiq kosmosning faktorlari qiymati EVlar ishlash sharoitlarini xarakterlaydi. Kosmik apparatning ustki qismida va uning bo'limlarida shuningdek, EVlarning germetizatsiyalanmagan bloklarida konstruksiyalar materiyalaridagi bug'lanish hisobga bosim ancha balantroqdir ( $10^{-7}$ - $10^{-2}$  Pa). Bunda kosmik apparatning germetizatsiya qilinmagan bo'limlarida joylashgan EVlar (birinchi navbatda ularning elementlari)  $10^{-7}$  Pa dan past bo'lmagan bosimda ishlaydi, ya'ni chuqur vakuum sharoitlarda.

Vakuumning issiqlik ta'siri energiya chiqaruvchi mahsulotlarda va konvektiv issiqlik almashinuvi va gazning issiqlik o'tkazuvchanligini keskin tushib ketishi hisobiga namoyon bo'ladi. Issiqlik o'tkazish faqat nurlanish almashinuvi va kontakt orqali amalga oshiriladi.

Chuqur vakuumda buyumlardagi issiqlik ajralishini yomonlashishi EVlarni qizib ketishiga va ularni ishdan chiqishiga olib keladi.

Kosmik fazoda nurli issiqlik oqimining asosiy manbayi bo'lib quyosh hisoblanadi. Yerning atrofidagi kosmik apparatning quyosh-



ga qaragan yuzasining har bir kvadrat metriga har bir sekunda quyoshning elektro magnit nurlanishi orqali 1400 J energiya tushadi.

Nurlanish spektrida energiya quyidagicha tarqaladi: 9% ultra binafsha nurlanishga to'g'ri keladi; 46.1% - ko'rinadagan nurlarga; 44.4% - infra qizil nurlanishga; qolganlari esa rentgen va korpuskulyar nurlanishga to'g'ri keladi. Moddaga fizik – kimyoviy ta'sir ko'rsata olish uchun, infraqizil va ko'rinadigan diapozonlarda alohida kvantlarning energiyasi juda kamdir. Infraqizil nurlar ochiq EVlar materiallari va elementlarining qizishini keltirib chiqaradigan issiqlik energiyasini o'tkazadilar.  $\gamma$  to'lqinining uzunligini qisqarishi natijasida kvantlar nurlanish energiyasi oradi va molekulyar bog'lanishlarning uzilishiga yetarli bo'lishi yoki moddalarda radiatsion defektlarning paydo bo'lishiga olib kelishi mumkin.

Ultrabinafsha nurlanishi natijasida optik materiallarning va termoregulyator qoplovchilarining, bo'yoqlarning, organik materiallarning xususiyatlari o'zgarishi mumkin. Lekin  $\gamma$  to'lqinining uzunligining qisqarishi bilan nurlanish intensivligi keskin pasayadi. Shuning uchun ultrabinafsha nurlari ko'p materiallarning atigi bir qancha mikrometr chuqurligigagina o'tadi va barcha zararlanishlar materialning tepa qismidagina yuzaga keladi.

Yer ham boshqa sayyoralar kabi kosmik obyektning yuzasiga uzun to'lqinli nurlanish yuboradi, yani bulutlardan qayitgan atmosfera va yer yuzasining quyoshli nurlanishi va hususiy issiqlik nurlanishi qo'shilishidan hosil bo'lgan issiqlik oqimini yuboradi.

Past orbitalarda issiqlik oqimining zichligi (quyuqligi) to'g'ri quyosh nurlanish oqimining 40% ga yeta olishi mumkin, lekin balandlik oshib borishi bilan zichlik kamayib boradi. Yulduzlardan kosmik obyektlardan keladigan issiqlik oqimlari juda kamdir.

Yulduzlararo fazo uchastkalarining nurlanish energiyasi harorati 2.7 – 4 K.ga mos keladi. Shunday haroratgacha kosmik apparatlarning yuzasi sovishi va buning natijasida ichki va tashqi manbalardan issiqlik oqimi mavjud bo'lmagani uchun uning tarkibidagi EVlarning ham harorati pasayadi.

Hech qanday manbaga ega bo'lmagan Kosmik apparatlardagi elektron vositani issiqlik balansini issiqlik nurlarini oqimlari o'z hissasini qo'shadi.

Vaznsizlik kosmik mustaqil orbital uchishida paydo bo'ladigan kosmik fazo faktori hisoblanib, inersiya kuchlari va gravitatsiya kuchlarining bir-biriga teng kelishi natijasida paydo bo'ladi. EVlarning ta'sir qilish bo'yicha vaznsizlikni faqat buyumning issiqlik rejimiga issiqlik o'tkazgichlarini gidrodinamikasini qaynash va xlodogentlar kondensatsiyasi orqali ta'sir ko'rsatuvchi faktor deb qarash to'g'ri bo'ladi. Shuning uchun ham vaznsizlikni faqat kosmik apparatlarning germetizatsiya qilingan bo'limlariga joylashtirilgan EVlar uchun hisobga olinadi.

Vaznsizlikning issiqlik ta'siri xuddi vakuumnikiga o'xshab o'zidan energiya chiqaradigan buyumlarida issiqlik ajralishining konvektiv tashkil etuvchisi yo'qligi bilan xarakterlanadi. Orbital uchishda majburiy gaz sirkulyatsiyasini sovutish uchun ishlatilishi vaznsizlik effektining ta'sirini to'liq yo'qotadi. Ammo agar gaz oqimi tezligi nolga teng bo'lgan zonalar bo'lsa, bu zonalarda EVlarga vaznsizlik juda kuchli bilinadi.

### **1.5. Elektron vositalarni sinashdagi muammolar**

EVlarni ishlab chiqarishda ulardan foydalanishning real sharoitlarida odatda ular modemashtiriladi va nazoratning maxsus bo'limlarida tajriba sinovlari o'tkaziladi. O'tkazilgan tajribalar va ishlab chiqarishdagi omillar ta'siri xarakteriga ko'ra EVlarni mexanik, iqlimiy, biologik va kosmik sinash turlari mavjuddir. Sinashlarning alohida asosiy guruhini ishonchlilikka sinash tashkil etadi va bunday sinash natijasida mahsulot sifati aniqlanadi.

Mahsulot sifatini aniqlovchi xususiyatlarni ikki sinfga bo'lish mumkin:

1) Qisqa vaqt ichida namoyon bo'luvchi (mahsulot tashqi ko'rinishi, ularning geometriyasi, massasi) hamda vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydigan buyum parametrlari bilan ifodalanuvchi xususiyat;

2) Ma'lum bir vaqt davomida mahsulotni to'liq yuklanish bilan ishlaganidan so'ng namoyon bo'luvchi xususiyat;

Ikkinchi xususiyatga EV yuzasini sirtining holati misol bo'ladi. Uni EV yuzasida tok oqishi, yoki yuklanishi natijasida baqat bo'yicha sezilarli o'zgarishi va yuzaning rekombinatsiya tezkorligiga bog'liq hosil qilingan  $r - n$  o'tish kuchlanishi va qaytgan tok kabi

parametrlar yordamida baholash mumkin. Ma'lum vaqt yuklama ostida ishlaganidan so'ng namoyon bo'ladigan nuqsonga ega mahsulotlar potensial ishonchlilikka ega emas deyiladi. EVlarni sinashdan maqsad potensial ishonchlilikka ega bo'lmagan mahsulotlarni aniqlashdir va nuqsoni ko'rinib turgan mahsulotlarni bir marta nazorat sinovidan o'tkazgandan so'ng yoki mahsulotni normativ texnik xujjatlarga solishtirib sifatsizga chiqarish mumkin.

Mahsulot ishonchliligi deganda o'rnatilgan holat va sharoitlarda uning o'z parametrlari xususiyatlarini o'z vazifasini bajarishda, texnik xizmat ko'rsatganda, saqlash va tashishda saqlay olishi tushuniladi. Ishonchlilik murakkab xususiyat sanalib, mahsulotni mo'ljallanishi va uni qo'llanishi sharoitiga ko'ra quyidagi xususiyatlar birikmalaridan tashkil topadi; buzilishgacha barqarorlik, abadiylik, ta'mirga yaroqlilik va saqlanishlik. Ishonchlilikning bunday ta'rifi ta'mirlanadigan va ta'mirlanmaydigan mahsulotlar uchun ham o'rinalidir. EVning bir qismi ta'mirlanadigan bo'ladi, ya'ni mahsulotni qayta-qayta konstruksiyalash va buzilgan elementlarini almashtirish mumkin hisoblanadi. Shu bilan birga ko'pgina EVlar, masalan, integral mikrosxemalar, ta'mirlanmaydigan bo'lib, ko'p hollarda ularning elementlarini materiallarini qisman utilizatsiya qilishning imkoni bo'lmaydi. EVlarni mikrominiatyurizatsiya qilish natijasida, faqatgina qisman emas, balki butun bir elektron qurilmalar ham integral holatda tayyorlanilmoqda va ular ta'mirlanmaydigan EVlar bo'lib hisoblanmaydi. Ko'pchilik IS mahsulotlari ta'mirlanmaydiganlar sinfiga tegishli bo'lib qolmoqda.

Ishonchlilik mahsulot xususiyati sifatida loyihlash va ishlab chiqarish jarayonida o'rnatiladi. Sinash vaqtida esa ishonchlilik ko'rsatkichlariga ko'ra ekspluatatsiya talablariga javob berishi baholanadi.

EVlarning real ekspluatatsiya qilish – shartlar bilan sinash shartlarining adekvatligi. EVlarni ekspluatatsiya qilishni tahlil qilish va izlanishlar olib birish shuni ko'rsatadiki, ekspluatatsiya sharoitida olingan ishonchlilikni hisoblash yoki tajribalar va ishlab chiqarish sharoitidagi sinash yo'li bilan olingan ishonchlilik ko'rsatkichlaridan sezilarli fariq qiladi. Bu farq uchta asosiy guruh sabablariga asoslanadi:

1) tajriba orqali sinashlarida modellashtiriladigan tashqi ta'sirlarning EVlarga bo'ladigan real tashqi ta'sirlar bilan mos kelmasligi;

2) tajriba sinashlarida va ekspluatatsiya qilishda turli buzulishli kriteriyalaridan foydalanish bilan bog'liq har xil buzilishni topish usullarini va mezonlarini qo'llash;

3) EVlarni sinash va ekspluatatsiya qilish ish rejimlarini har xilligi:

EVlarni real ekspluatatsiya qilish sharoiti bilan sinash sharoitining adekvatligi ya'ni mos tushishligi muammosini ko'rsatilgan farqliliklarni imkoniyat boricha kamaytirish yo'li bilan yechish mumkin. Bunda birinchi guruh sabablarini minimallashtirish alohida qiyinchilikni tashkil etadi. Bunga sabab modellashtirishdagi tashqi ta'sirlarning real ta'sirlar bilan mos tushishlik darajasi faqatgina bu boradagi ya'ni, EVning ishlatish borasidagi ko'p faktorli bilimlarning to'liqligi bilan emas, balki sinash qurilmalari va uskunalarning texnik imkoniyatlariga ham bog'liqdir. EVlarining murakkablashib borishi bilan sinash qurilmalariga bo'lgan talab ham kuchayadi. Biroq bu talabni qondirish faqat murakkab texnik muammo, balki iqtisodiy muammo hamdir. Misol uchun sinash va ishlash shartlarining yuqori keng chiziqli tasodifiy titrashni sinovchi qurilma sinusoidal titrashni sinovchi qurilmadan 100-1000 baravar qimmat turadi. Shuning uchun amaliyotda sinash qurilmalarini konstruksiyalashda kompromiss yechimga kelinadi, bunda bir tomondan, arzon qurilma yaratilsin, ikkinchi tomondan, sinash sharoitini, ishlatish sharoitiga adekvatligi ta'minlansin. Bunda sinashni soddalashtirish yoki bir yuklamani boshqasiga almashtirish maqsadga muvofiq kelmaydi.

Ko'pincha EVlarini ekspluatatsiya qilishning real shartlari bilan sinash shartlari adekvatligi muammosini buzilishini tezlashtirish uchun yuklamani oshirib, sinash davomida mahsulotning parametrlari o'zgarishining yuqori chegaralarini qo'llab yechishga harakat qilinadi. Biroq bunda quyidagi holatlarni hisobga olish kerak.

Har bir mahsulot ma'lum bir chidamlilik bilan xarakterlanadi, ya'ni tashqi ta'sirlarga qarashilik ko'rsatish hususiyati mavjud. Faraz qilamiz, mahsulot P chidamlilikka ega va unga G yuklanish ta'sir etmoqda. Agar  $P > G$  bo'lganda, mahsulot ishga yaroqli

hisoblanadi.  $P < G$  bo'lganda esa, buzilish sodir bo'ladi. Bir turdagi mahsulotlarning chidamliligi har doim ham bir xilda bo'lavermaydi. Materiallardagi turli defektlar va texnologiya chidamliligini kamaytiradi.

$$P - G = \xi > 0 \quad (2)$$

Tengsizlik berilganda, bu yerda,  $\xi$ -qanchalik kichik bo'lmasin buzilish sodir bo'lmaydi.

Mahsulotning buzilishsiz ishlash ehtimolligi  $P$  va  $G$  ning qiymatiga bog'liq bo'lib istalgan vaqtda aniqlangan taqsimlanishga egadir:

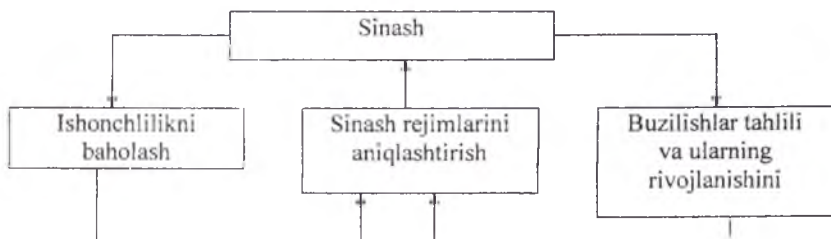
$$P = \int_0^{\infty} \varphi(\xi) \partial \xi \quad (3)$$

bu yerda,  $\varphi(\xi)$  -  $\xi$  - ni taqsimlash funksiyasi.

Shuning uchun ta'sir etuvchi yuklamaning chegaraviy qiymati bir hil turdagi mahsulotlar uchun bir xil qilib olinadi. Bu qiymat uchun shu to'plamdagi mahsulotlarning ichidan tanlangan eng kam chidamlilikka ega mahsulotning yuklanishi chegaraviy qiymatiga teng qilib olinadi. Mahsulotning chidamliligi vaqt o'tishi bilan uning eskirishi va ishdan chiqishi natijasida kamayadi va bu jarayonning sodir bo'lishi tezligi unga qo'yilgan yuklamaga bog'liq bo'ladi. Sinash davomida mahsulotga qo'yilgan yuklama qanchalik katta bo'lsa, unga bo'lgan ta'sir qo'llanilishni oshiradi, bu esa mahsulotning sinash davomida ishdan chiqishiga yoki ekspluatatsiya jarayonida, unda kechadigan fizik-kimyoviy jarayonlar natijasida tez eskirishiga va buzilib ketishiga olib keladi. EV ekspluatatsiya jarayonida tavsiya etilgan va zaxirali qilib tanlangan yuklama yo'l qo'yilgan chegaraviy yuklama deyiladi. Chidamlilik zaxirasi texnik shartlarga o'rnatilgan vaqt davomida chidamlilikni ta'minlaydi va mahsulotning ishonchlik ko'rsatkichlarga ko'ra tayyorlovchi tomonidan tanlanadi. Bu ko'rsatkichlar mahsulotga bo'lgan yuklama va tashqi muhitning birlikda yoki alohida ta'sirini xarakterlovchi o'zgaruvchilarga bog'liq bo'lgani sababli mahsulotlarga

bo'lgan chegaraviy ruxsat etilgan yuklama asosli tajriba yo'llari bilan o'rnatiladi.

EVlarga ularni ishlatish jarayonidagi chegaraviy ruxsat etilgan yuklamani aniqlashda, talab etilgan ishonchlilik bilan birga EV ni ma'lum obyektida qo'llash sifatini ham hisobga olish kerak bo'ladi, chunki mahsulotga yuklama bo'yicha juda katta zaxira yaratish, mahsulotni qo'llash sifatini kamaytiradi. Shu sababli ko'rsatilgan talablarni bajarishda, optimal chegaraviy ruxsat etilgan yuklamani tanlash muhim hisoblanadi. Yana qayta ishlab chiqariladigan mahsulotlar uchun chegaraviy ruxsat etilgan yuklama texnik shartlar asosida, oldin olingan natijalar va ishlatish bo'yicha o'tkazilgan tajriba natijalariga ko'ra, undan tashqari, shu maqsadda maxsus konstruksiyalashtirilgan mahsulotning butun va alohida elementlarining sinov modellari uchun o'rnatiladi. EVlarning ishlash jarayonidagi chegaraviy ruxsat etilgan yuklamasini tanlash ishlarini 6-rasmda keltirilgan sxemada ko'rish mumkin.



**6-rasm.** EVlarni sinash va ekspluatatsiya qilishda ruxsat etilgan chegaraviy yuklamani tanlash

EV ning berilgan ishonchlilik ko'rsatkichlarini kafolatlangan vaqt ichida ta'minlab turish, faqatgina to'g'ri tanlangan chegaraviy ruxsat etilgan yuklamaga bog'liq bo'lib qolmay balki, mahsulotning parametrlarining ruxsat etilgan chegaraviy o'zgartirishlarni to'g'ri tanlashga ham bog'liq, ya'ni 2-guruh sabablari mahsulotni ekspluatatsiya qilish shartlari, sinash shartlariga adekvat emasligi bilan bog'liq. Bu sinashning ekspluatatsiya shartlari bilan ketma-ket emasligini aniqlaydi. Mahsulot parametrlarining nazoratini sinov o'tkazilguniga qadar texnologik hujjatlar o'rnatilgan mahsulotni



ishlab chiqarishga mo'ljallangan me'yorlar asosida nazorat-o'lchash apparatlarining (NO'A) xatoliklarni e'tiborga olib amalga oshiriladi. Bu me'yorlar hususiy texnik shartlar normasida o'rnatilgan me'yorlarga nisbatan juda qattiq hisoblanadi. Ishlab chiqarish me'yoriy zahirasi, xususida texnik shartlariga o'rnatilgan me'yorlarga mos kelmaydigan mahsulotni ishlab chiqarmaslik uchun zarur hisoblanadi. Ishlab chiqarishda qo'llaniladigan NO'A xatoligi tayyor mahsulotni nazorat qiluvchi NO'A xatoligidan kam bo'lishi kerak. Aks holda yaroqsiz mahsulotlar yaroqli deb o'tkazib yuboriladi va qabul qilish sinovlarini o'tkazish kerak bo'ladi.

Sifat parametrlari me'yorlari faqat NO'Alari xatoligiga bog'liq emas. Ishlab chiqarishda doimo ishlab chiqarish texnologiyasi xususiyatlari bilan asoslangan parametrlar qiymatlarining texnologik tarqoqligi, ya'ni avvalo, dastlabki materiallar va texnologik qurilmaning xarakteristikalarini tarqoqligi kuzatiladi. Undan tashqari mahsulot parametrlari qiymatining vaqtga ko'ra o'zgarishi yuklama va tashqi muhit ta'siri oqibatida ro'y beruvchi fiziko-kimyoviy jarayonlarga ko'ra yuz beradi. Shuning uchun ko'rsatilgan ishonchlilik ko'rsatkichlarni ta'minlash uchun mahsulotni topshirganda ishlab chiqaruvchi iste'molchiga chegaraviy real qiymatlardan farqlanuvchi mahsulot parametrlarining o'rnatilgan shartli me'yorlash kriteriyalarini berishi kerak. Me'yoriy zaxira mahsulotga tashqi faktorlar ta'sir qilganda vaqt bo'yicha uning parametrlarining o'zgarish tezligiga bog'liq. Shunga ko'ra parametr o'zgarishining ruxsat etilgan chegaraviy qiymati qancha keng bo'lsa, parametr qiymatlarining berilgan vaqt ichida chegaradan chiqib ketish ehtimolligi shunchalik kam bo'ladi. Bu esa, mahsulotning buzilmay ishlash ehtimolligi yuqori bo'lishini ta'minlaydi. Biroq mahsulotga ruxsat etilgan chegaraviy yuklamani o'rnatishda ishonchlilik kabi parametrlarga juda katta zaxira tanlash maqsadga muvofiq hisoblanadi, chunki bu holda ishonchlilik ko'rsatkichi o'zgaraydi, lekin mahsulotning va obyektning texnik xarakteristikalari yomonlashadi.

Mahsulotning konstruktiv xususiyatlari va texnologik tarqoqligiga bog'liq holda o'rnatilgan parametrlari zaxirasi konstruktiv-texnologik zaxira deyiladi. Mahsulotning yaroqli yoki shartli

ravishda buzilganligini bildiruvchi parametrlari yaroqlilik kriteriysi parametrlari (YaKP) deyiladi.

EVLarning sinash va ekspluatatsiya qilish sharoiti bilan adekvat emasligini aniqlovchi 3-guruhning sababi sinash va ekspluatatsiya qilish jarayonida ishlari rejimlarning turlicha bo'lishligi bilan bog'liqdir. Ba'zi mahsulotlar ishlatilishi davomida uzoq vaqt ishlamaydigan holatda bo'ladi. Ana shu vaqt davomida 20% dan 60% gacha bo'lgan buzilishlar yuz berishi aniqlangan. IS tarkibi qismi hisoblaydigan MDM, MDP kabi fizik strukturalar uchun tasodifiy buzilishlarga barqarorlik, elektr yuklama yoqilganda ortadi. Boshqa tarafdin siklik rejimda ularni tez-tez o'chirib yoqishda EVlarning ko'pi buzilishlarga uchrashi mumkin. Bunga sabab EVlarning o'chirib-yoqilishiga asoslangan o'tish jarayonlarida, ularda ortiqcha tok va kuchlanish hosil bo'lib, ular texnik xujjatda ruxsat etilgandan ham ortib ketadi. Ba'zan siklik rejimda ishlatishga mo'jallangan EVlarni sinashini soddalashtirish maqsadida uzluksiz sinash o'tkaziladi. Biroq, amaliyot shuni ko'rsatadiki, o'chirib yoqishning katta chastotasida (o'chirib yoqish soatiga bir martadan ko'p) ishlovchi EVlarning ishonchliligini, o'rnatilgan vaqt davomida, masalan, sutkada 10 soat davomida uzluksiz ishlaydigan EVlar ishonchliligidan ko'p marotaba kam bo'ladi.

Ekspluatatsiya qilish va sinash jarayonlarida ishonchlilik ko'rsatkichlaridagi farqini kamaytirish uchun texnik va tashkiliy ishlar olib boriladi. Tashkiliy ishlar EVlarini ekspluatatsiya qilish va sinash vaqtida buzilishlar haqida ma'lumotlar yig'ishning yagona protsedurasini o'rnatish va u haqida to'liq axborat yig'ish, ekspluatatsiya qilish va sinashda buzilishlarning korrelatsion kriteriyalaridan foydalanish hamda buzilishlar orasidagi fiksirlanish bir xil oraliq vaqtni o'rnatishni o'z ichiga oladi. Texnik ishlar ishonchlilikka sinash usul va dasturlarini mukammallashtirishni amalga oshirish, sinash uchun mavjud qurilmalarni takomillashtirish yangi qurilmalarni ishlab chiqarish bilan bog'liq.

Sinashlarning murakkabligini kamaytirish muammosi eng avvalo, mahsulotning yuqori ishonchlilik ko'rsatkichlarini tajribaviy tasdiqlash bilan bog'liq. Aslida zamonaviy mahsulotlar uchun  $\lambda \approx 10^{-7}$  1/soat qiymatni aniqlash va tasdiqlash uchun 10 yil davomida 1000 ta mahsulotlarni sinashi kerak bo'ladi. Bu sinovlarni o'tkazishning

faqatgina murakkabligi emas balki, narxi ham ancha baland bo'lganligi va EV ishonchliligi haqidagi axborot cho'zilib ketgan sinash davri tufayli o'z qadrini yo'qotadi. Hozirda bundan muammolarni hal qilish uch yo'nalishda echilmoqda:

1) EVlar ishonchliligini taxminlashni matematik, fizik, fizikostatik usullarini rivojlantirish;

2) Mikroprotsessor texnikasidan va hisoblash texnikasi vositalaridan keng foydalanib EV sinashlarini avtomatlashtirish;

3) Buzulmaydigan nazorat usullarini rivojlantirish.

Birinchi yo'nalishda real strukturalarda kechadigan fizik-kimyoviy jarayonlarni o'ganishiga asoslangan ishonchlilikni taxmin qilishning fizik – statik usublari intensiv rivojlantiriladi. Bu holda EVlarni sinash uslubi mahsulot parametrlari degradatsiyasidan kelib chiqib, unda kechadigan fizik–kimyoviy jarayonlarni tezlanishiga olib keladi, buning natijasida buzilishgacha bo'lgan vaqt oralig'i kamayadi. Sinash yuqori yuklamada EVning tezlashtirilgan ish rejimida o'tkaziladi va tezlashtirilgan sinash deyiladi.

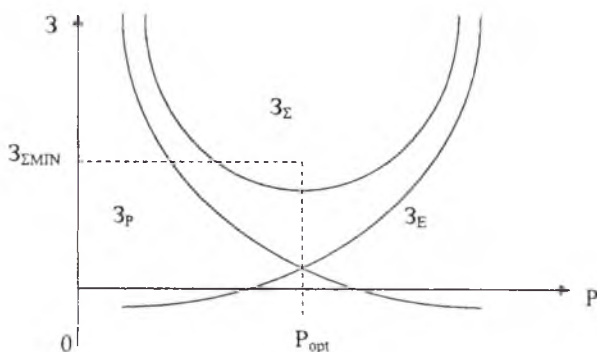
Ikkinchi yo'nalish EVlarni sinashlarni narxini kamaytirishni ta'minlaydi va shu bilan birga bir vaqtda natijalarining to'g'riligini oshiradi va sinashlarni avtomatlashtirish uchun hisoblash texnikasini keng qo'llash bilan bog'liqdir. Bu esa ko'p seriyali yoki ommaviy ishlab chiqarishda sinovlar o'tkazishni avtomatlashtirish natijasida ko'proq samara beradi.

Uchinchi yo'nalish EVlarni ishonchlilik va sifatini baholash aniqligini oshirish imkoniyatini beradi va buzmaydigan nazorat usulini rivojlantirishini ko'zda tutadi. Bu usullarning diagnostik xarakteri ularni texnik jihatdan amalga oshirishda, bir tomondan, ishonchlilikni baholashda statik usullaridan voz kechish imkonini bersa, boshqa tarafdin, materiallarni yarimtayyor mahsulotlarni va tayyor mahsulotlarni sifatini va ishonchliligini yuqori aniqlikda va tezkorlikda tanlab yoki birato'la baholashni amalga oshiradi. Buzmaydigan nazorat usublari kelajagi porloq usulbar hisoblanib ishlab chiqarilayotgan EVlar uchun texnologik jarayonlarni va sifatni boshqaruvchi avtomatlashtirilgan tizimlarni yaratishda ishonchlilikni oldindan aytib berish uchun asos bo'lishi mumkin.

Agar mahsulot tayyorlashda nazorat kuchaytirilib, juda yuqori aniqlikga erishilsa, uning tannarxi oshib ketadi. Ekstremal holat-

larning yana biri – nazorat o'tkazilmasdan ishlab chiqarishda mahsulot 100% yaroqsiz bo'lishidir. Bu ikki chekka holatlar orasida optimal variant bor bo'lib, uning natijasida ishlab chiqarishda yuqori iqtisodiy samaradorlikka erishiladi. EVning sifatini ta'minlashga ketadigan sarf-xarajatlarni ularning buzilishga barqarorligi ehtimoligiga bog'zliqligi 7-rasmda keltirilgan.

Rasmdan ko'rinib turibdiki, ishonchlilikni optimal qiymatli ko'rsatkichlari EVlarni ishlab chiqarish va ekspluatatsiya qilishga ketadigan xarajatlarning minimal miqdoriga mos keluvchi iqtisodiy va foydali ko'rsatkichlar hisoblanadi.



7-rasm. EVlarni buzilmay ishlash ehtimoligiga bog'liq sifatni ta'minlash

$3_P$  – ishlab chiqarishdagi xarajat;

$3_E$  – ekspluatatsiya qilishdagi xarajat;

$3_Σ$  - xarajatlar summasi.

Ko'rinib turibdiki, ishonchlilik miqdoriy ko'rsatkichlarining optimali bu ko'proq iqtisodiy foydali ko'rsatkichlardir. Ular EV ekspluatatsiyasi va ishlab chiqarishdagi minimal xarajatlarga mos keladi. Biroq ishonchlilik muhim bo'lgan hollarda, iqtisodiy ta-savvurlar ikkinchi o'rinda turadi.

## I bobga doir savollar

1. EVlarni sinashdan maqsadi nima?
2. EVlarga ta'sir deganda nimani tushunasiz?
3. Yarim tayyor mahsulotlarda nuqsonlarning kelib chiqishi sabablarini ayting.
4. EVlarga ta'sir qiladigan qanday omillar mavjud?
5. Klimatik ta'sirlar nima? Klimat qanday hosil qilinadi?
6. Biologik ta'sirlar va ularning natijasi qanday bo'ladi? Biozarrar turlari. Biokimyoviy buzilishlar deganda nimani tushinasiz?
7. Kosmik fazodagi termovakuum omillari nima?
8. Yer atrofi fazosidagi kosmik nurlanish. Meteor zarrachalar.
9. Mahsulotni sifatini aniqlovchi xususiyatlar qanday sinflarga bo'linadi?
10. EVlarni ekspluatatsiya qilish shartlarini sinash shartlari bilan adekvatligini tushuntirib bering.

## II BOB. ELEKTRON VOSITALARINI SINASH NAZARIYASI ASOSLARI

### 2.1. Elektron vositalarini sinashda ishlatiladigan ba'zi bir ehtimollik nazariyasi tushunchalari

EVlarini sinash jaroyonida bazi bir tasodifiy holatlar yuzaga kelishi mumkin.

Tasodifiy holat deb aniqlangan shartlar majmuasida shu holat yuz berishi imkoniyatiga bog'liq bo'lgan yuz berishi mumkin bo'lgan yoki mumkin bo'lmagan holatga aytiladi. Har bir sinashga qo'yilgan, buzilgan namunaning buzilishgacha bo'lgan vaqti tasodif hisoblanadi. Avvalambor, bu mahsulotni ishlab chiqarishda bir hil texnologik tartib va foydalaniladigan materialning fizik-kimyoviy tuzilishini ushlab turish mumkin emasligida namoyon bo'ladi. Shuning uchun ishlatiladigan xom ashyo parametrlarining tebranishlar ehtimolligi, foydalaniladigan texnologik qurilmalarni ish rejimlari va ishlab chiqarishning boshqa faktorlari EVlarni buzilishsiz ishlash davomiyligicha ta'sir ko'rsatadi. Bu esa, har bir aniq namunaning buzilishigacha bo'lgan vaqt davomiyligida buzilish sodir bo'lishi yoki bo'lmasligi mumkinligining, ya'ni sinalayotgan mahsulotda buzilishlar yuzaga kelish vaqti turlicha, tasodifiy holatda bo'lisini anglatadi. Tasodifiy holatlarni o'rganish bilan ehtimollik nazariyasi (EN) shug'ullanadi. EVlarni sinashda qo'llanuvchi ENsi tushunchalarini ko'rib chiqamiz.

Bizga N turdagi namunadan tashkil topgan mahsulot partiyasi berilgan. Oldindan ma'lumki, unda D – defektga ega mahsulot mavjud mahsulot partiyasi ichidan deffekt namunalarini ajratib olish ehtimolligi.

$$Q=D/N \quad (2.1)$$

N – namunadan bitta deffektsiz namunani ajratib olish ehtimolligi

$$P = \frac{N-D}{N} = 1 - Q \quad (2.2)$$

bu yerda,  $Q$  va  $P$  qiymati  $D$  defektli mahsulot soni bilan aniqlanadi va shu partiya uchun umumiy xarakteristikalar deb nomlanadi.

Agar topshirilayotgan partiyada buzilgan, ya'ni defektli mahsulot bo'lmasa ( $D=0$ ) u holda defektsiz mahsulotni ajratib olish ehtimolligi  $p=1$  bo'ladi. Bunday holatni aniq to'g'ri holat deyiladi. Agar partiyada faqat defektli mahsulot bo'lsa  $N=D$ , u holda (2.2)ga asosan defektsiz mahsulotni ajratib olish ehtimolligi  $P=0$  bo'ladi. Bunday holat mumkin bo'lmagan holat deyiladi. Qolgan barcha defektsiz mahsulot ajratib olish ehtimolligi 0 va 1 orasida yotadi.

Faraz qilaylik, tasodifiy tanlash uslubi orqali topshirilayotgan partiya ichidan  $p$  hajmli tanlash amalga oshirilgan bo'lsin, tekshirishlar natijasida tanlangan  $n$  mahsulotlardan  $D$  mahsulotlar defektli bo'lib chiqdi.

$$q=d/n \quad (2.3)$$

Partiyadan tanlab olingan mahsulotlar ichida defektli mahsulotlar qismi formula bilan aniqlanib, tanlovdagi defektli mahsulotlarning statistik ehtimolligi deyiladi.

Tanlovdagi defektsiz mahsulotlarning statistik ehtimolligi

$$P=(n-d)/n=1-q \quad (2.4)$$

bilan aniqlanadi.

$P$  va  $q$  kattaliklar tanlovchi xarakteristikalar deyiladi. Ularning qiymatlari tasodifiy xarakterga egadir.

Tanlov davomida mahsulotlar sonining ortishi bilan  $P$  va  $q$  larning statik ehtimolligi o'zlarining tasodifiy xarakterlaridan yoqotadilar. Tanlov kichkina bo'lgan holdagi ta'sir ko'rsatuvchi tasodifiy holatlar, tanlov hajmining kattalashib borishi bilan birgalikda kamayadilar va  $P$  va  $q$  tanlov xarakterlari qiymati  $Q$  va  $P$  larning qiymatiga yaqinlashib boradi.

Tasodifiy holatlarni o'rganish statik ma'lumot va uning xarakteristikalarini bilan tanishishni taqazo etadi. Mahsulot partiyalarida qandaydir  $x_i$  parametrni aniq o'lchanadi deb faraz qilamiz, har bir mahsulot uchun  $x_i$  ning aniq qiymati tasodifiy hisoblanadi. O'lchashlar natijasida parametrlarning tasodifiy qiymatlar to'plamlari hosil qilinadi.

Agar bu qiymatlarni o'sish tartibida joylashtirsak,  $x_i$  tasodifiy miqdorni tartiblangan qatori hosil bo'ladi. Bunday qatorlarda qaytariluvchi ikki yoki undan ortiq  $x_i$  qiymatlar birlashtiriladi. Takrorlanuvchi qiymatlar soni  $m_i$  orqali belgilanadi va absolyut chastota yoki statik og'irlik deb ataladi va tasodifiy kattalik qiymatlari qatorlari – statik qatorlar deb ataladi.

Statik qator ikki xil muhim xarakteristikaga ega bo'lib, ular siqilgan (zichlangan) holda o'lchashlar natijasini tasvirlaydi. Ulardan biri kuzatilayotgan qiymatning o'rtacha holatini, ikkinchisi alohida qiymatlarning o'rtacha qiymatdan farqlanishini bildiradi. Qatordagi kuzatilayotgan qiymatlarning o'rtacha holati o'rta arifmetik va medianasi yordamida xarakterlanadi.

Oddiy statistik to'plamda har qanday tasodifiy kattalik faqat bir marta uchrashini hisobga olib, uning o'rta arifmetigi quyidagicha aniqlanadi.

$$\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.5)$$

Statik qatorlar uchun,  $x_i$  tasodifiy kattalikning har bir qiymatiga qandaydir  $m_i$  kattalik mos kelsa, uning o'rta arifmetigi.

$$\bar{x} = \frac{x_1 m_1 + x_2 m_2 + \dots + x_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (2.6)$$

Bunday hollarda  $\bar{x}_i$  o'rtacha arifmetik tasodifiy kattaliklarning o'rtacha muallaq qiymati deyiladi. Shuni nazarda tutish kerakki  $\bar{x}$ ,



kattalik faqatgina kuzatilayotgan bir turdagi qiymatlar to'plami uchun qo'llanilsa umumiydosh xarakteristika bo'lib hisoblanadi.

$x$  tasodifiy kattaliklarning medianasi  $m_i$  deb, ularning tartiblangan qatorining o'rtasiga to'g'ri keluvchi qiymatga aytiladi, ya'ni mediana tartiblangan qatorlarni ikkita son jihatdan teng tasodifiy qiymatlar guruhiga ajratadi.

O'lchashlarning juft sonlarida mediana qatorining o'rtasida joylashgan ikkita qo'shni qiymatlarning o'rtacha arifmetigiga teng, o'lchashlarning toq sonlarida qatoridagi o'rta holatni egallagan tasodifiy kattalik qiymatiga teng bo'ladi.

Ko'rib o'tilgan  $\bar{x}_i$  va  $m_i$  xarakteristikalar o'z atroflarida tasodifiy kattaliklarning alohida qiymatlarini tarqalishini bildirmaydi. Tasodifiy kattaliklar qiymatlarini tarqalishini izohlash uchun qator xarakteristikalari qo'llaniladi. Ulardan eng oddiysi uzunlikdir.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

Bu yerda,  $X_{\max}$  va  $X_{\min}$  tasodifiy kattaliklarning maksimal va minimal qiymatlaridir. Uzunlik tasodifiy kattalik qiymatlarining sochilishini taqribiy baholash uchun xizmat qiladi.

Statistik qatorlarda tasodifiy kattaliklar qiymatlarining tebranishlarini o'lchash sifatida tanlangan dispersiya deb ataluvchi, o'rtaga chetga chiqish kvadratidan tez-tez foydalaniladi.

Tanlangan dispersiya

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (2.7)$$

$m_i$  chastota mavjudligida muallaq tanlangan dispersiya quyidagicha hisoblanadi:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 m_i}{\sum_{i=1}^n m_i - 1} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 m_i}{n - 1} \quad (2.8)$$

(2.7), (2.8) formulalardan ko'rinib turibdiki, dispersiya tasodifiy kattalikning kvadratini tengligiga egadir.

Tarqalishning ko'rgazmali xarakteristikasi bo'lib o'lchami tasodifiy kattalikning o'lchanadigan qiymati bilan mos tushadigan o'rtacha kvadratli chetga chiqish hisoblanadi.

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.9)$$

Muallaq o'rtacha kvadratli chetga chiqish:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 m_i} \quad (2.10)$$

Tasodifiy kattaliklar tarqalishi xarakteristikalari uchun variatsiya koeffitsiyenti  $V$  ham qo'llaniladi. U tasodifiy kattalikning o'rtacha kvadratli chetlanishini o'rta arifmetik qiymati nisbatini foizlarda ifodalanishiga tengdir.

$$V = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (2.11)$$

Ko'rib o'tilgan xarakteristikalar tanlanadigan xarakteristikalar hisoblanadi, chunki ular asosi bosh to'plamdan tanlash asosida olingandir.

Asosiy bosh to'plamdagi tasodifiy kattaliklarni o'rtacha holati xarakteristikalari uchun tasodifiy kattalikning matematik kutilishi ( $M[x]$ ) xizmat qiladi, gohida asosiy bosh o'rtacha arifmetik deb ham nomlanadi. Uni aniqlash uchun  $X$  tasodifiy kattalik  $P_1, P_2, \dots, P_n$  extimollikka mos keluvchi  $x_1, x_2, \dots, x_n$  diskret qiymatlarini qabul qilsin deb faraz qilamiz.

Bunda,

$$M[X] = \frac{x_1 p_1 + x_2 p_2 + \dots + x_n p_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i p_i}{\sum_{i=1}^n p_i} \quad (2.12)$$

Agar,  $\sum_{i=1}^n p_i = 1$  deb hisoblasak

$$M[X] = \sum_{i=1}^n x_i p_i \quad (2.13)$$

deb yozishimiz mumkin.

Agar tanlanadigan o'rtacha arifmetik miqdor har doim tasodifiylik elementiga ega bo'lsa, u holda MK – berilgan asosi bosh to'plam uchun doimiy kattalikdir (masalan, topshiriladigan mahsulot partiyasi).

Asosiy bosh to'plamdagi  $X$  tasodifiy kattalik dispersiyasi

$$\delta^2[X] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{X_i - M[X]\}^2 \quad (2.14)$$

$X$  ning qiymati asosiy bosh to'plamda qaytarilmas bo'lsa, teng bo'ladi,  $X$  ning qaytariluvchi qiymatida esa quyidagicha ko'rinishga ega:

$$\delta^2[X] = \frac{\sum_{i=1}^n \{X_i - M[X]\}^2 m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (2.15)$$

Tasodifiy kattaliklar diskret yoki uzluksiz bo'lishi mumkin. Shunga mos ravishda ularni ehtimolliklarni taqsimlash diskret yoki uzluksiz tasodifiy kattaliklarni taqsimlash qonuniyatlari orqali ifodalandi. Masalan, diskret tasodifiy kattalik bu tanlovdagi parametrlari hech qanday talablarga javob bermaydigan mahsulotlar sonidir. Bunday defektli mahsulotlar soni, faqat butun sonlardan iborat

bo'radi. Masalan, uzluksiz tasodifiy kattalik bo'lgan mahsulotni buzilishgacha ishlash vaqti butun va kasrli qiymatlarni qabul qiladi. Diskret tasodifiy miqdorlarni hosil bo'lishi ehtimolligini taqsimlanishi ko'pincha gipergeometrik yoki binominal qonun yoki Puasson qonuni orqali ifodalanadi; uzluksiz tasodifiy miqdorlar hosil bo'lishi ehtimolligini tarqalishi – eksponensial yoki Gauss qonunlari, bundan tashqari Veybulla qonunlari orqali izohlanadi.

**Taqsimlanishni kompozitsiyasi va superpozitsiyasi.** EVlarda sinovlar o'tkazishda va undan olingan natijalarga ishlov berishga taqsimlanishni kompozitsiyasi va superpozitsiyasi ko'pincha uchray turadi. Ko'pincha shu tushunchalarni to'liq ko'rib chiqamiz. Bir qator mustaqil tasodifiy  $x_1, x_2, \dots, x_n$  kattaliklar  $f(x_1), f(x_2), \dots, f(x_n)$  ehtimolliklar zichligiga ega bo'lsin. Ehtimollik zichligi berilgan intervaldagi tasodifiy kattalik qiymatini tushishi ehtimolligini shu interval uzunligiga nisbatini ifodalaydi. Ko'rsatilgan kattaliklarni bir-birlariga qo'shib,  $f(y)$  ehtimolliklar zichligiga ega bo'lgan yangi tasodifiy kattalik  $y=x_1+x_2+ \dots +x_n$  hosil qilamiz. U tasodifiy kattalikni taqsimlash qonuni  $x_1, x_2, \dots, x_n$  tasodifiy kattaliklarning taqsimlash qonunlari kompozitsiyasi deyiladi. Taqsimlash kompozitsiyasining umumiy va xususiy xususiyatlarini ko'rib chiqamiz.

Kompozitsiyani tashkil qiluvchi dastlabki taqsimlash qonunlarini ko'rinishiga bog'liq bo'lmagan taqsimlash kompozitsiyasini xususiyati umumiy xususiyatlar deyiladi. Ularga quyidagi xususiyatlar kiradi.

1.  $Y$  tasodifiy kattalikning matematik kutilganligi taqsimot qonunlari taqsimlash kompozitsiyasidan tashkil topgan tasodifiy kattaliklarning matematik kutilganliklarining arifmetik yig'indisiga teng:

$$M[Y]=M[X_1]+ M[X_2]+\dots+ M[X_n] \quad (2.16)$$

2.  $Y$  tasodifiy kattalik dispersiyasi taqsimot qonunlar taqsimot kompozitsiyasidan tashkil topgan tasodifiy kattaliklar dispersiyasini arifmetik yig'indisiga teng:

$$\sigma^2[Y]= \sigma^2[X_1]+ \sigma^2[X_2]+ \sigma^2[X_3] \dots + \sigma^2[X_n] \quad (2.17)$$

Bu xususiyatlardan ikkita xulosa chiqarish mumkin:

1) Tanlovdagi mahsulotlarning  $n$  sonini o'sishi bilan variatsiya koeffitsiyenti kamayib boradi, bunga ko'ra aniqlik o'lchovi  $\sqrt{n}$  ga proporsional o'sadi.

2) Agar ikkita yoki undan ko'proq tez farqlanuvchi o'rtacha kvadratik chetlanishli tasodifiy kattaliklar mavjud bo'lsa, bunda ularni taqsimlash kompozitsiyalarida kichik dispersiyali tasodifiy kattalik dispersiyalar yig'indisiga hech qanday ta'sir ko'rsatmaydi.

Taqsimlash kompozitsiyasining xususiy xususiyatlarini ko'rib chiqamiz, ya'ni kompozitsiyani tashkil qiluvchi dastlabki berilgan taqsimot qonunlarining aniq ko'rinishga bog'liq bo'lgan xususiyatlarni faraz qilamiz,  $x_1$  va  $x_2$  tasodifiy kattaliklar  $\lambda$  parametrli eksponensial qonun bilan ifodalanuvchi taqsimotga ega bo'lsin:

$$M[X_1]=M[X_2]=1/\lambda \quad (2.18)$$

$$\sigma[X_1]=\sigma[X_2]=1/\lambda \quad (2.19)$$

Bu qonunlarning kompozitsiyasi ham taqsimotning eksponensial qonuni kabi ifodalanadimi yoki yo'qmi, ko'rib chiqamiz. Birinchi umumiy xususiyat bo'yicha  $Y=X_1+X_2$

$$M[Y]=M[X_1]+M[X_2]=1/\lambda+1/\lambda=2/\lambda \quad (2.20)$$

$$\sigma^2[Y]=\sigma^2[X_1]+\sigma^2[X_2]=1/\lambda^2+1/\lambda^2=2/\lambda^2 \quad (2.21)$$

bunda variatsiya koeffitsiyenti:

$$V[Y]=\sigma[Y]/M[Y]=\sqrt{2}/2 \quad (2.22)$$

Shunday qilib, ikkita eksponensial taqsimlanishning kompozitsiyasi natijasiga yangi taqsimlanish eksponensial qonunlarga bo'ysunmaydi, bunda variatsiya koeffitsiyenti har doim birga teng bo'ladi.

Agar ikkita Veybulla taqsimotini olib qaralsa, bunda ularning kompozitsiyada Veybulla taqsimlanishi hosil bo'lmaydi. Xuddi shuni Puasson va Gauss qonunlaridan mustasno tarzda, taqsimlanishni boshqa qonunlari uchun ham aytish mumkin. Puasson taqsimotidagi katta sonlarda kompozitsiyasini taqsimlash, agar matematik kutilganlik 20 tadan ortiq bo'lsa, Gausnikiga yaqin bo'ladi. Shundan kelib chiqib, katta sondagi binominal taqsimotda kompozitsiyani taqsimlash Gauss qonuniga juda yaqin. Bundan tashqari turlicha, lekin bir-biridan uncha katta farqlanmaydigan dispersiya va matematik kutilganlikka ega katta hajmdagi ( $n \rightarrow \infty$ ) mustaqil tasodifiy kattaliklarning bir xil bo'lmagan taqsimlanishining kompozitsiyasi natijasida ham Gauss taqsimoti hosil bo'ladi. Bu ehtimollik nazariyasidagi muhim holat hisoblanib, markaziy chegaraviy teorema deyiladi.

Amaliyotda taqsimlanish kompozitsiyalari har xil mahsulot partiyasidan olingan, bir qancha tanlovlarni sinash natijalarini umumlashtirganda uchraydi.

Faraz qilaylik, sinashga  $N$  ta mahsulotdan tashkil topgan partiya berilgan, ulardan  $N_1$  mahsulot uchun  $X$  tasodifiy kattalik ehtimolligi zichligi  $f_1(x)$  dan  $N_2$  mahsulot uchun  $f_2(x)$  bo'lsin. Bunday holatda  $f_1(x)$  va  $f_2(x)$  taqsimotlarning superpozitsiyasi yuzaga keladi:

$$f(Y) = \omega_1 f_1(x) + \omega_2 f_2(x) \quad (2.23)$$

Bu yerda,  $\omega_1 = N_1/N$ ;  $\omega_2 = N_2/N$ .

Taqsimlashning superpozitsiyasidagi  $Y$  tasodifiy kattalikning MKgi va dispersiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$M[Y] = \omega_1 M_1[X] + \omega_2 M_2[X] \quad (2.24)$$

$$\sigma^2[Y] = \omega_1 \sigma_1^2[X] + \omega_2 \sigma_2^2[X] + \omega_1 \omega_2 \{M_1[X] - M_2[X]\}^2 \quad (2.25)$$

## 2.2. Sinashning tanlash usullari. Asosiy xarakteristikalar

EVlarni sinash usullarining ko'pchiligi mahsulotni buzuvchi va yoki mahsulot texnik resurslarini sezilarli qisqartiruvchi bo'ladi.

Texnik resurs – bu EVning ekspluatatsiya qilishni boshidan chegaraviy holatga kelguncha ishlashidir. Chegaraviy holat bu EVlarni berilgan parametrlarini oʻrnatilgan noʻrmadan chetga chiqib ketishi yoki sifat koʻrsatkichlari pasayishi hisobiga ishlatishni toʻxtatish holatidir. Uning kiriteriyasi normativ texnik hujatlarda koʻrsatiladi. Shuning uchun sinashlarda tanlash usuli keng qoʻllaniladi. Unda mahsulotlar ichidan tanlangan bir donasi hamma mahsulot xarakteristikalarini ifodalaydi. Agar tanlangan mahsulot bosh toʻplamdagi mahsulotlarning hamma xarakter va tuzilishini toʻliq tasvirlasa, u holda bunday tanlanma reprezentativ yoki oʻrishli deyiladi.

Tanlovlar bir qancha belgilarga koʻra sinflanadi, masalan, tashkil qilinishga koʻra (takroriy va takrorlanmaydigan, oldindan tanlash boʻyicha), (oldindan kuzatilgan va tasodifiy), hosil boʻlish vaqtiga koʻra (bir vaqtda va joriy), maqsadga koʻra (umumiy va qavat-qavat ishlab chiqarish) va hokazo.

Tanlash xarakteristikalar yordamida bosh toʻplamga nisbatan statistik xulosalar qabul qilinadi va bu bosh xarakteristikalarni baholash deyiladi. Shunday qilib, EVlarni sinashda  $q$  tanlash xarakteristikalari yordamida tanlangan mahsulot partiyasi uchun bosh umumiy xarakteristikasi  $Q$  ni baholanadi. Tanlangan oʻrta arifmetik  $\bar{x}$  va oʻrta kvadratik cheklanish  $S$  matematik kutilish  $M[X]$  va dispersiya  $\sigma$  ni baholashga hizmat qiladi.

Tanlovdan olingan  $d$  ta nuqsonli mahsulot soni qiymati yordamida nuqsonli mahsulotlarning bosh toʻplamidan  $D$  ta nuqsonli mahsulot soni aniqligi va puhtaligini baholash haqida taʼssavurlarga ega boʻlishi uchun ishonchlilik chegaralaridan foydalaniladi. Baholanuvchi parametning ishonchlilik chegaralarida boʻlish ehtimolligi  $P^*$  ishonchlilik deyiladi. U birga yaqin qiymatlarni, yaʼni 0.9; 0.95; 0.99 ni qabul qiladi  $P^*$ . Ishonchlilik bizning ishonchimiz darajasini tasvirlab  $Q \geq Q_H$  yoki  $Q \leq Q_B$  boʻlsa, bu erda  $Q_H$  ba  $Q_B$  pastki va yuqori ishonch chegaralari, u holda  $y_1$  bir taraflama ishonchlilik deyiladi. Ikki taraflama ishonchlilik  $P^{**}$   $Q_H \leq Q \leq Q_B$  boʻlgan holda bizning ishonchimizni tasvirlaydi va u bir taraflama ishonchlilikdan ancha kichik hisoblanadi:  $P^{**} = 2P^* - 1$ .

Amaliyotda ishonchli chegaralarni hisoblash uchun maxsus jadval qoʻllaniladi. Jadvalda tanlovdagi defektli mahsulot soniga

bog'liq bo'lgan ikki tomonlama uchun haqiqiyliги 0.9  $Q_B$  va  $Q_H$  ishonchlilik chegaralarni hisoblash  $K_B$  va  $K_H$  koeffitsiyentlar bir taraflama haqiqiyliги 0.95ga teng bo'lgan  $Q_B$  ishonchlilik chegarasini hisoblash uchun  $K_B$  koeffitsiyentlar keltiriladi.

$Q_H$  va  $Q_B$ ning qiymati quyidagi munosabatdan aniqlanadi:

$$Q_B = K_B/n \quad (2.26)$$

$$Q_H = K_H/n \quad (2.27)$$

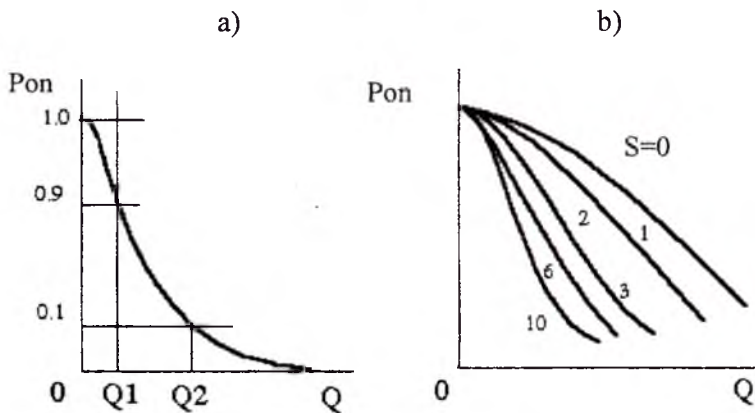
EVLarni sinashdagi asosiy masalalardan biri tanlov hajmini aniqlash hisoblanadi. Uning judayam katta hajmi ortiqcha vositalar va vaqtning sarf qilinishiga sabab bo'lishi mumkin. Agar tanlov hajmi va sinov vaqti juda kichik bo'lsa, u holda nisbatan haqqoniy natijalar olinishga shubha tug'ilishi mumkin. Shunday tanlov hajmini va sinov vaqtini olish kerakki, kam vaqt sarflab, maksimal tezlikda va sinashlarning minimal bahosida ishonchli va haqqoniy natijalarga erishilsin.

Odatda mahsulotni tayyorlash uchun normativ texnik hujjatlar yaratishda holati (MTX)ni mahsulot etkazib beruvchi buyurtmachi bilan mahsulot partiyasini qabul qilishda tanlanmalarda yo'l qo'yiladigan nuqsонli mahsulotlar sonini  $d_{DOP}$  oldindan kelishib olishadi. Bu son berilagan  $Q_B$  qiymatidan kelib chiqib o'rnatiladi. Agar  $d > d_{DOP}$  bo'lsa, u holda mahsulot partiyasi buyurtmachi tomonidan qabul qilinmaydi, chunki bunday holda bu partiya shu mahsulotga qo'yilgan texnik shartlarida ko'rsatilgan puxtalikka qo'yilgan talabni qanoatlantirmaydi. Sinalayotgan tanlanmalardagi manfiy natija bergan buzilgan mahsulotlarning eng kam soni, braklar soni  $S'$  ni beradi. Sinalayotgan tanlanmalardagi musbat natija bergan buzilgan mahsulotlarning eng ko'p soni qabul qiluvchi son deyiladi.

Tanlovning  $n$  hajmi sinashlari natijasidagi mahsulot partiyasini qabul qilishni deb ehtimolligini, tanlov olingan partiyadagi mahsulotning berilgan  $Q$  ehtimolligiga bog'liq bo'lgan egri chiziq mahsulot ishonchliligi nazorat rejasining tezkor xarakteristikasi deyiladi.



Mahsulotning nazorat qilinayotgan partiyasi uchun buzilishlar ehtimolligi  $Q_1$  ga teng bo'lsin. Tezkor egri chiziq bo'yicha (8-rasm) shu partiyaning qabul qilish ehtimolligini topamiz.  $Y$  ni 0,9 ga teng deb faraz qilaylik. Bu shuni bildiradiki, har bir taqdim etilayotgan partiyadagi nuqsonli mahsulotlar soni ruxsat etiladigan chegarada bo'lsada, shu partiyalarda tasodifiy tanlash usuli bilan olib sinash o'tkazilish natijasida mahsulotning 10% ishga yaroqsiz bo'lishligi kutiladi. Mahsulot partiyasidagi ishga yaroqsiz mahsulotlarni bo'lish ehtimolligi yomon (pessemistik) tanlash oqibatida  $\alpha$  tayyorlovchi riskini tasvirlaydi. Yuqorida ko'rib o'tilgan misolda  $\alpha=10\%$  deb faraz qilamiz. Endi mahsulot partiyasi  $Q_2$  buzilishlar ehtimolligiga ega. Tezkor egri chiziq bo'yicha bu partiyaning qabul qilish ehtimolligi 0,1 ga teng. Bu shuni bildiradiki, agar har bir topshirilayotgan partiyada ko'zda tutilgandan ham ko'proq nuqsonli mahsulotlar bo'lsa, hamma partiyaning 10% buyurtmachi tomonidan ishonchlilik talabiga javob beradi deb qabul qilinadi. Mahsulot partiyasining qabul qilish ehtimolligi (hatto nuqsonli mahsulotlar soni ruxsat etilganidan ham ko'p bo'lsa ham) yaxshi (optimistik) tanlash natijasida  $\beta$  buyurtmachi riskini tasvirlaydi. Yuqoridagi misolda  $\beta=10\%$ .



8-rasm. a) tezkor xarakteristika; b)  $S$  sonining bir necha qiymatlari uchun tezkor xarakteristikasi.

Mahsulot partiyasini ishonchliligini tanlab nazorat qilinganda, buyurtmachining  $\beta$  riskiga mos keluvchi  $Q_2$  ishonchlilikning yomon ko'rsatkichi ishonchlilikning nuqsonli daraja ko'rsatkichi deyiladi. Huddi shuningdek, mahsulotning nuqsonli bo'lish ehtimolligi tayyorlovchining  $\alpha$  riskiga teng bo'lgan ishonchlilik ko'rsatkichi qiymatini  $Q_1$  ishonchlilik ko'rsatkichini qabul qilish darajasi deyiladi. 8a-rasmda ikkala daraja ham tezkor xarakteristika bo'yicha buyurtmachi va tayyorlovchining risk qiymatlariga ko'ra aniqlanishi mumkinligi tasvirlangan.

b-rasmda qabul qiluvchi  $S$  sonining bir necha qiymatlari uchun tezkor xarakteristikalari ko'rsatilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki,  $S$  qanchalik katta bo'lsa tezkor egri chiziq shunchalik egri bo'ladi va aksincha,  $S$  qanchalik kichik bo'lsa u shunchalik tekis bo'ladi.

### 2.3. Sinashlarni sinflanishi

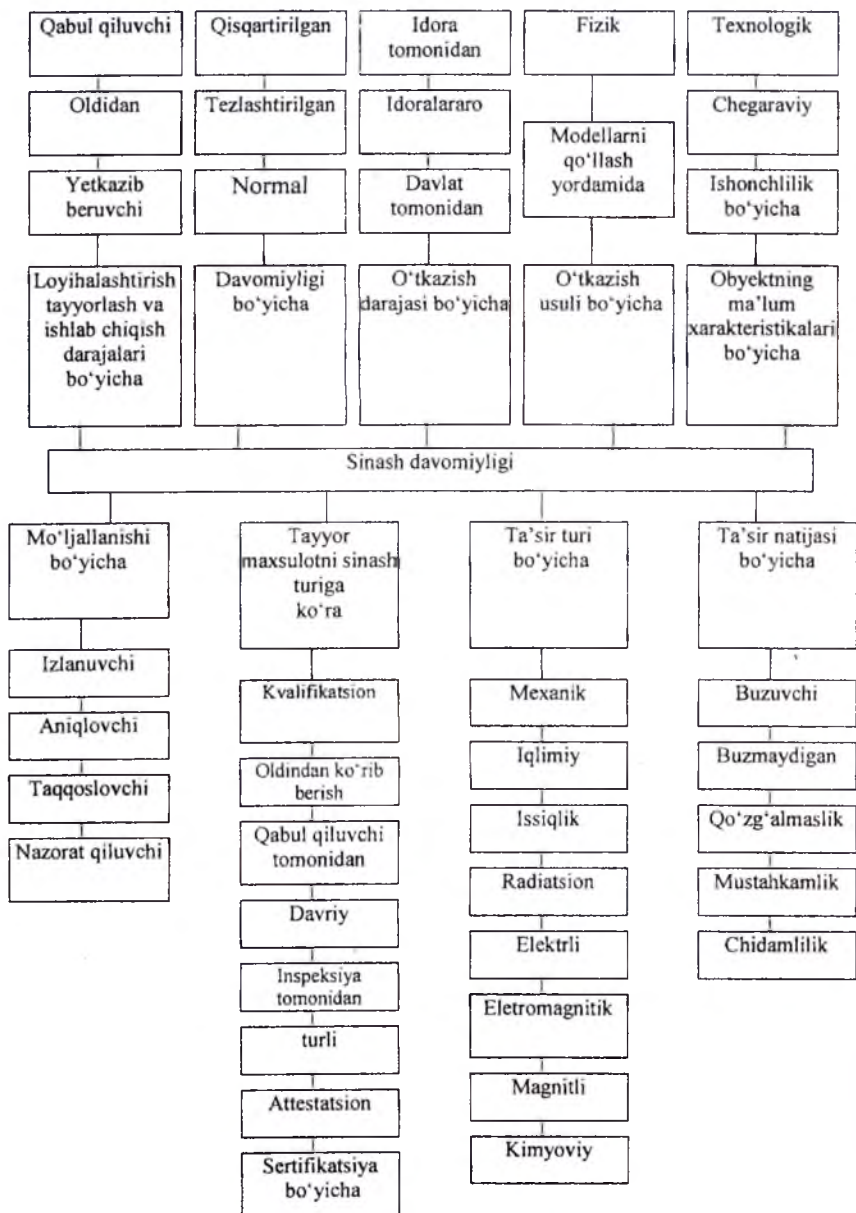
Barcha elektron vositalarni sinashni 9-rasmda ko'rsatilganidek sinflarga bo'linadi.

Sinash usullari ikkita katta guruhga bo'linadi:

- 1) real elektron vositalarni yoki ularning maketlarini fizik sinash
- 2) Modellarni qo'llash bilan sinashlar o'tkazish

Fizik sinashlar tashqi ta'sir etuvchi faktorlarni (TTEF) sun'iy yo'l bilan hosil qiluvchi sinash stendlarida yoki tajriba sharoitlarida qo'llaniladigan maxsus uslub va vositalarda tabiiy ta'sir etuvchi faktorlarda TTEFlarda o'tkazilishi mumkin.

Tajribalarda va stendlarda elektron vositalarni sinash ularni real ishlatishdan shunisi bilan farq qiladiki, sinash o'tkazilganda real ishlatishdagi kabi barcha tasodifiy tashqi ta'sirlarni jamlanmasini bir vaqtda modellashtirib bo'lmaydi. Odatda tajribalarda va stendlarda sinashlar o'tkazilganda elektron vositalarga bitta yoki bir nechta aniqlangan yuklanishlar yuklatiladi. Bu real ishlatishda olinadigan natijadan farq qiladigan natijalarni yuzaga keltiradi. Shuning uchun TTEF ta'sirini aniqlashda tajriba va stendlarda sinash o'tkazish bilan birga haqiqiy tabiiy sharoitlarda ham elektron vositalar sinaladi.



9-rasm. EVlar sinashlarni sinflarga bo'linishi

Bu kabi sinashlar o'tkaziladigan joy va sharoitlarga ko'ra sinashlar poligon va natural sinashlarga bo'linadi. Poligon sinashlari EVlarni maxsus jihozlangan poligonlarda, tashqi iqlimiy faktorlar ta'sirida sinash orqali amalga oshiriladi. Ma'lum iqlimiy rayonlarda saqlashga va ishlatishga mo'ljallangan elektron vositalarni sinash faqatgina ularga mos iqlim sharoiti bo'lgan punktdagi poligonlarda o'tkaziladi.

Elektron vositalarni natural sinashda uchta asosiy shart bajarilishi kerak.

1. Elektron vositalar modeli yoki ularning qismlari emas, aynan elektron vositalar sinaladi.

2. EVlarni ishlatish jarayonidagi ta'sir va sharoitlarga mos shart-sharoitlarda sinashlar o'tkaziladi.

3. Sinash obyektining aniqlanayotgan xarakteristikalarini obyekt va uning qismlari fizik strukturasi ko'rsatuvchi analitik bog'lanishlarsiz o'lchanadi. Bunda eksperimental berilganlarga statik ishlov berish uchun matematik apparat qo'llash ruxsat etiladi.

Poligon va natural sinashlarni o'tkazishdan maqsad tabiiy ta'sir etuvchi faktorlarni elektron vositalarni ishlatish va saqlash jarayonida yuzaga keladigan buzilishlar mexanizmiga parametrlarining o'zgarishiga, xususiyatiga kompleks ta'sirlarini o'rganishdan iboratdir. Bunday sinashlar sinalayotgan elektron vositalarning elementlari va materiallarida kechayotgan real fizika-kimyoviy jarayonlarni tabiiy faktorlar ta'sirida o'rganish; su'niy yo'l bilan hosil qilingan tashqi ta'sirlar ta'sirida sinashlardan olingan ma'lumotlarni aniqlashtirish; parametrlarni o'zgartirishda ruxsat etilgan normani va keraklilik kriteriyalarini aniqlash imkonini beradi. Poligonli va natural sinashlar natijasida elektiron vositalarni tashqi faktorlar ta'siridan himoyalanih bo'yicha takliflar beriladi.

Natural sinashlar xususiyatlari bo'lib sinashlarning davomiyligi, murakkabligi va yuqori narxi hisoblanadi.

Natural sinashlarni elektron vositalarni o'zaro yaqin konstruktiv-texnologik yechimiga ega bo'lgan guruhlarining bitta «vakilida» o'tkazish kifoya qiladi, so'ngra olingan natijalar shu guruh uchun tog'ri sanaladi.

So'nggi vaqtlarda ochiq kosmos sharoitlarida natural sinashlar natijasida olingan elektron vositalar ishonchligi haqidagi ma'lumotlar juda katta amaliy qiymatga ega bo'lmoqda.

Elektron vositalarni ishlashi bo'yicha sinashlar o'tkazish ham fizik sinashga kiradi. Bunday sinashlarning asosiy korinishlaridan biri malakali ekspluatatsiya qilishdir. Ba'zida nazorat ostida ishlatish amalga oshiriladi, uni shartli ravishda ishlatish bo'yicha sinashga o'tkazishga kiritiladi. Maxsus ishlab chiqilgan hujjatga asosan xizmat ko'rsatuvchi shahs nazorat ostida ishlatishga tayyorgarlik ko'rish jarayonida boshlang'ich axborotni yig'ish, ularni hisobga olish va ularga dastlabki ishlov berishni amalga oshiradi.

Modellardan foydalanib sinash – fizik va matematik model-lashtirish usullaridan foydalanib amalga oshiriladi. Bu esa real elektron vositalarda yoki ularning maketlarida o'tkaziladigan murakkab fizik sinashlarni, ularni modellarida o'tkazish imkonini beradi.

Elektron vositalarning chiqish parametrlariga elementlar parametrlarining o'zgarishi, kuchlanish manbaining tebranishi, atrof-muhit harorati va namlikning o'zgarishi ta'sir qiladi, ya'ni bu parametrlarining o'zaro bog'langan katta guruhi, buzilishlar modelini yaratishda boshlang'ich ya'ni kirishlardagi parametrlar deyiladi. Fizik modellashtirishda sinash obyektining boshlang'ich parametrlari, berilgan parametrlarni o'tkazishiga ta'sir qila oladigan oddiy fizik modellar bilan almashtiriladi.

Fizik modellar statistik sinovlardan o'tkazilishi mumkin. Monte Karlo usulida statik sinashlar o'tkazishda biror bir tasodifiy hodisaning sodir bo'lishi ko'p marotaba tasodifiy sinashlar o'tkazish yo'li bilan aniqlanadi. Bu uslub taxminlardagi ishonchlik xarakteristikasini aniqlash imkonini beradi. Chunki, statistik model asosida tasodifiy tanlangan parametrlar qiymatlari turlicha bo'lishligida EVlarning buzilish mexanizmlarini aniqlash mumkin bo'ladi. Statistik sinashlar uslubida sinashlarni real obyektlarda yoki ularning fizik modellarda o'tkazish ko'rib chiqiladi. Real obyektlarda sinashlar o'tkazilganda elektron vositalarning buzilish sababi va oqibatlari ularning sxemalariga su'niy ravishda uzilishlar, qisqa tutashuvlar yoki parametrlariga kerakli normada bo'lmagan elementlar kiritilib o'tkaziladi. Modellar asosida sinashlar o'tkazishda

elektron vositalarning bir qator elementlari parametrlari o'zgartiriladigan fizik modellarga almashtiriladi.

Elementlarni modellashtirish ularni ko'rsatilgan parametrlarini o'zgartirish mumkin bo'lgan maxsus stendlarda amalga oshiriladi. Elektron vositalarda statistik sinashlarning xususiy ko'rinishi chegaraviy sinashdir. Bunday sinashlar EVlarni ishlatilish jarayonida, ularning parametrlarini ruxsat etilgan chegaraviy qiymatlarini aniqlashda o'tkaziladi.

Chegaraviy sinashlar uslubida elektron vositalari parametrlarining shunday qiymatlarini topish, ya'ni chiqish (ikkilamchi yoki ekspluatatsion) parametrlar qiymatlari ruxsat etilgan chegaraviy qiymatlarda bo'lishligi elektron vositalarining buzilishga barqaror sohalarini topish talab qilinadi. Har bir  $Y_1$  chiqish parametri  $x_1x_2\dots x_n$  kirish parametrlariga bog'liq, ya'ni har bir chiqish parametrlari uchun quyidagini yozish mumkin:

$$Y_i = f_i(X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n) \quad (2.28)$$

Bunda,  $Y_i$  Ey,  $i=1, \dots, k$ ,  $j=1, \dots, n$ .

Elektron vositalarning buzilmay ishlashi uchun quyidagi shart bajarilishi kerak:

$$Y_{i\min} \leq Y_i \leq Y_{i\max} \quad (2.29)$$

Bu esa har bir kirish parametrlari qiymatlarini  $X_{j\min} \leq X_j \leq X_{j\max}$  chegaralarda o'zgarishiga mos keladi.

Shunday qilib, elektron vositalarning buzilmay ishlash sohasini kirish parametrlarini o'zgartirish yo'li bilan va oshib ketishi buzilishga olib keluvchi chiqish parametrlarining chegaraviy qiymatlarini mustahkamlab qo'yish yo'li bilan aniqlanadi.

Chegaraviy sinashlar loyihalash va ekspluatatsiya qilish jarayonlarida bajariladi. Ularda sinashlar analitik, grafik va grafoanalitik usullarda o'tkazilishi mumkin.

Analitik usul oddiy matematik modelga ega bo'lgan va funksional jihatdan bitta kirish va bitta chiqish parametriga bog'liq bo'lgan murakkab bo'lmagan mahsulotlarni sinashda qo'llaniladi.

Buzilmay ishlashining chegaraviy qiymatlari (2.28) tenglamadan hisoblab topiladi va  $y$   $Y_i=f(X_i)$  ko'inishga ega bo'ladi.

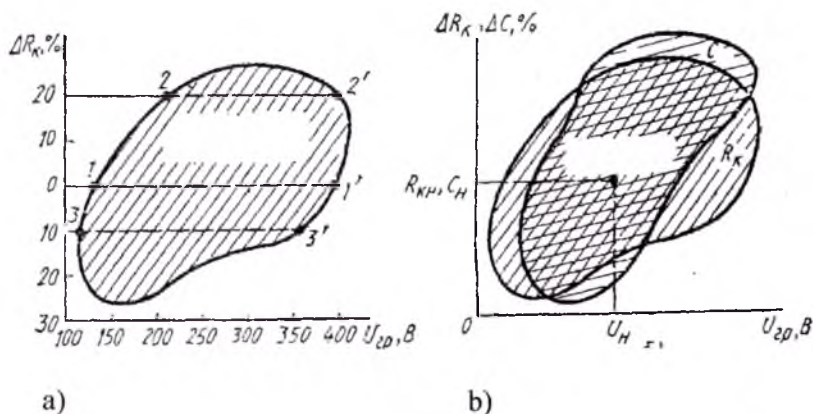
Grafik usul chiqish parametri bir nechta kirish parametrlariga bog'liq bo'lgan murakkab mahsulotlarning sinashda qo'llaniladi. Bunday holatda bir necha kirish parametrlarining bir vaqtda o'zgarishida elektron vositalarning buzilmay ishlash sohasini aniqlashning amaliy jihatdan imkoniyati yo'q. Shuning uchun buzilmay ishlash sohasi chegarasi tajribalarda har bir  $X$  kirish parametri uchun (2.28) funksiya kesishmasi quriladi, ya'ni kirish parametrlarini o'zgarishining chegaraviy qiymatlarini, tanlangan grafikli sinashlar parametrlari qiymatlariga bog'liq holda aniqlanadi.

**Misol:** Funksiya kesishmasi quyidagicha quriladi. Elektron vositalarga qo'yiladigan talablar asosida buzilishning bir yoki bir nechta kriteriyari tanlanadi. Elektron vositalarning parametrlaridan biri chegaraviy sinashning  $X_1$  parametri deb olinadi.  $X_1$  kirish parametrining nominal qiymatlari (2.28) funksiyada va  $X_2$  parametrining kesishini amalga oshirib o'rnatiladi. Qolgan kirish parametrlari qiymatlari o'zgarmas bo'ladi.

$X_1$  parametr qiymatlarini nominal qiymatdan boshlab elektron vositalar buzilishigacha kam va ko'p tomonga qarab o'zgartiriladi. Bu holda chiqish parametri  $Y_i$  qiymati ruxsat etilgan chegaradan chiqib ketadi va bu (2.29) tengsizlik bilan aniqlanadi.  $X_j$  ning nominal qiymatdan farqlanuvchi boshqa qiymatlari uchun ham shunday sinashlar o'tkaziladi. Natijada  $Y_i$  chegaraviy qiymatiga mos keluvchi bir nechta nuqta hosil qilinadi. Bu nuqtalarni birlashtirsak, elektron vositalarning buzilmay ishlash sohasi aniqlanadi.

Elektron vositalar buzilmay ishlash sohasini qurishga (chegaraviy sinash grafikasi) misol 10-a rasmda berilgan. Chegaraviy sinash parametri sifatida  $U_r$  kuchlanish manbasi olingan, o'zgaruvchi kirish parametri sifatida RC kuchaytirgichning kollektor zanjirining  $R_k$  qarshiligi olingan. Kuchlanish  $U_r$  ni nominal qiymatiga nisbatan kamaytirib (1,2,3) va ko'paytirib (1',2',3') o'zgartirib, chiqish parametrlarining qiymatlariga mos bo'lgan 1 va 1', 2 va 2', 3 va 3' nuqtalari  $R_k$  qarshilikning aniqlangan qiymatlarida olingan. Yetarli miqdordagi shu kabi nuqtalarni birlashtiruvchi egri chiziq elektron vositalarning buzilmay ishlash sohasi va buzilish sohalari orasidagi chegara hisoblanadi.

Huddi shunday (2.28) funksiya kesishmasini boshqa  $X_i$  kirish parametri (misol uchun RC kuchaytirgich sig'imi bo'luvchisi  $S$ ) bo'yicha ham quriladi, bu holatda qolgan EVning kirish parametrlari o'zgarmas deb olinadi. Chegaraviy sinashlar parametrlari qiymatlarini o'zgartirish bilan boshqa buzilmay ishlash sohasi hosil qilinadi. Barcha  $X_i$  kirish parametrlari uchun bir qator grafiklar quriladi, ularni ustma-ust tushirib, umumiy buzilmay ishlash sohasini hosil qilish mumkin. Elektron vositalarning ishonchligining potensial zaxirasini aniqlash maqsadida berilgan texnik shart chegarasidan sezilarli darajada chiqarilib, kirish parametrlari o'zgartiriladi. Misol qilib 10-b rasmda ikkita kirish parametrlari ( $R_{kn}$  va  $S_n$ ) uchun buzilmay ishlash sohasi qurilgan.



10-rasm. a)  $R_{kn}, C_n, U_H$  kirish parametrlarining nominal qiymati;  
b) ikkita kirish parametrlari

Grafikli sinashlar grafiklari elektron vositalaridagi buzilishlarni oldindan aytish, kuchlanish bilan ta'minlangan  $u$  yoki bu mahsulot elementlarining parametrlari nominal qiymatini to'g'ri aniqlash, buzilmay ishlash sohasi maydoni va ishchi nuqtalari holatiga ko'ra elektron vositalarining ishonchlilik zaxirasini taqqoslash imkonini beradi. Buzilmay ishlash sohasi maydoni qanchalik katta bo'lsa va ishchi nuqta uning chegaralaridan qanchalik uzoq bo'lsa, ishonchlilik zaxirasi shunchalik katta bo'ladi. Chegaraviy



sinash usulining kamchiligi ishonchlikni miqdoran baholab bera olmaydi va tajribalar o'tkazishda katta qiyinchiliklar yuzaga keladi va katta hajmdagi ishni bajarishni talab qiladi. Bu esa tashqi ta'sirlar va elementlarning o'zaro ta'siri komplekslari o'zgarishida elektron vositalarini chiqish parametrlarining o'zgarishi haqidagi ma'lumotni olishga imkon bermaydi.

Grafoanalitik usul chegaraviy sinashlarning ish hajmini kamaytiradi. Bu usul bo'yicha funktsiyani birinchi tartibli hadlar bilan chegaralangan holda ishchi nuqta atrofida Teylor qatoriga yoyiladi. Natijada hususiy hosilalarga ega bo'lgan tengsizlik (elektron vositalar buzilmay ishlash sharti) olinadi. Bunday sinash usulining tajribaviy qismi hosilalarni grafik yo'l bilan aniqlashdan iborat. Xususiy hosilalarning qiymatiga ko'ra har bir kirish parametrlarining ta'siri baholanadi.

Matematik model asosida sinash. Matematik modellashtirish sinash obyektining kirish va chiqish parametrlarini bog'lovchi tenglamalardan foydalanishga asoslangan (oldingi usullarda bunday bog'lanish bevosita fizik modellarda qo'llaniladi). Bu tenglamalar aniq bir elektron vositalarni va ularning ichki funksional bo'g'liqliklarini o'rganish davomida chiqariladi. Shundan so'ng elektron vositalariga ta'sir etuvchi turli faktorlarni hisobga olgan holda o'rnatilgan bog'lanishlar matematik izohlanadi. Usulning asosiy kamchiligi bo'lib mahsulotning matematik modelini ifodalovchi bo'g'liqliklarni topish uchun katta hajmda nazariy va tajribaviy izlanishlarni o'tkazish kerakligi hisoblanadi, bu esa, katta hajmdagi xotirali va o'ta tezkor kompyuterni va mahsulot kirish va chiqish parametrlarining tarqalish qonuniyatlarini bilishni talab qiladi.

Tajribaviy izlanishlarning sezilarli murakkabligi bir qator mahsulotlarning (masalan, yuqori chastotali, impulsli) fizik modellarini tashkil qilishdagi texnik qiyinchiliklar, yuqori narxi va sinashlarning uzoq vaqt davom etishi elektron vositalarini sinash amaliyotida fizik va matematik modellashtirishdan foydalanishni cheklab qo'yadi.

Sinashlarni vazifasiga ko'ra: izlanishli, aniqlovchi, taqqoslovchi va nazorat qiluvchi sinashlarga bo'lish mumkin.

Izlanishli sinashlar elektron vositalarining ma'lum bir aniqlangan xarakteristikalari xususiyatlarini o'rganish uchun o'tkaziladi. Bunday sinashlar natijalari quyidagi masalalarni yechish uchun xiz-

mat qiladi: ekspluatatsiya qilishning ma'lum sharoitlarida sinalayotgan elektron vositalarining ishlash ko'rsatkichlari sifatini baholash va aniqlash, EVning optimal ishonchlik ko'rsatkichlari va ish tartibini tanlash, elektron vositalarini loyihalashda va attestatsiyalashda hosil qilingan bir nechta variantlarni taqqoslash, elektron vositalari ishlashining matematik modelini qurish (matematik model parametrlarini baholash), EV ishlashidagi sifat ko'rsatkichlariga ta'sir etuvchi mavjud faktorlarni ajratib olish, berilgan bir nechta modellar orasidan elektron vositalar matematik modelini tanlash. Izlanishli sinashlarga modellarni sinash misol bo'la oladi. Izlanishli sinashlarning asosiy xususiyati ularni o'tkazish fakultativ xarakterga egaligidir. Qoida bo'yicha ulardan tayyor mahsulotlarni topshirishda foydalanilmaydi.

Aniqlovchi sinashlar elektron vositalari ishonchliligining miqdoriy ko'rsatkichlarini aniqlash uchun o'tkaziladi. Ko'rsatkichlar tajribaviy sinashlar o'tkazish yo'li bilan va o'lchashlar o'tkazish (organaleptik usul yordamida diagnostika qilishni tahlil qilish, buzilishlarni, zararlanishlarni va boshqa hodisalarni registratsiya qilish orqali aniqlanadi.

Taqqoslovchi sinashlar bir xil bo'lgan obyektlarning ishonchlik ko'rsatkichlarini taqqoslash uchun xizmat qiladi. Ba'zan tajribalar turli korxonalarda ishlab chiqarilgan bir xil elektron vositalarni yoki xarakteristik jihatdan bir xil bo'lgan elektron vositalar sifatini taqqoslash talab qilinadi. Buning uchun taqqoslanadigan obyektlar bir xil sharoitda sinaladi.

Nazorat qiluvchi sinashlar bir necha sinashlar guruhlarini tashkil qilib, elektron vositalar xarakteristikalarini berilgan qiymatlarga mosligini o'rnatish uchun o'tkaziladi.

Mahsulotni tayyorlash loyihalash va ishlab chiqarish bosqichlaridagi sinashlar. Sinashlar o'tkazishning maqsadi va vazifalari mahsulot hayoti davomida o'zgarib turadi. Shunga ko'ra sinashlar bir qancha bosqichlarga bo'linadi. Bu bosqichlarda yetkazib beruvchi, qabul qiluvchi va oldindan sinashlar o'tkazilish amalga oshiriladi. Bu sinashlar o'z vazifasiga ko'ra izlanuvchi, nazorat qiluvchi, taqqoslovchi va aniqlovchi bo'lishi mumkin.

Yetkazib beruvchi sinash – izlanishli sinash bo'lib, uni mahsulot loyihalash jarayonida sifat ko'rsatkichlarining berilgan qiymat-

lariga erishish uchun EVga kiritilgan o'zgarishlar (sxemotexnik, konstruktiv va boshqa) ta'sirini baholash maqsadida mahsulotni loyihalashda o'tkaziladi.

Oldindan sinash nazorat qiluvchi sinash bo'lib sinash namunalari yoki mahsulotning sinash partiyasi uchun nazorat hisoblanadi va qabul qiluvchi sinovga berish imkoniyatini aniqlash maqsadida o'tkaziladi.

Qabul qiluvchi sinovlar o'tkazish sinov namunalari, mahsulotning sinash partiyasi yoki yakka mahsulot uchun nazorat qilish hisoblanadi. Bunday sinashlar mahsulotni to'la to'kis ishlab chiqarishga yetkazib berish yoki ekspluatatsiya qilishga uzatish masalasini yechish uchun o'tkaziladi.

Tayyor mahsulotlarni sinash malakaviy, ta'sis etuvchi, qabul qiluvchi, davriy, inspeksion, turlar bo'yicha, attestatsion va sertifikatsion sinashlarga bo'linadi.

Kvalifikatsion sinashlar mahsulotning birinchi partiyasi yoki o'rnatilgan seriyalarida ya'ni, elektron vositalarini ishlab chiqarishni o'zlashtirish bosqichida o'tkaziladi. Ularning maqsadi korxonaning berilgan hajmda shu tipdagi mahsulotni ishlab chiqarishga tayyorligini baholashdan iboratdir.

Ta'sis etuvchi sinashlarni mahsulotni ishlab chiqaruvchi korxonaning buyurtmachi, iste'molchi yoki boshqa qabul organlarining texnik nazorat qiluvchi uchun elektron vositalarni ta'sis etishdan oldin o'tkazadi.

Qabul qiluvchi sinash asosan ishlab chiqarishda o'tkaziladi. Bu tayyor mahsulotni qabul qilinishdagi nazorat sinovidir. Qoidaga ko'ra buni mahsulot tayyorlovchi amalga oshiradi.

Davriy sinashlar mahsulot sifati barqarorligini saqlab qolish va uni ishlab chiqarishni davom ettirishni nazorat qilish maqsadida o'tkaziladi. Bunday sinashlarni ilmiy – texnik xodimlar o'rnatgan vaqtda va hajmda odatda har kvartal yoki oyda, undan tashqari EV ishlab chiqarishni boshida yoki vaqtinchalik tanaffusdan so'ng ishlab chiqarishni yo'lga qo'yishda o'tkaziladi.

Inspeksion sinashlar nazorat sinashining muhim turidir. Ular maxsus tashkilotlar tomonidan o'rnatilgan sifat barqarorligini nazorat qilishda qo'llaniladi.

Turlar bo'yicha sinashlar ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarni sinash bo'lib, ularga konstruktiv o'zgarishlar kiritish, yangi materiallar yoki texnik jarayonlarni qo'llashda erishiladigan sifatni baholash maqsadida o'tkaziladi.

Attestatsion sinashlar sifat kategoriyalari bo'yicha attestatsiya qilinganda mahsulot sifatini baholash uchun o'tkaziladi.

Milliy yoki xalqaro elektron vositalarining sifat ko'rsatkichlari mahsulotning tayyor holatiga mosligini o'rnatish uchun sertifikat-sion sinash o'tkaziladi.

Davomiyligiga ko'ra sinashlar normal, tezlashtirilgan va qisqartirilgan sinashlarga bo'linadi. Normal sinash deganda mahsulotni ishlatish jarayonidagi vaqtga teng bo'lgan vaqt ichida mahsulot ishonchliligi ko'rsatkichlari haqida kerakli hajmda ma'lumot olishni ta'minlovchi usul va shartlar tushuniladi.

Tezlashtirilgan sinash usul va shartlari elektron vositalarining sifati haqidagi ma'lumotlarni normal sinashdagidan ko'ra kam vaqtda olishni ta'minlaydi. Qisqartirilgan sinashlar qisqartirilgan dasturlar asosida bajariladi.

Elektron vositalarni sinashni o'tkazish pog'onasiga ko'ra ularni davlat, tashkilot va tashkilotlararo sinashlarga bo'lish mumkin.

Davlat sinashlari bu EVlar ustida o'tkaziladigan eng muhim sinovlar hisoblanib, ularni bosh davlat sinov tashkiloti yoki davlat komissiyasi tomonidan qabul qilish sinovi shaklida o'tkaziladi.

Tashkilotlararo sinashlar bu bir nechta tashkilotlar tomonidan birgalikda ishlab chiqilgan elektron vositalarini qabul qilish sinovidir. Bunday sinashlarni bir nechta vazirlik yoki tashkilot vakillaridan tuzilgan komissiya tomonidan o'tkaziladi.

Tashkilot tomonidan o'tkaziladigan sinashlar qiziqqan vazirlik va tashkilot vakillari komissiyasi tomonidan amalga oshiriladi.

Ta'sir etish turiga ko'ra mexanik, iqlimiy, issiqlik, radiatsion, elektrik, magnetik, elektromagnetik, kimyoviy va biologik sinashlarga bo'linadi. EVlarga ta'sir etish natijasiga ko'ra sinashlar buzuvchi, buzmaydigan, undan tashqari mustahkamlikka, chidamlilikka, turg'unlikka o'tkaziladigan sinashlarga bo'linadi. Sinashlar o'tkazish jarayonida nazorat qilishning buzuvchi uslublaridan foydalanilsa va ko'rsatilgan tashqi ta'sirlar natijasida sinalayotgan obyekt foydalanishga yaroqsiz bo'lib qolsa, bunday sinashlar

buzuvchi hisoblanadi. Buzmaydigan nazorat o'tkazish uslublari sinalayotgan obyektning ishlash hususiyatlarini to'ldirib beradi, tahlil qilish vaqti qisqaradi, ko'pgina hollarda buzilishlarni aniq joyi va ko'rinishi aniq o'rnatiladi.

## **2.4. Tajriba va stendlarda sinashlar o'tkazish**

Tajribalarda va stendlarda sinashlar o'tkazishning quyidagi usullari mavjud: ketma-ket, parallel, ketma-ket-parallel va kombinirlashgan.

Ketma-ket sinov o'tkazish usulida dasturda ko'zda tutilgan hamma sinovlar faqat birgina elektron vositada ketma-ket ravishda o'tkaziladi. Bu usulning kamchiligi obyektning bir TTFdan boshqasiga o'tishini sinashda uning fizik strukturasi degradatsion o'zgarishlarning yig'ilib qolishidir. Natijada har bir oldingi sinash o'zidan keyingi sinash natijasiga ta'sir ko'rsatadi. Bu esa, sinashlar natijasi interpretatsiyasini qiyinlashtiradi va elektron vositalarining ishdan chiqishini tezlashtiradi.

Parallel usulda sinovlar o'tkazishda bir nechta tanlanmalarga bir vaqtda (parallel) turli TTF ta'sir qiladi. Bu usul ketma-ket usulga nisbatan qisqa vaqt ichida sinalayotgan namunani ishdan chiqishini minimallashtirib katta hajmda ma'lumot olish imkonini beradi. Biroq parallel usul ketma-ket usulga nisbatan ko'p miqdorda sinov mahsulotlarini talab qiladi. Ketma-ket, parallel usul esa kelishilgan usul hisoblanadi. Bu sinash usuliga ko'ra hamma sinalayotgan mahsulotlar parallel sinash uchun bir nechta guruhga bo'linadi. Bu guruhlarda sinashlar ketma-ket usulda o'tkaziladi. Tajribalarda EVni sinov sharoitlarini ishlatish jarayonidagi real sharoitlariga yaqinlashtirish maqsadida sinashlarning kombinirlashgan usulini qo'llash keng tarqalmoqda, bu usulda EVga bir vaqtda bir nechta tashqi faktorlar ta'sir qiladi.

Laboratoriyada EVni sinash sharoitlarini ekspluatatsiyaning real sharoitlariga yaqinlashtirish maqsadida kombinirlashgan usulni qo'llash keng tarqalmoqda, bu usulda EVga bir vaqtda bir necha tashqi faktorlar ta'sir qiladi.

## Tashqi ta'sir

2-jadval

| Tashqi ta'sir         | Yuqori harorat | Past harorat | Namlik | Yomg'ir | Tuman (dengiz) | Quyoshli radiatsiya | Zamburug'lanish | Chang va qum | Past atmosfera bosimi | Shamol | Havoni ifloslanishi | Tuman (tuzli) | Titrash | Ovoz bosimi | Zarba | Ionlashgan gazlar | Kosmik ta'sir |
|-----------------------|----------------|--------------|--------|---------|----------------|---------------------|-----------------|--------------|-----------------------|--------|---------------------|---------------|---------|-------------|-------|-------------------|---------------|
| Yuqori harorat        |                |              | 1      | X       | 6              | 1                   | 4               | 6            | 1                     | 1-     | X                   | 1             | 1       | 1           | 1     | 1                 | X             |
| Past harorat          |                |              | 1      | 1-      | X              | 6                   | 6               | 1-           | 3-                    | 3      | X                   | 6             | 1       | 1-          | 1     | 6                 | X             |
| Namlik                | 1              | 1            |        | 4       | 4              | 1-                  | 4               | 1-           | 1                     | X      | 1                   | 6             | 1-      | X           | X     | X                 | X             |
| Yomg'ir               | X              | 1-           | 4      |         | 2              | 7                   | 4               | X            | X                     | 3      | 5                   | 6             | X       | X           | X     | X                 | X             |
| Tuman (dengiz)        | 6              | X            | 4      | 2       |                | 6                   | 4               | 1-           | X                     | 6      | 1                   | 1-            | X       | X           | X     | X                 | X             |
| Quyoshli radiatsiya   | 1              | 6            | 1-     | 7       | 6              |                     | 6               | 1-           | 1-                    | 1      | X                   | 1             | 1       | X           | X     | 1                 | 5             |
| Zamburug'lanish       | 4              | 6            | 4      | 4       | 4              | 6                   |                 | X            | X                     | X      | X                   | X             | X       | X           | X     | 6                 | X             |
| Chang va qum          | 6              | 1-           | 1-     | X       | 1-             | 1-                  | X               |              | X                     | 3      | 1-                  | 1-            | 1-      | X           | X     | X                 | X             |
| Past atmosfera bosimi | 1              | 3-           | 1      | X       | X              | 1-                  | X               | X            |                       | 6      | X                   | X             | 1-      | X           | 1-    | 5                 | 3-            |
| Shamol                | 1-             | 3            | X      | 3       | 6              | 1                   | X               | 3            | 6                     |        | 5                   | 1             | X       | 1-          | X     | X                 | X             |
| Havoni ifloslanishi   | X              | X            | 1      | 5       | 1              | X                   | X               | 1-           | X                     | 5      |                     | X             | X       | X           | X     | X                 | X             |
| Tuman (tuzli)         | 1              | 6            | 6      | 6       | 1-             | 1                   | X               | 1-           | X                     | 1      | X                   |               | 1-      | X           | X     | X                 | X             |
| Titrash               | 1              | 1            | 1-     | X       | X              | 1                   | X               | 1-           | 1-                    | X      | X                   | 1-            |         | X           | X     | X                 | X             |
| Ovoz bosimi           | 1              | 1-           | X      | X       | X              | X                   | X               | X            | X                     | 1-     | X                   | X             | X       |             | X     | X                 | X             |
| Zarba                 | 1              | 1            | X      | X       | X              | X                   | X               | X            | 1-                    | X      | X                   | X             | X       | X           |       | X                 | X             |
| Ionlashgan gazlar     | 1              | 6            | X      | X       | X              | 1                   | 6               | X            | 5                     | X      | X                   | X             | X       | X           | X     |                   | 1-            |
| Kosmik ta'sir         | X              | X            | X      | X       | X              | 5                   | X               | X            | 3-                    | X      | X                   | X             | X       | X           | X     | 1-                |               |

## 2.5. Elektron vositalarini sinash dasturi

Sinash dasturi (SD) – bu bajarilishi lozim bo‘lgan tashkiliy-uslubiy hujjat bo‘lib, u quyidagicha to‘ldiriladi:

Uning titul varaqasiga quyidagilar yoziladi:

-dastur nomi (masalan, «Mikroyiqilmalarni turlari bo‘yicha sinash»);

-mahsulot ishlab chiqarishni olib boriladigan mavzu nomi;

-sinash dasturiga hayriyoqlar va tasdiqlovchilar imzosi (elektron vositalarini yaratuvchi, kerak bo‘lsa buyurtmachi vakili).

SD olti bo‘limdan iboratdir.

Birinchi bo‘lim «sinash obyektini» bo‘lib, o‘z ichiga sinash obyektining nomlanishi, chizmadagi va korxonadagi tartib raqami, ishlab chiqariladigan muddatini oladi.

Ikkinchi bo‘lim esa, «sinashning maqsadi» bo‘lib, bunda sinashning aniq bir maqsadi (yoki maqsadlari) belgilab olinadi.

Uchinchi bo‘lim «sinash o‘tkazish zaruriyatining asoslanishi» hisoblanib, unda sinashni o‘tkazish zaruriyatini ko‘rsatuvchi reja hujjatlari keltiriladi (masalan, sifatni ta‘minlovchi dastur).

To‘rtinchi bo‘lim «sinashni o‘tkazish joyi va sinashni ta‘minlash» hisoblanib, o‘z ichiga sinashlar o‘tkaziladigan bo‘limlar nomlarini hamda sinashga tayyorgarlik ko‘rish va sinov o‘tkazishning hajmi, bajarish muddati va ishni bajaruvchilar bo‘yicha ish rejasini oladi.

Beshinchi bo‘lim «sinash metodikasi» bo‘lib, unda sinashlar tarkibi ochib beriladi va u ikkita qismga bo‘linadi. Birinchi qismda sinash shartlari (namunalar soni, ularni guruhlariga taqsimlanishi, turli guruhlarda sinashlar o‘tkazish ketma - ketligi) va ularni o‘tkazish uchun zarur bo‘lgan uskunalarning chizmalari tartib raqamlari keltiriladi. Ikkinchi qism mahsulotning nazorat qilinadigan parametrlari haqida ma‘lumotlarni va ularni o‘lchash yoki aniqlash uchun kerak bo‘ladigan hujjat ko‘rsatmalarini o‘z ichiga oladi.

Oltinchi bo‘lim «sinash natijalarini hujjatlashtirish» bo‘limi hisoblanib, unda sinash natijalarini shaklini tasvirlovchi bayonnoma, hisobot, texnik ma‘lumotnomalari to‘ldiriladi.

SD asosiy bo‘limlari tashkil etuvchilari va ularni o‘tkazish bo‘yicha ko‘rsatmalar.

Birinchi bo‘limni tayyorlashda shuni hisobga olish kerakki, sinash natijalari asosida sinov obyektini haqida u yoki bu qaror qabul qilinadi (yaroqli, yaroqsizligi, keyingi sinashga jo‘natish yoki seriyali ishlab chiqarishga berish va boshqalar). Sinash obyektlari bo‘lib: maketlar, modellar, mahsulotning ilmiy – tadqiqot ishlarini loyihalash bosqichida tayyorlangan tajribaviy namunalari, mahsulotning tajriba namunasini tayyorlash bosqichida yaratilgan tajriba namunasi, ishlab chiqarishdagi mahsulot namunalari, seriyali ishlab chiqarishdagi namunalar hisoblanadi.

Ikkinchi bo‘limda tashkil etiladigan sinash maqsadlari yetarli-cha turlidir. Ular sinashlar turlari va mahsulotning hayotiy sikli bosqichi kabi aniqlanadi.

Sinashlar maqsadi ularning nomlanishida aks etadigan vazifasini ochib beradi. Shuning uchun sinashlar nomini hujjatlashtirishda ularning vazifasini belgilab aniqlab olish kerak, ya‘ni maqsadga ko‘ra qaysi sinash turlariga tegishlilikini (tadqiqot olib borish bilan nazorat qiluvchi, taqqoslovchi, aniqlovchi sinashlar) aniqlash kerak bo‘ladi. Shu bilan birga sinashlar nomida sinovlar ko‘rinishining boshqa belgilari ham sinovlar o‘tkazish davri, ularning davomiyligi, ta‘sir etishning ko‘rinishi va natijasi hisobga olinishi kerak. Sinashlar nomi mos ravishda ikki yoki undan ortiq belgilarni o‘z ichiga olishi mumkin. Masalan, tashkilotlararo va ishonchlilikka asoslangan davriy stend sinashlari.

Sinashlarni o‘tkazish rejasi SDning to‘rtinchi bo‘limiga kirib, sinashlar o‘tkazish uchun kerak bo‘lgan ishlardan tashkil topadi (namuna tayyorlash, texnik nazorat namunalari qabuli, sinashlar namunalari parametrlarini o‘lchash va aniqlash, qurilmani sinovlar o‘tkazish uchun tayyorlash, sinovlar o‘tkazish, natijalarni shakllantirish va boshqalar).

Sinash dasturining beshinchi bo‘limiga kiruvchi sinash shartlari obyektga va obyektning ishlash tartibiga ko‘rsatiladigan ta‘sirilar to‘plami tushuniladi. Ma‘lumki, sinash shartlari obyektga obyektiv va subyektiv faktorlar ta‘siri bilan xarakterlanadi. Sinashning asosiy maqsadi ishonchli bo‘lmagan mahsulotlar haqida axborot olish bo‘lgani uchun, ta‘sir etuvchi faktorlarni tanlash birinchi darajali qiymatga ega bo‘ladi. Lekin ta‘sir etuvchi faktorlarni tanlashning asosiy tamoyillari bo‘lib quyidagilar hisoblanadi: sinashlar sharti,



ishlatish shartiga mos kelishi, eskirish va buzilish mexanizmini hisobga olish, konstruksiyasini barcha elementlarini ishonchligini hisobga olish.

## **2.6. Elektron vositalarni sinash uslublari**

Sinash uslublarini ishlab chiqish sinashga tayyorgarlik ko'rish masalalaridan biridir. Sinashlar uslubi (SDdagi kabi) – bu bajarilishi shart bo'lgan tashkiliy uslubiy hujjatlar hisoblanadi. Unda sinashlar uslubi, sinash shartlari va vositalari, namuna tanlash tartibi, sinov o'tkazilayotgan mahsulotining bir necha o'zaro bo'g'liq xarakteristikalaridan birini aniqlash uchun bajariladigan operatsiya algoritmi, Sinash usulini o'tkazish jarayoni mustaqil hujjatda yoki SDda beriladi natijalar aniqligini tasvirlash shakllari formallashtiriladigan bo'ladi. Uslub tayyorlanayotgan elektron vositalarning mahsulotning tayyor holatini tashkil etuvchi qismi bo'lib ham hisoblanadi. Sinovlar o'tkazish uslublari ularni o'tkazish jarayonini aniqlaydi.

Sinash natijalari sinash uslubi sifati va sinaluvchi obyekt xususiyatlari bilan aniqlanadi. Sinash natijalaridagi xatoliklarini baholashda sinov o'tkazishdagi uslubiy xatoliklarni ajratib ko'rsatish muhimdir. Natijalar aniqliligini tasvirlash shakllari formallashtiriladigan bo'ladi. Sinash uslubiga bo'lgan umumiy talablar o'z ichiga sinash usuliga, texnik vositalarga va sinash o'tkazish shartlariga bo'lgan talablarni oladi. Sinash uslubini yaratishda usul tanlash juda muhim hisoblanadi. Sinovlar o'tkazish uslublari ularni o'tkazish jarayonini aniqlaydi, shuning uchun sinash uslubiga bo'lgan asosiy talab sinov jarayonini maksimal samaradorligini va natijadagi xatoliklarni minimallashtirishni ta'minlaydi.

Sinash usuli bu mahsulotni normativ–texnik hujjatlar talablariga mos kelishini tekshirish imkoniyatini yaratuvchi sinash o'tkazish uchun mos ravishda tekshirishni ta'minlovchi, ma'lum tamoyil va vositalarni qo'llash qoidalari to'plamidir. Usulni tanlashda mahsulotning konstruktiv - texnologik xususiyatlari, nazorat qilinayotgan parametrlar me'yori, berilgan aniqlikda ularni nazorat qilish, sinashni o'tkazishda xavfsizlik talablari hisobga olinishi kerak bo'ladi.

Barcha o'tkazilayotgan sinashlar maksimal texnik samaradorlikka erishish uchun minimal sarf - xarajat bilan ta'minlanishi kerak. Sinash samaradorligi sinashlar o'tkazish tartiblari rejimi bilan avtomatik ravishda qo'llaniladigan uslublardan foydalanilganda ortadi. Sinashlar o'tkazishdagi iqtisodiy tahlil tiklanmaydigan qimmat turadigan funksional jihatdan murakkab bo'lgan elektron vositalarni sinashda ularni buzmaydigan sinov uslublaridan foydalanish maqsadga muvofiqligini ko'rsatadi.

Sinash uslublarida sinashlar o'tkazish jarayonining quyidagi bosqichlari mavjuddir: qurilmalarni sinash uchun tekshirish, mahsulotni sinashga tayyorlash, sinash o'tkazish uchun kerakli qurilmalarni va sinaluvchi mahsulotni birgalikdagi tekshirish, sinash natijalari va sinovlar o'tkazish shartlari haqidagi ma'lumotlarni ro'yxatga olish.

Sinash o'tkazish uchun kerakli qurilmalarni tekshirish va ularni sinashlar o'tkazishga tayyorlash oxirgi natijalarni muvoffaqiyatli chiqishi uchun hal qiluvchi ahamiyatga egadir. Texnik imkoniyatlariga qarab sinash o'tkazuvchi qurilma sinaluvchi mahsulotning hayotiy davomiylik boqichlari bilan mos tushishi kerak. Bundan tashqari elektron vositalarni loyihalash bosqichidan ularni ishlatish bosqichiga o'tilishi bilan bu qurilmalarning xarakteristikalariga bo'lgan talab ortib boradi.

Mahsulotlarni sinashga tayyorlash o'z ichiga mahsulot sifatini xarakterlovchi parametrlarni tanlash, uning tashqi ko'rinishini ko'rib chiqish va sifat parametrlarini o'lchashni oladi. Mahsulot funksional va fizik parametrlari bo'yicha hamda tashqi belgilari bo'yicha nazorat qilinadi. Sinash o'tkazish jarayonidagi o'lchash va nazorat qilishi kerak bo'lgan parametrlarni tanlashda ularni turli ta'sirlarga sezgirliги haqida maksimal axborotga ega bo'lish va sinalayotgan elektron vositaning sifatini obyektiv baholash e'tiborga olinishi kerak.

Sinash jarayonida olingan axborot beruvchi parametrlar o'zgarish qonuniyatlari mahsulotni ishlatish sharoitidagi holatini oldindan aytish usuli asosida qo'yilishi mumkin. Cheklangan sondagi axborot beruvchi parametrlarni ratsional tanlash sinash o'tkazishdagi o'lchashlar hajmini va bahosini qisqartiradi.

Sinashlar o'tkazuvchi qurilma va sinaluvchi mahsulotni birgalikda tekshirish sinov o'tkazish uchun: mahsulotni sinashda qurilma o'z funksiyalarini bajarishini, sinash o'tkazish jarayonida yuzaga keladigan yuklanishda shikastlanmasdan, sinalayotgan mahsulot parametrlarining qurilma parametrlari bilan mos tushishligi ko'rib chiqilishi kerak. Agar qurilma bu mahsulotlarni sinash uchun ilk bor qo'llanilayotgan bo'lsa, bunday tekshirish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Degradatsion jarayonlarni o'rganish maqsadida o'tkazilayotgan elektron vositalarni sinashda namuna parametrlari normal iqlimiy sharoitga ushlab turilgandan so'ng o'lchanadi. Ushlab turish vaqti o'lchanayotgan parametrning barqarorligini ta'minlaydi.

Qaytuvchi jarayonlarni o'rganishda namunalarni normal sharoitida ushlab turish tavsiya qilinmaydi. Parametrlarni o'lchash oldindan belgilangan ketma-ketlikda bajariladi.

Sinash natijalarini ro'yxatga olishda barcha ma'lumotlar haqida ochiq yozuvlarni olib borish kerak bo'ladi, ya'ni sinov davomida bajarilgan to'g'irlashlar haqida hamda qurilmalar montaj sxemalarining joylashish sxemasi berilishi kerak. Bunday bitta tizimda berilgan barcha kirishdagi va chiqishdagi berilganlarni, o'lchov birliklari bilan ro'yxatga olishni kafolatlaydigan yozuvda: atrofda shart – sharoitlarni xarakterlovchi parametrlar tartibi (harorat, namlik, changlanganlik), sinovlarni ro'yxatga olingan vaqti, sinash o'tkazuvchilar haqida ma'lumotlar, sinalayotgan mahsulotning aniq turi, izohi va qabul qiluvchi sinashlar hollaridagi qabul qilish yoki yaroqsizlik mezonlari haqida ma'lumotlar bo'lishi kerak.

## **2.7. Elektron vositalar buzilishlari, sinflanishlari va ularni tahlil qilish**

Buzilish deb mahsulotning ishlash qobiliyatidagi nosozliklar yuzaga kelgan holatiga aytiladi. Mahsulotning buzilishiga olib keladigan fizik-kimyoviy jarayonlar buzilish mexanizmi deyiladi. Buzilishlar kriteriyalari masalan, parametrning oshib ketishi mahsulotni buzilishiga olib keladigan maksimal ruxsat etilgan qiymati normativ – texnik hujjatlarda shu mahsulot uchun o'rnatiladi. Buzilishlar birdan

yuzaga keluvchi, sekin – asta yuzaga keluvchi va oraliqda yuzaga keluvchi buzilishlarga bo‘linadi.

Birdaniga yuzaga keluvchi buzilishlar mahsulotning bir yoki bitta yoki bir nechta parametrlarining birdaniga sakrab o‘zgarishi bilan xarakterlanadi. Birdaniga yuzaga keluvchi buzilishlar mahsulotning konstruktiv nuqsonlariga, undan tashqari TJlarning ish bermasligi yoki buzilishlariga bo‘g‘liq bo‘ladi. Ular mahsulotning elektrik va mexanik chidamliligining o‘zgarishlarida namoyon bo‘lib, uning buzilishiga olib keladi. Shuning uchun birdaniga yuzaga keluvchi buzilishlar halokatga olib keluvchi buzilishlar hisoblanadi. Bunday buzilishlarni oldindan aytib bo‘lmaydi va ular zaxiralash amalga oshirilmasa elektron vositani ishdan chiqishiga olib keladi.

Sekin – asta yuzaga keluvchi buzilishlar mahsulotning bir yoki bir necha nazorat qilinayotgan parametrlarining bosqichma - bosqich o‘zgarishi bilan xarakterlanadi. Bunday buzilishlar yaroqlilik tekshirilayotgan parametrlarning qiymatlari o‘rnatilgan norma-dan chetga chiqib ketishi natijasida yuzaga keladi.

Mahsulotning yaroqliligi uning parametrlarining yaroqlilik mezonlari kriteriyalari bo‘yicha baholanadi. Sekin – asta yuzaga keluvchi buzilishlar shartli buzilishlar hisoblanadi. Yaroqlilik mezon kriteriyasining bitta qiymatida ba’zi holatlarda obyekt ishlay olish qobiliyatini yo‘qotishi mumkin va ba’zi holatlarga esa unga ta’sir qilmaydi. Shunga ko‘ra, buzilishlar vaqtga bo‘g‘liq o‘zgaruvchi parametrlarning buzilishga olib keluvchi qonuniyatli o‘zgarishi bilan xarakterlanganligi sababli ularni yuzaga kelishini aytib berish mumkin.

Oraliqda yuzaga keluvchi buzilishlar mahsulotga tashqi ta’sirlar qo‘yilganda yuzaga kelib, ular olib tashlanganda yo‘qoladigan buzilishlar hisoblanib amalda birdaniga yuzaga keluvchi va sekin – asta yuzaga keluvchi buzilishlar bilan bir qatorda tez-tez uchrab turadi. Masalan, yarim o‘tkazgichli qurilmalarda tashqi yuklanish ta’sirida oraliq buzilishlar ikki elektrod orasidagi qarshilikning qisqa vaqtda oshib ketishi natijasida paydo bo‘ladi. Bu esa nazoratdagi zanjirdan oqib o‘tayotgan tokni kamayishiga olib keladi. Yuklanish olingandan so‘ng boshlang‘ich o‘tkazuvchanlik tiklanadi. Oraliq buzilishlar elektron vositalarni elektrik rejimda iqlimiy va mexanik

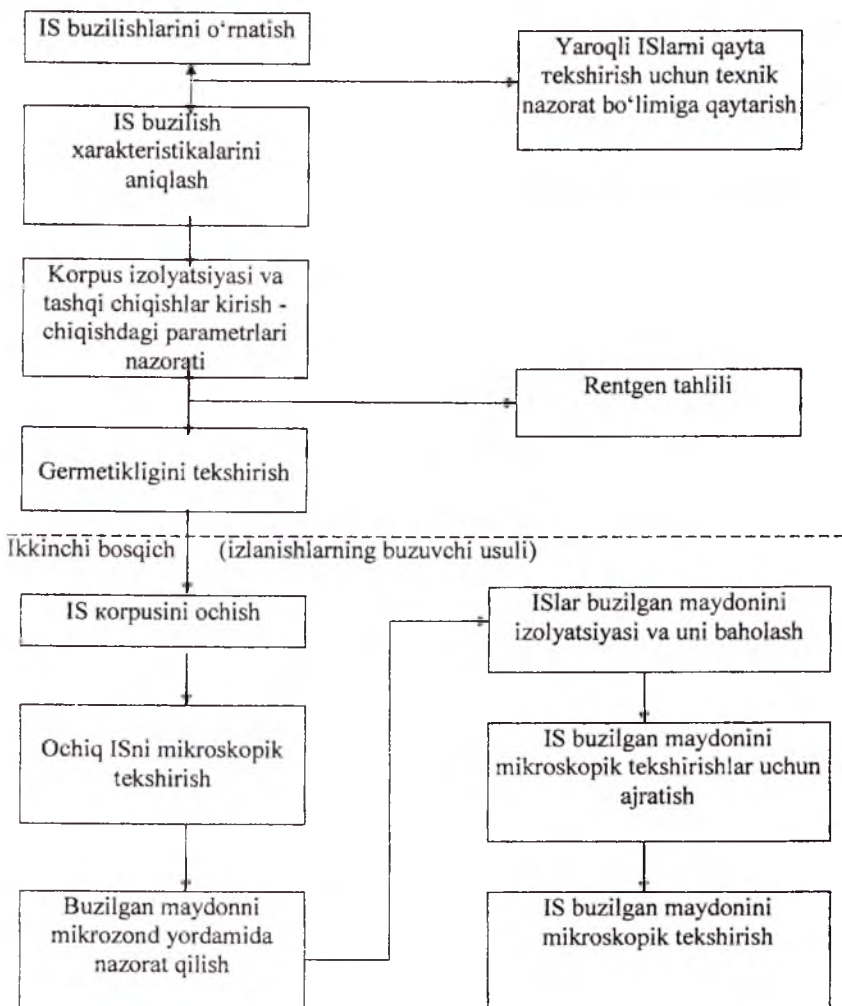
sinashlar o'tkazish jarayonida vujudga keladi. Mexanik sinovlar o'tkazishda oraliq buzilishlarni yuzaga kelishidagi yuklanish bo'lib vibratsiya yoki ko'p marotabali urishlar, klimatik sinovlar o'tkazishda esa, termik yuklanishlar hisoblanadi. Mahsulotning buzilishi sabablarini yo'qotish kerak bo'ladigan hayotiy davrini bosqichlariga ko'ra barcha buzilishlar konstruksion, ishlab chiqaruvchi va ishlatishdagi buzilishlarga bo'linadi. Ular mahsulot yoki uning elementlari uchun o'rnatilgan qoidalarni yoki shartlarni buzilishi natijasida yuzaga keladi, ya'ni mahsulot yoki uning elementlarini konstruksiyalashda, ishlab chiqarishda yoki ularni ishlatishda yuzaga keladigan buzilishlar hisoblanadi. Bunday bo'linish ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifati masalalari bo'yicha ishlab chiqaruvchi va iste'molchi orasidagi ququqiy munosabatlarni boshqarish imkonini beradi.

EVlar ishonchliligining ortishi bilan buzilishlar soni kamayadi. Bu esa, o'z navbatida mahsulotni ishlab chiqaruvchi tashkilot bilan bog'lanish uchun kerak bo'lgan TJ nuqsonlari haqidagi axborotni ham kamayishiga olib keladi. Shuning uchun sifatini ta'minlovchi dasturda buzilishlarni tahlil qilish alohida ahamiyatga ega hisoblanadi. Bunda mahsulotni ishlab chiqarishda, sinashda va ishlatishda yuzaga keladigan buzilishlar ko'rinishlari aniqlanadi, ular haqidagi ma'lumotlar buzilishlarni o'rganish va ularni sinflash uchun umumlashtiriladi. Olingan ma'lumotlar asosida yuzaga keladigan buzilishlarni yo'qotishga takliflar ishlab chiqariladi. Buzilishlarni tahlil qilish ishonchlik muammosiga fizik yaqinlashish asosini tashkil qiladi. U keyinchalik qayta ishlanishi va tizimlashtirilishi kerak bo'ladi. Bu masala integral sxemalardan foydalanilganda murakkablashadi, chunki bu holatda buzilishlarni tahlil qilish uchun ko'pgina mutaxassislarni jalb qilgan holda sezilarli vaqt sarf qilib katta hajmda o'lchash va tekshirishlarni o'tkazish kerak bo'ladi. Lekin ishlab chiqarish sharoiti aniqlangan turdagi buzilishlar yuz berishini kamaytirishni talab qiladi. Integral sxemalardan foydalanilganda bunday qarama-qarshilikni yo'qotish maqsadida buzilishlarni tahlil qilish ikki bosqichga bo'linadi: birlamchi va ikkilamchi.

Birlamchi tahlil qilishda buzilish belgilari aniqlanadi, EVning buzilgan elementlari aniqlanadi, buzilish turi va sabablari o'rnatiladi va bu sabablarni yo'qotish uchun yoki ikkilamchi tahlil qilishni

o'tkazish uchun tavsiyalar beriladi. Integral sxemalar buzilishlarining birlamchi tahlil qilishni sxematik uslubi 11-rasmda keltirilgan.

Birinchi bosqich (izlanishlarning buzilmaydigan usuli)



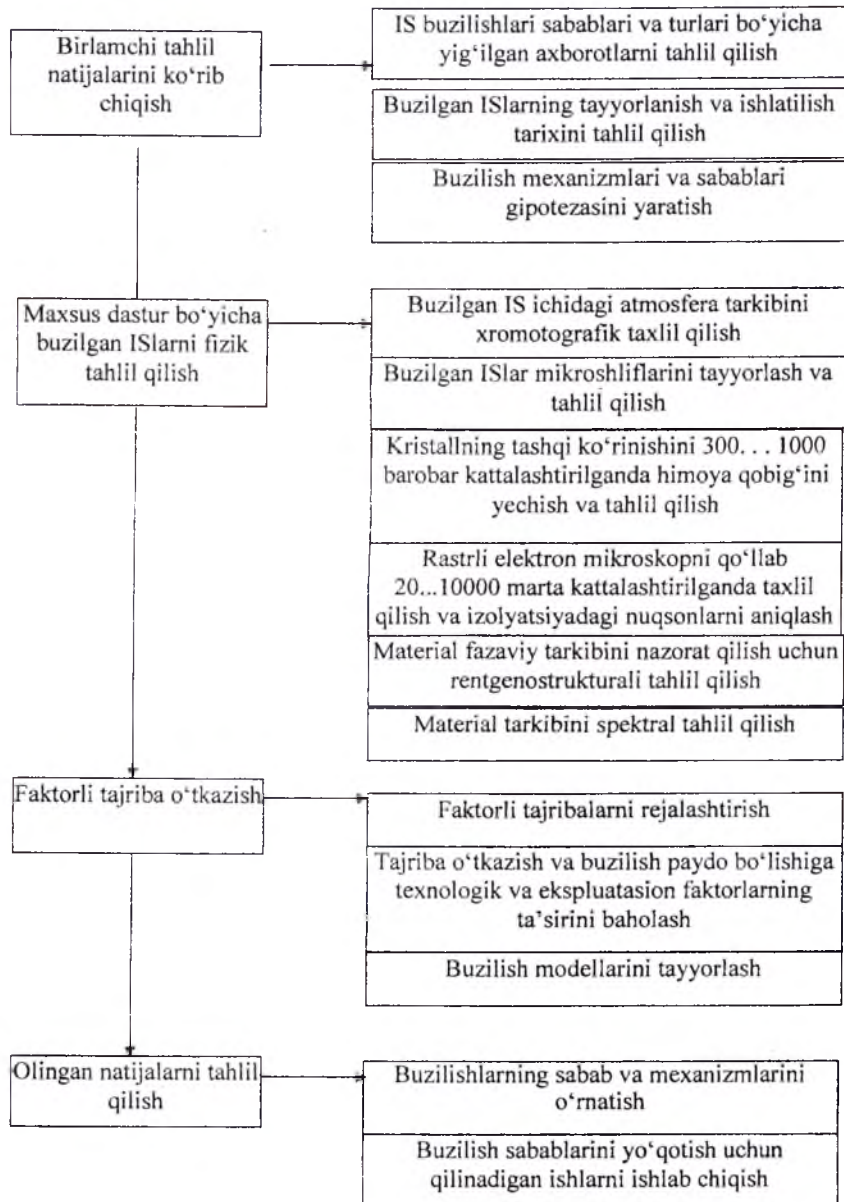
11-rasm. IS buzilishlarini birlamchi tahlil qilish uslubi

Keltirilgan uslub bo'yicha buzilishlar haqida to'la hajmdagi boshlang'ich ma'lumotlar olinadi, ular oddiy EVlar namunalari uchun tahlil qilishdagi ba'zi bir amallarni olib tashlash uchun qisqartirilishi mumkin. Boshlang'ich tahlil odatda bir necha kunga cho'ziladi. U har doim ham buzilish sababini to'liq aniqlay olmaydi, biroq qoidaga ko'ra kerakli bo'lgan dastlabki ma'lumotni olishni ta'minlaydi. Buzilish sabablarini to'la ochish uchun ikkilamchi tahlil o'tkaziladi.

Ikkilamchi tahlil – bu fizik, fizik-kimyoviy va statik usullarni jalb qilib, EVlardagi buzilish sabablarini va mexanizmlarini tekshirish jarayonidir. Ularni o'tkazish natijasida buzilishlar mexanizmlari aniqlanadi, ularning fizik modeli qurilib, buzilish sabablari aniqlanadi va bu sabablarni yo'qotish bo'yicha ko'rsatmalar ishlab chiqiladi. Ikkilamchi tahlil obyektlari bo'lib buzilgan elektron vositalar ularni tayyorlashning texnologik jarayonlari, mahsulot qo'llashning sharti va tartibi, undan tashqari qabul qilinishdagi sinashlarning ham sharti va tartibi bo'lishi mumkin. Buzilishlarning ikkilamchi tahlilini formallashtirish juda murakkabdir shuning uchun uni tahlil qilish muddati, uslubi va maqsadi ko'rsatilgan maxsus dastur asosida amalga oshiriladi. Elektron vositalarning ikkilamchi tahlilining ba'zi usul va vositalari 12-rasmda keltirilgan.

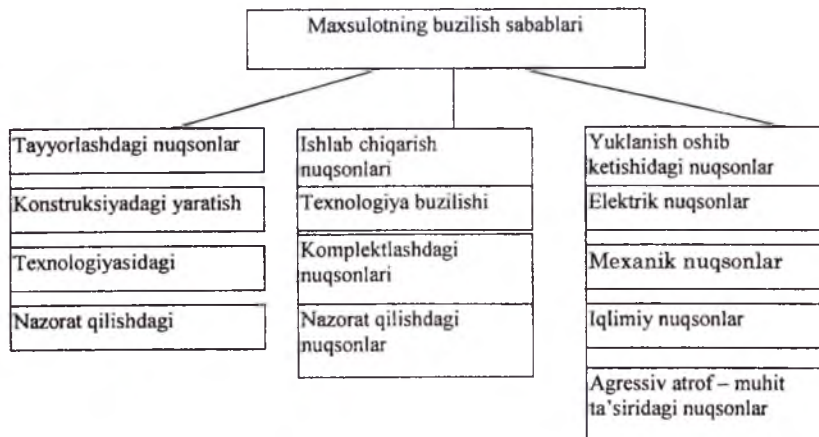
Elektron vositalarning buzilish sabablarini tahlil qilish qilish nuqsonlarni topish va ularni yuzaga kelishidan ogohlantirish uslubiyatini ishlab chiqish imkoniyatini beradi. Birlamchi va ikkilamchi tahlil qilish asosida buzilishlarni sinflash sxemasi tuziladi (13-rasm).

Buzilishlarning haqiqiy sabablarini va mexanizmlarini o'rnatish mahsulot konstruksiyasini texnologik jarayonlarini va ularni tayyorlashni optimallashtirish imkoniyatini beradi, bundan tashqari aniqlangan turdagi buzilishlar sonini kamaytirish yoki yo'qotish maqsadida mahsulotni yuklashni optimallashtiradi.



12-rasm. Buzilishlarning ikkilamchi tahlilini o'tkazish uslubiyatlari





**13-rasm.** Buzilishlar sabablarini sinflash sxemasi

## II bobga doir savollar

1. EVlarni sinashda qanday tasodifiy holatlar mavjud?
2. Qanday amaliy holatlarda EVni sinash va nazorat qilishda tasodifiy miqdor taqsimoti kompozitsiyasi va superpozitsiyasiga duch kelinadi?
3. Mahsulotni sifat nazorati uchun qo'llaniladigan general va tanlov xarakteristikalarini aytib bering.
4. EVlarni sinashlarni sinflashni qanday tamoyillari mavjud?
5. EVlarni real ishlatishlardan, ularni ustida stendlarda va tajribalarda o'tkazilgan sinashlar nimasi bilan farqlanadi?
6. EVlarni modellaridan foydalanib o'tkaziladigan qanday sinashlarni bilasiz?
7. EVlarni buzilmasdan ishlash sohasi qanday aniqlanadi?
8. Mo'ljallanishi bo'yicha o'tkaziladigan qanday sinovlar o'tkazishni bilasiz, bunday sinovlarni o'tkazishdan maqsad nima?
9. EVlar puxtaligi qanday xususiyatlar bilan xarakterlanadi?
10. Sinashlarni o'tkazishning ketma-ket, parallel usulining afzalliklari nimada?
11. Sinovlar o'tkazish dasturlarining qanday asosiy bo'limlari mavjud va ularning xarakteristikalari qanday?

12. EVlarni sinashda ta'sir etuvchi faktorlarni tanlashning asosiy tamoyillari qanday?

13. Ta'sir etuvchi faktorlarni tanlashga fizik yondoshishning ma'nosi nima?

14. Mahsulotni sinovlar o'tkazish uslubiga asoslanib sinashga tayyorlash nimani anglatadi?

15. EVlardagi buzilishlar qanday tamoyillar bo'yicha sinflanadi?

16. Buzilishlarning qanday ko'rinishlarini bilasiz?

17. EVlardagi buzilishlarni birlamchi va ikkilamchi tahlil qilish nima uchun kerak bo'ladi?

---

### **III BOB. ELEKTRON VOSITALARNI MEXANIK TA'SIRLARDA SINASH**

#### **3.1. Mexanik ta'sirlar haqida umumiy ma'lumotlar**

Mexanik sinashlarning quyidagi turlari bor: EVlar konstruksiyasida rezonans chastotalarning borligini aniqlash va berilgan chastota diapozonida ularning bor yo'qligini tekshirish; turli titrashlarga turg'unlik va mustahkamlikni aniqlash uchun sinash; zarbga turg'unligini va mustahkamligini sinash; chiziqli tezlanishlarga va akustik shovqinga va yakka zarblarga ta'sirini sinash. Barcha mexanik sinashlar normal iqlimiy sharoitlarda elektrik kuchlanishlar ostida yoki ularsiz o'tkaziladi. Sinashlar davomida EVlardan va stenddan issiqlik chiqishi hisobiga atrofdagi havo harorati me'yoriy – texnik hujjatlarda EVlar uchun o'rnatilgan muhit haroratidan oshib ketmasligi kerak, aks holda stendlar shamollatiladi.

Mexanik sinashlarda EVni mahkamlash usuli mahsulotning tayyor holatida va sinash dasturlarida ko'rsatiladi. Bunda EVni ishlatish jarayonidagi uning barcha joylashish holatlari hisobga olinadi. Biroq, ishlab chiqarish barqarorligini samarali nazorat qilishni ta'minlash uchun va EVlarni mos mexanik ta'sirlarga turg'unligini aniqlash uchun boshqa mahkamlash usullaridan ham foydalanishga yo'l qo'yiladi. Xususiyl amortizatorga ega mahsulotlar o'ziga mahkamlanadi. Berilgan rejimda chidamlilik vaqti sinash rejimining parametrlariga erishilgandan boshlab hisoblanadi.

Izlanishlar shuni ko'rsatadiki, elektron vositalarga ko'proq titrashli yuklanishlar va yakka zarblar ko'proq ta'sir qiladi. Shuning uchun ko'rsatilgan ta'sirlarni sinash birinchi navbatda o'tkaziladi. Qolgan boshqa mexanik ta'sirlarni sinash qo'shimcha sinashlar hisoblanadi. Akustik shovqinlarning ta'sirini aniqlash uchun o'tkaziladigan sinashlar EVlarning mahsulot konstruksiyasini amortizatsiya qilnadigan xususiyatiga va uni mustahkamlashga ta'siri

bo'lgani uchun aniqlab bo'lmaydigan defektlarini aniqlash imkoniyatini beradi.

Mexanik sinashlar ko'rinishlari va ularning ketma-ketligi sinash dasturlarida ko'rsatilgan bo'lib, EVning mo'ljallanishi, ekspluatsiya qilish sharti va ishlab chiqarish turiga bog'liq hisoblanadi. Masalan, tajriba va o'rnatilgan seriya namunasini aniqlovchi sinashlar dasturida barcha mexanik sinashlar ko'rinishlari mavjud bo'ladi. Ko'plab ishlab chiqarishdagi namunalar uchun esa ular doimo sinab turilgani sababli EV texnik shartlarida ko'rsatiladigan sinashlar o'tkaziladi.

Elektron vositalarning ishonchli ishlashi ularning konstruksiyalarida titrashlarga mustahkamligi, titrashlarga turg'unligi rezonans chastotasiga va boshqa xarakteristikalariga bo'lgan zaxirasi bilan ta'minlanadi. EVning rezonans chastota bo'yicha konstruktiv zahirasi konstruktiv zaxira koeffitsiyenti yordamida baholanadi.

$$K_z = f_{OH}/f_B$$

bu yerda,  $f_{OH}$  – sinalayotgan mahsulotning eng kichik rezonans chastotasi,

$f_B$  – MTXda berilgan ish diapazonining yuqori chastotasi.

Formuladan ko'rinib turibdiki,  $f_{OH}$  qiymati qanchalik katta bo'lsa,  $K_z$  shunchalik katta bo'ladi, teng ishchi sharoitlarda titrashlarga mustahkamlik yuqori bo'ladi.

### 3.2. Elektron vositalardagi titrashlar turlari

Elektron vositalarda yuz beradigan tebranishlarga ko'ra determinlashgan va tasodifiy titrashlar mavjud bo'ladi. Determinlashgan titrashlar, agar ularni izohlovchi  $x(t)$  funksiya bir xil  $T$  vaqt oralig'ida davriy qonun bo'yicha o'z qiymatini o'zgartirsa yuzaga keladi (14-a rasm).  $x(t)$  egri chiziq bu intervallarda ixtiyoriy shaklga ega bo'ladi. Garmonik titrash davriy titrashning bir turi bo'lib, vaqt o'tishi bilan  $x(t)$  egri chiziq sinusoidal qonun bo'yicha o'zgaradi (14-b rasm).

Sinashlar amaliyotida garmonik titrashlarni sinusoidal titrashlar deb atashadi. Agar tebranishlarning boshlang'ich fazasidan

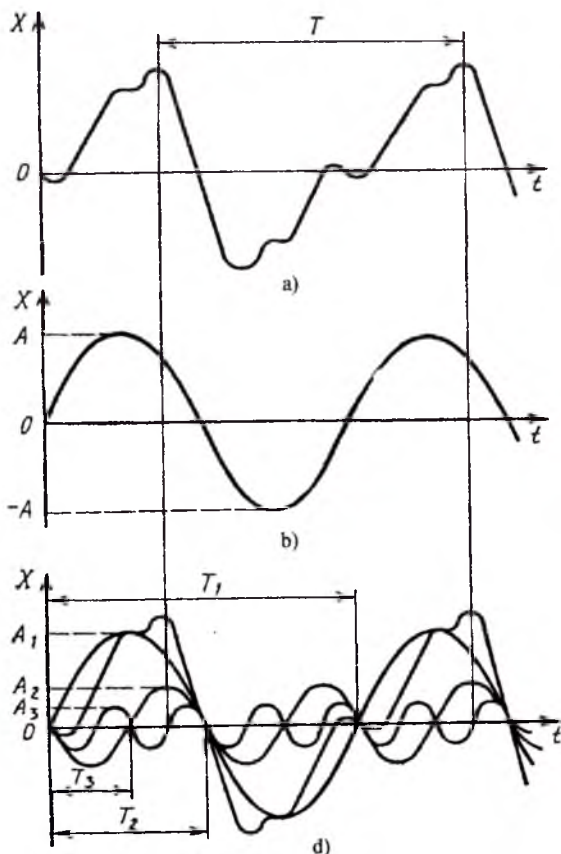
saqlanilmasa, garmonik titrashlar uchun quyidagi tenglama o'rinli bo'ladi:

$$x(t) = A \sin(\omega t) \quad (3.1)$$

bu yerda,  $x(t)$  –  $t$  vaqtdagi barqaror holatdan siljishi;

$A$  – siljish amplitudasi;

$\omega = 2\pi f$  – burchak chastotasi.



**14- rasm.** a) davriy qonun ozgarishlari; b) garmonik titrash ozgarishi; d) davriy tebranishlarni turli o'zgarishlari

Bunday titrash spektri (14-b rasm)  $f=1/T$  tashkil etuvchilarning bittasidan tashkil topadi.

Davriy tebranishlarni turli amplituda va chastotaga ega bir necha garmonik tebranishlar yig'indisi deb qarash mumkin (14-v rasm). Bu analitik jihatdan davriy tebranishni Fure qatoriga yoyish bilan bajariladi. U cheksiz garmonik tashkil etuvchilar amplitudasi  $A_k$  va chastotasi  $kf$  dan iborat bo'ladi.

$$x(t) = A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos(2\pi k f t) \quad (3.2)$$

bu yerda,  $k$  – garmonika nomeri

$A_k$  – amplituda

Shunga ko'ra davriy tebranishlarni poligarmonik tebranishlar deyiladi.

Hamma garmonikalar chastotasi asosiy chastota  $f=1/T_1$ ga karra-li bo'lib, diskret (chiziqli) spektrga ega (14-v rasm).

Amaliyotda juda keng tarqalgan titrashlar bo'lib davriy titrashlar hisoblanadi. Unchalik katta bo'lmagan nochiziqli egilishlarga ega bo'lgan davriy titrashlarni garmonik titrashlar tarkibiga kiritiladi. Egilish darajasini garmonik koeffitsiyent (nochiziq egilishlar koeffitsiyenti) yordamida hisoblanadi.

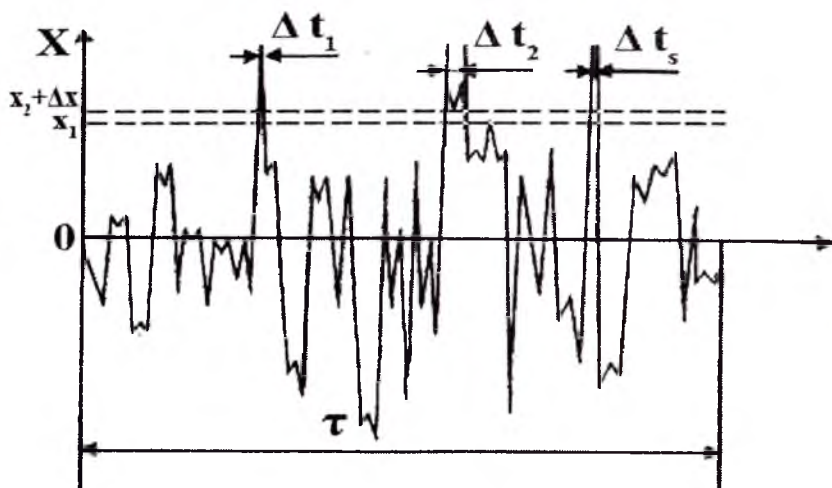
$$K_H = \sqrt{\frac{A_2^2 + A_3^2 + \dots + A_i^2 + \dots}{A_1^2}}$$

bu yerda,  $A_i$  –  $i$  inchi garmonika amplitudasi.

Tasodifiy titrashlar determinlashgan titrashlardan farqli ravishda aniq matematik munosabatlar bilan ifodalanmaydi. Bunday titrashni ko'rishiga qarab yaqin vaqt oralig'ida parametrlari qiymatini oldindan aytib bo'lmaydi (15-rasm). Lekin  $x(t)$  titrashning daqiqadagi qiymatini ixtiyoriy tanlangan  $x_i$  dan  $x_i + \Delta x$  gacha oraliqqa tushish ehtimolini aniq aytish mumkin:

$$P[x_i \leq x(t) \leq x_i + \Delta x] = \lim_{\tau \rightarrow \infty} \left( \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\infty} \Delta t_i \right) \sum_{i=1}^{\infty} \Delta t_i$$

bu yerda, kuzatilayotgan  $\tau$  vaqt ichida  $x_1 \div x_1 + \Delta x$  oraliqdagi titrash amplitudasining bo'lish davomiyligi yig'indisi.



15-rasm. Tasodifiy titrash

$\tau \rightarrow \infty$  bo'lganda yuqorida keltirilgan tenglikning o'ng tomonidagi munosabat sodir bo'ladigan hodisa ehtimolligini aniqroq izohlaydi. Bu ehtimollik  $\Delta x$  interval kengligiga bog'liqligini hisobga olib, uzluksiz tasodifiy kattalik  $X$  uchun quyidagi ehtimollik zichligidan foydalanish quiyay hisoblanadi.

$$f(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{P(x_1 \leq x(t) \leq x_1 + \Delta x)}{\Delta x} \quad (3.3)$$

Ehtimollik zichligi funksiyasi ko'rinishi tasodifiy miqdorning taqsimlanish qonunini xarakterlaydi. Tasodifiy titrashni mustaqil va bir – birlaridan kam farq qiladigan qisqa muddatli tasodifiy ta'sirlar yig'indisi sifatida qarash mumkin bo'lsa, unga mos ravishda markaziy chegaraviy teoremasiga ko'ra bunday titrash taqsimlanishi Gauss qonuniga bo'ysunadi. Bunday holatda titrashni matematik kutilganlik va umumiy dispersiya bilan xarakterlash mumkin.

Matematik kutilganlik  $M[x]$  – kuzatish davomidagi bir lahzalik tasodifiy titrashlarning o‘rtacha arifmetigini anglatadi. Umumiy dispersiya  $\delta^2$  bir lahzalik tasodifiy titrashlar qiymatlarining uning o‘rtacha qiymatiga nisbatan tarqoqligini bildiradi.

Shunday holatlar ham bo‘ladiki, bir xil  $M[x]$  va  $\delta^2$  ga ega tebranish jarayonlari bir biridan chastotasining turlichaligi bilan farq qiladi, ya’ni vaqt o‘qi bo‘yicha cho‘zilganligi bilan farqlanadi. Shuning uchun tasodifiy titrashlarni vaqt bo‘yicha emas, balki chastota sohasidagi tasodifiy jarayonlarni izohlash imkoniyatini beradigan chastotali tahlil yordamida tekshirish qulaydir. Shunga ko‘ra, tasodifiy titrashlarni cheksiz katta sondagi garmonik tebranishlarning yig‘indisi deb qarash maqsadga muvofiqdir. U holda uning quvvati spektral quvvat deb qaralib, qaralayotgan chastotalar diapazonidagi barcha sinusoidal tashkil etuvchilar quvvatlarining yig‘indisiga teng bo‘ladi. Spektral quvvat ko‘rilayotgan chastota chizig‘i oralig‘idagi hamma sinusoidal tashkil etuvchilar amplitudalari kvadrati yig‘indisiga proporsionaldir.

Chastota maydondagi tasodifiy titrashlarni tahlil qilishda garmonik tashkil etuvchilarning bir lahzalik amplituda qiymatlaridan emas, balki ularning dispersiyasidan foydalaniladi.  $\Delta f = f_2 - f_1$  chastotalar polosasigacha tegishli bo‘lgan  $\delta^2$  dispersiya, shu chastotalar polosasidagi tasodifiy titrashlar quvvatining spektral zichligi deb ataladi.

$$S(f) = \delta^2 / \Delta f$$

Berilgan munosabatdan ko‘rinib turibdiki, spektral zichlik birlik chastotalar diapozoniga to‘g‘ri keluvchi tebranish jarayonining quvvatini xarakterlaydi. Chastotaga bog‘liq spektral zichlik ostidagi maydon garmonik tashkil etuvchilari amplitudasi dispersiyasiga teng. Bir xil Gauss qonuniga ega parametrlilik ikkita tasodifiy tebranish har xil chastotalar diapozonida joylashgan quvvatlari bilan farqlanadi.

$f_1 \dots f_2$  chastotalari intervalidagi tasodifiy titrashlar dispersiyasining o‘rtacha qiymatini, bu titrashni tor o‘tkazuvchanlik polosaga ega polosa filtri kirishiga berib va filtr kirishidagi

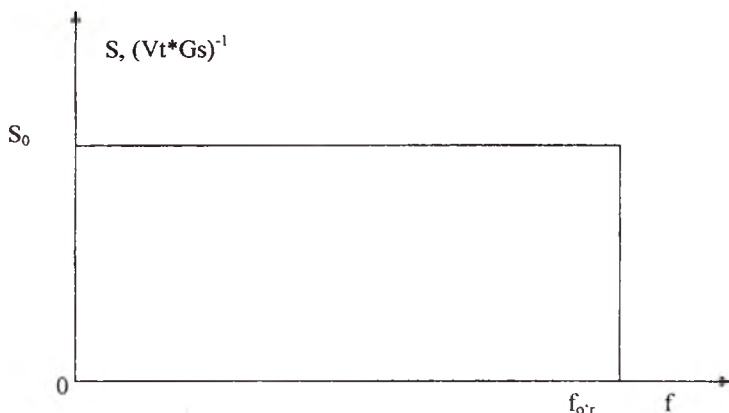


kvadratga oshirilgan funksiyani o'rtacha qiymatini aniqlab o'lchash mumkin.

«Oq shovqin» deb ataluvchi tasodifiy titrashlarning turlaridan biri bo'lib, chastotali spektri barqaror va muvozanatda bo'lgan shovqinli signal hisoblanadi. Shuning uchun uning quvvati ko'ri- layotgan chastota diapazonida doimiydir (16-rasm).  $f_{o'r}$  chastota bo'yicha chegaralangan «oq shovqin»ning spektral zichligi:

$$S(f) = \begin{cases} \delta^2 / f_{o'r} & \text{agar } f \leq f_{o'r} \\ 0 & \text{agar } f > f_{o'r} \end{cases}$$

bu yerda  $f_{o'r}$  – kesish chastotasi.



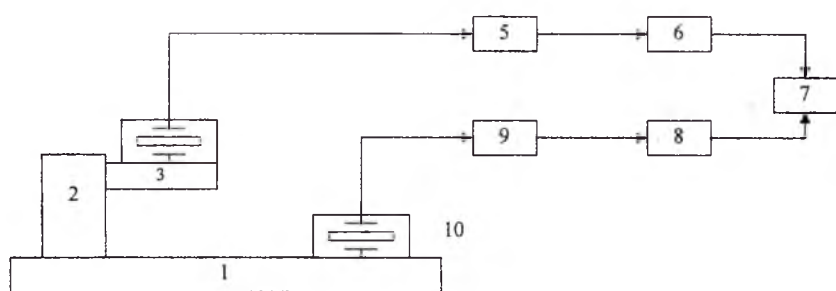
16-rasm. «Oq shovqin» turidagi titrashning spektral zichlik quvvati

### 3.3. Elektron vositalarning rezonans chastotalarini aniqlash

EVlar yangi konstruksiyalarini yaratishda, ularni titrashlarning ta'siriga sinashdan oldin ko'pincha bu konstruksiyalarning rezonans chastotalarini aniqlashga sinashlar o'tkaziladi. Bunday sinashlar mahsulotlarning mexanik xususiyatlarini tekshirish uchun va titrashga mustahkamlik va akustik shovqin ta'siriga bo'lgan sinash uslublarini tanlashda boshlang'ich axborot olish uchun, undan

tashqari mexanik zarblar ta'siriga bo'lgan sinashlarda, tezkorligini ta'siri uzunligini tanlash uchun xizmat qiladi. EV yoki ularning elementlarini rezonans chastotalari uch perpendikulyar yo'nalishida aniqlanadi.

Odatda sinalayotgan EVlar konstruksiyasi bir nechta rezonans chastotasiga ega bo'lgan murakkab tebranma tizim hisoblanadi. Bunday konstrukstiyalarni tahlil qilishda juda katta qiziqish past rezonans chastotaga qaratiladi. Chunki ularda maksimal kuchlanish va deformatsiya yuzaga keladi. Sinalayotgan konstruksiyasi elementlari rezonans chastotasi, g'alayonli kuchga ega chastotasiga mos tushganda rezonans holati yuzaga keladi. Rezonans vaqtida tebranishlar amplitudasi ikki barobardan ko'proqqa ortadi va fazasi  $90^0$ ga o'zgaradi.



**17-rasm.** Pezoelektrik usul bilan rezonans chastotalarni aniqlash qurilmasining strukturaviy sxemasi

*1-titrash stendi stoli; 2-mahsulotni qotirish moslamasi; 3- sinaluvchi mahsulot; 4, 10-pezo'o'zgartirgichlar; 5, 9-kelishuvchi qurilma; 6, 8-o'lchash qurilmalari; 7-ossillograf.*

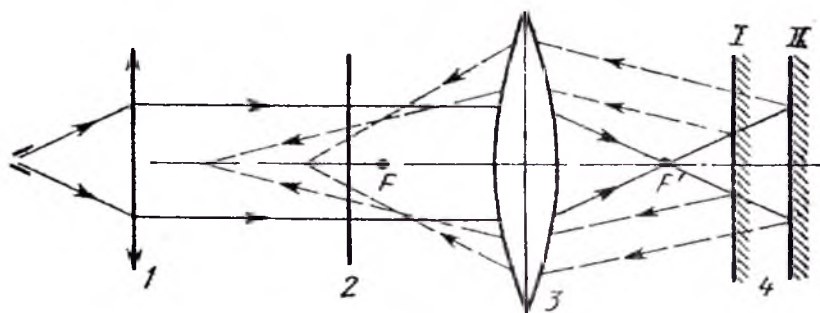
Rezonans chastotasini aniqlashda mahsulot (1,02....1,5)  $f_{or}$  chastotalar diapazonida past tezlanish (1. . . 5)g bo'lganda garmonik titrashlar ta'siriga duch keladi. Bu yerda,  $f_{or}$  - mahsulotning hisoblangan rezonans chastotasi. Sinash chastotasining aniq diapazoni sinovlar dasturida o'rnatiladi. Rezonans chastotasini izlashni doimiy tezlanish amplitudasing (1....5) yoki amplituda siljishini (1.5 mm dan katta emas) bir xil ushlab turib chastotani ohista tekis o'zgartirib amalga oshiriladi. EV rezonans chastotasini tanlov sinashlarida

olingan rezonans chastotalarining o'rtacha arifmetik qiymati kabi aniqlanadi. Chastotalarni o'lchashdagi xatolikning eng katta qiymati 0,5% yoki 0,5Gs ni tashkil etishi kerak. Elementlarning rezonans tebranishlarini hisobga olib bo'lmaydigan hollarda rezonans chastotalar EVlarning chiqishdagi parametrlarini qiymatlarini o'zgarishi orqali aniqlanishi mumkin.

Rezonans chastotasini aniqlashdagi pezoelektrik usul sinalayotgan namunaga mahkamlangan pezoelektrik o'zgartirgichdan olinadigan mexanik tebranishlarni elektr signalga aylantiruvchi pezoelektr u yetarlicha ishlangan hisoblanadi. Agar sinalayotgan mahsulotning o'lchami va massasi pezo o'zgartirgich massasi va o'lchamidan 10 barobar va undan katta bo'lsa u holda bu usul yetarlicha aniq usul hisoblanadi. Pezoelektrik usul bilan rezonans chastotalarni aniqlash 17-rasmda berilgan.

Stendning tebranishlar chastotasini ohista tekis o'zgartirib, mahkamlovchi plata tezlanishi doimiy qilib ushlab turilsa, EV rezonans chastotasida pezo o'zgartirgich kuchlanishi ko'tarilishi va ossillograf ekranida ellipsning  $90^0$  ga o'zgarishi kuzatiladi.

Hozirgi vaqtda o'lchanayotgan obyekt xarakteristikasiga ta'sir qilmaydigan, ulanishsiz titrash parametrlarini o'lchash uslubiga qiziqish o'sib bormoqda. Bir nurli optik uslub shunday uslublardan biri hisoblanadi. U titrovchi mahsulot yuzasidan qaytgan lazer nuri burchagining o'zgarishiga asoslangan. 18-rasmda shu uslub bilan rezonans chastotani aniqlash ko'rsatilgan.



**18-rasm.** Sinalayotgan mahsulot titrashida qaytgan yorug'lik nurini tashkil qilish

Bu yerda, 1 – kollimator; 2 – ekran; 3 – fokuslovchi linza; 4 – sinalayotgan mahsulot yuzasi; 5 – tushayotgan nur; 6 – I va II holatda bo'lganda mahsulot yuzasidan qaytgan nur;  $F$  va  $F'$  – linzaning oldi va orqa fokuslari.

Kollimator yordamida kengaytirilgan lazer yorug'lik oqimini yorug'lik oqimi tarqalishi yo'nalishiga perpendekulyar joylashgan sinalayotgan mahsulot yuzasi yaqinidagi  $F'$  nuqtada (linzaning orqa fokusi) linza bilan fokuslantiriladi.

Mahsulot yuzasidan qaytgan yorug'lik yana qaytadan shu fokuslovchi linza yordamida kiruvchi yorug'lik oqimida yuzaga keladi. Kirish burchagi linzaning orqa fokusi va mahsulot yuzasi orasidagi masofaga bog'liq. Mahsulot titraganda (I va II holatlar) bu oraliq o'zgaradi, shunga mos ravishda qaytgan yorug'lik oqimi diametri ham o'zgaradi. Buning natijasida nurlanish energiyasining yuzasi ham o'zgaradi. Ekran o'rniga fotoelektron ko'paytirgich o'rnatilsa u holda diafragma yordamida qaytgan yorug'lik oqimining faqat markaziy qismini o'tkazadi. Shunda ko'paytirgich chiqishidagi ro'yxatga oluvchi qurilma orqali yorug'lik oqimi energiyasi zichligini o'zgarishini nazorat qilishimiz mumkin. Qurilmani boshqarish yo'li bilan sinov o'tkazilayotgan mahsulot mexanik tebranishlari amplitudasini nazorat qilish mumkin. Rezonansning boshlanish vaqtini chiqish signali amplitudasining birdaniga o'sishi bilan aniqlanadi.

Bu usulning qulayligi faqatgina o'lchashlarni o'tkazishning osonligida emas, balki fotoelektron ko'paytirgich va ro'yxatga oluvchi (registrlovchi) apparatlarning o'tkazish chizig'i orqali chegaralanuvchi yuqori sezgirliги ham hisoblanadi.

Sinov natijalari boshqa turdagi mexanik sinovlarni tanlash uchun ishlatiladi. Agar  $f_{o,r} > 1000$  Gs bo'lsa, u holda mexanik sinovlardan zarbga mustahkamlik sinovi olib tashlanadi, agar  $f_{o,r} > 2000$  Gs bo'lsa, u holda zarbga chidamlilik sinovi o'tkazilmaydi, agar  $f_{o,r} > 2f_v$  bo'lsa, u holda titrashga chidamlilik sinovi o'tkazilmaydi.

### 3.4. Titrashga mustahkamlik va titrashga chidamlilik sinovlari

Titrashga chidamlilik sinovlari berilgan chastota va tezlanishlar diapazonida elektron vositalarning texnik shartlarda ko'rsatilgan parametrlarini saqlagan holda o'z funksiyalarini bajara olish qobiliyatini tekshirish maqsadida o'tkaziladi. Sinovlar elektr kuchlanish ostida EV parametrlarini nazorat qilgan holda o'tkaziladi. Titrashga chidamlilikni tekshirish uchun sinalayotgan mahsulotning shunday parametrlari tanlab olinadiki, ularning o'zgarishi yordamida titrashga chidamlilik haqida xulosa chiqarish mumkin bo'ladi (masalan: titrash shovqini darajasi, chiqish signalining buzilishi, elektr zanjirining butunligi, bog'lanish qarshiligining o'zgaruvchanligi va h.k). Sinovlar o'tkazishning qattqlik darajasi quyidagi jadvalda ko'rsatilgan parametrlardan aniqlanadi (3-jadval).

#### Elektron vositalarini titrashga chidamlilikga sinashda titrash ta'sirini xarakterlovchi parametrlar qattqlik darajasi

3-jadval

| Qattqlik darajasi | Chastotalar diapazoni Gs | Ko'chish amplitudasi mm | O'tish chastotasi Gs | Tezlanish amplitudasi g |
|-------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| I                 | 10...35                  | -                       | -                    | 0.5                     |
| II                | 10...55                  | -                       | -                    | 1                       |
| III               | 10...55                  | 0.5                     | 32                   | 2                       |
| IV                | 10...55                  | 0.5                     | -                    | -                       |
| V                 | 10...80                  | 0.5                     | 32                   | 3                       |
| VI                | 10...80                  | 0.5                     | 50                   | 5                       |
| VII               | 10...150                 | 0.5                     | 50                   | 5                       |
| VIII              | 10...200                 | 0.5                     | 50                   | 5                       |
| IX                | 10...500                 | 0.5                     | 50                   | 5                       |
| X                 | 10...500                 | 1                       | 50                   | 10                      |
| XI                | 10...2000                | 1                       | 50                   | 10                      |
| XI                | 10...2000                | 2                       | 50                   | 20                      |
| XII               | 10...2000                | 4                       | 50                   | 40                      |
| XIV               | 10...5000                | 4                       | 50                   | 40                      |

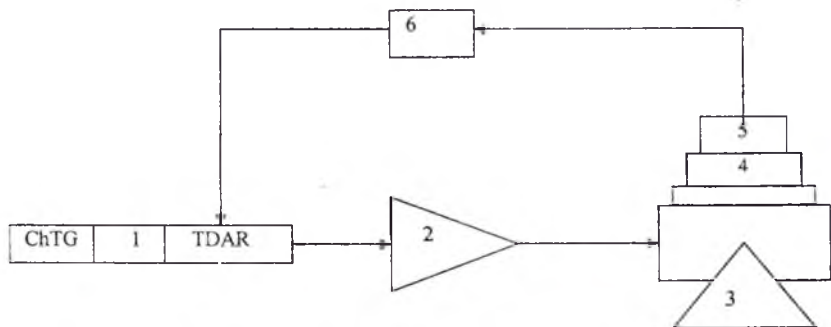
Har bir ta'sir yo'nalishidagi sinov davomiyligi mahsulotning ishga yaroqlilik vaqtini tekshirish bilan aniqlanadi.

Titrashga mustahkamlikni aniqlash uchun o'tkaziladigan sinashlar texnik shartlar va sinovlar o'tkazish rejasida ko'rsatilgan qiymatlar chegarasida mexanik ta'sirlardan so'ng parametrlarini saqlagan holda o'z funksiyalarini bajara olishi va titrashlarning buzuvchi ta'sirlariga chidamlilik imkoniyatlarini tekshirish maqsadida o'tkaziladi.

EVlar titrashga chidamlilik va titrashga mustahkamlikka sinash fiksirlangan chastotalar, tebranuvchi chastotalar va tasodifiy titrashlar usuli bilan o'tkaziladi. Sinashning u yoki bu usulini tanlash mahsulotning rezonans chastotalariga ko'ra aniqlanadi. Agar mahsulotning rezonans chastotasi chastotaning ishchi diapazon yuqori chastotasidan 1,5 marotaba oshib ketsa, u holda sinovlarni bitta fiksirlangan chastotada o'tkaziladi, agar rezonans chastota aniqlanmagan bo'lsa, u holda tebranuvchi chastotalar uslubi qo'llaniladi, agar sinalayotgan mahsulot berilgan chastotalar diapozonida to'rttadan kam bo'lmagan rezonansga ega bo'lsa u holda tasodifiy titrashlar uslubidan foydalaniladi.

Tebranuvchi chastotalar uslubi hozirgi vaqtda titrashga mustahkamlik va titrashga chidamlilikka sinashning asosiy uslubi hisoblanadi. Bu uslubda berilgan diapazondagi titrash chastotasini minimaldan maksimalgacha va aksincha o'zgartirib, EVlar konstruksiyalarida sinash chastotasi sohasiga mos keluvchi rezonanslardagi ketma – ket uyg'otiladi. Bunda chastotalarni faqatgina oshirish emas, balki ularni kamaytirish kerakligi sinaluvchi mahsulot konstruksiyasida mumkin bo'lgan nochiziq rezonanslarni borligi bilan asoslangan. Ularning paydo bo'lishi tirash chastotalarining yo'nalishini o'zgarishiga bog'liqdir. Tebranuvchi chastota uslubini strukturaviy sxemasi 19- rasmda keltirilgan.

Bu yerda ChTG, – chastotani tebratuvchi generator; TDAR – titrash darajasi avtomatik regulyatori; 1 – ovoz chastotasi generatori; 2 – quvvat kuchaytirgich; 3 – vibrator; 4 – sinalayotgan mahsulot; titrashni o'lchovchi o'zgartirgich; 6 – titrashni o'lchovchi apparatura.



**19-rasm.** Tebranuvchi chastota usulini strukturaviy sxemasi.

Rasmda chastotani tebratuvchi generator (ChTG) ovoz chastotasi generatori bergan chastotani boshqaradi. Titrash darajasining avtomatik regulyatori (TDAR) generatorning chiqish kuchlanishini o'zgartiradi. Ketma-ket ravishda elektrodinamik vibratorning qo'zg'aluvi katushkasiga olib kiruvchi quvvat kuchaytirgichi chiqishidagi tebranish quvvati ham o'zgaradi. Shu tariqa ChTG chastotalar xarakteristikasi tebranishlarni kompensatsiyalashni amalga oshiradi. TDAR esa titratgich stolidagi kerakli titrash darajasini ushlab turadi. Bu daraja titrashni o'zgartirgich 5 orqali ro'yhatga oladi. Titratgichning amplituda - chastotaviy xarakteristikasi (AChX) ning bir o'lchamliligiga erishish uchun titrash darajasi regulyatori bir necha o'n destibelda moslashtirish kengligini ta'minlashi kerak.

EVlarni tebranuvchi chastota uslubida sinashda sinash chastotalari diapazoniga mos keluvchi ixtiyoriy rezonans chastota tebranishlar sikli davomida ikki marotaba uyg'onadi. Shunga ko'ra bu uslubning fiksirlangan chastota uslubidan afzalligi ham shundadir. Vaqt bo'yicha ko'chish (3.3) dan olingan ikkinchi tartibli hosilaga teng titrash tezlanishi quyidagi qonuniyat bo'yicha o'zgaradi.

$$a = \ddot{x} = A_a \sin[\omega(t)t] \quad (3.4)$$

Bu yerda,  $A_a = (2\pi f)^2 A$  – titrashlardagi tezlanish amplitudasi;  $\omega(t)$  - minimal qiymatdan maksimalga qarab va aksincha, vaqt bo'yicha sekin o'zgaruvchi chastota.  $A_a$  tezlanish amplitudasi

o'zgarimas bo'lib qolishi uchun,  $f$  chastota o'zgarishiga mos ravishda titrash stendidagi ko'chish amplitudasi  $A$  ni o'zgartirish zarur bo'ladi. Sinashlar o'tkazishning qattqlik darajasiga ko'ra aniqlanadigan past chastotalar qiymati 40 . . . 70 Gst oralig'ida belgilanadi, bunda tebranuvchi chastotalar usulidagi sinashlar titrash stendi stolining quyidagi qonuniyat bilan ko'chishida amalga oshiriladi.

$$x(t)=A\sin[\omega(t)t] \quad (3.5)$$

Bu erda,  $A$  – titrash stendi stolini ko'chishining doimiy amplitudasi.

Doimiy parametrli garmonik titrashni izohlovchi (3.4) ifodadan farqli ravishda (3.5) ifoda garmonik titrashlarni bitta o'zgaruvchi parametr bilan ya'ni titrash chastotasi bilan izohlaydi. Shu tariqa past chastotalarda tebranuvchi chastota usuli bilan o'tkaziladigan sinashlarda sinovlarni titrash stendi stoli kuchishining o'zgarimas amplituda qiymatida chastotani ohista o'zgartirgan holda o'tkaziladi.

O'tish chastotasidan yuqori chastotalarda sinashlar o'tkazilganda, o'zgarimas  $A_a$  tezlanish amplitudasi ushlab turiladi. U holda (3.4) ga mos ravishda ko'chish amplitudasi  $A$  (chastota o'zgarishi bilan) o'zgarishi kerak.

Titrah chastotasi sinashlar jarayonida  $f=f_H e^{kt}$  eksponensial qonun bo'yicha, vaqt bo'yicha o'zgaradi, bu yerda  $f_H$  ish diapazonining pastki chastotasi.  $k$ - chastota o'zgarish tezligini xarakterlovchi daraja ko'rsatkichi. EVlarni titrashga chidamlilikka sinashda titrah chastotasining tebranish tezligi shunday bo'lishi kerakki, sinalayotgan mahsulotni  $\Delta f$  chastotalarning rezonans polosasidagi chastota o'zgarish vaqti  $t_{\Delta f}$  quyidagi shartni qanoatlan-tirsin:

$$t_{\Delta f} \geq t_{buz} \quad t_{\Delta f} \geq t_y \quad (3.6)$$

Bu yerda,  $t_{buz}$  rezonans vaqtida mahsulot titrah amplitudasining o'rnatilgan qiymatigacha o'sish vaqti  $t_y$  – o'lchov yoki ro'yxatga



oluvchi qurilmaning siljuvchi qismini oxirgi o'ratish vaqti. O'sish vaqti quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$t_{\text{buz}} \cong k_1 Q / f_0 \quad (3.7)$$

Bu yerda,  $k_1$  – titrash amplitudasini chiziqli qonuniyatlaridan chetga chiqishi natijasida  $t_{\text{buz}}$  vaqti qiymatini hisobga oluvchi koeffitsiyent,  $Q$  – titrash davomida tizimda tarqaladigan energiya miqdoriga bo'g'liq bo'lgan mexanik tebranuvchi tizimning aslligi.  $f_0$  – rezonans chastota,  $k_1$  qiymatini 2. . . 3 ga teng qilib olish tavsiya qilinadi.  $Q$  va  $f_0$  ning qiymatini esa, o'lchash ham mumkin yoki sinalayotgan mahsulotning konstruktiv analogi ma'lumotlaridan foydalaniladi.

Sinov o'tkazishdagi titrash chastotasining kerakli tebranish tezligi:

$$V_k = \frac{1}{t_{\Delta t}} \cdot 200 \lg\left(\frac{2Q+1}{2Q-1}\right) \quad (3.8)$$

$t_{\Delta t}$  vaqtni (3.6) shartga ko'ra tanlab olinadi. Chastotaning tebranish tezligining pasayishi sinashlar o'tkazish vaqtini uzaytiradi, bu esa, iqtisodiy tarafdin zarardir. EVlarni titrashga chidamlilikka sinashda  $V_k \leq 2$  okt/min\* qilib tanlab olinadi. Agar (3.8) formuladan olingan  $V_k$  2 okt/min dan oshib ketsa, u holda  $V_k=2$  okt/min deb olinadi.

Agar  $V_k < 2$  okt/min bo'lsa, u holda  $V_k$  vibratsion qurilmada o'ratilishi mumkin bo'lgan qiymatigacha yaxlitlanadi.

Misol.  $f_0=2000$ Gst,  $Q=100$  bo'lsin. Mahsulot ishlashidagi buzilishlarni ossillograf yordamida  $t_y=0.01$ s dan boshlab qayd qilinadi. Titrash chastotasi tebranish tezligini topish talab qilinadi.

Hisoblash tartibi.

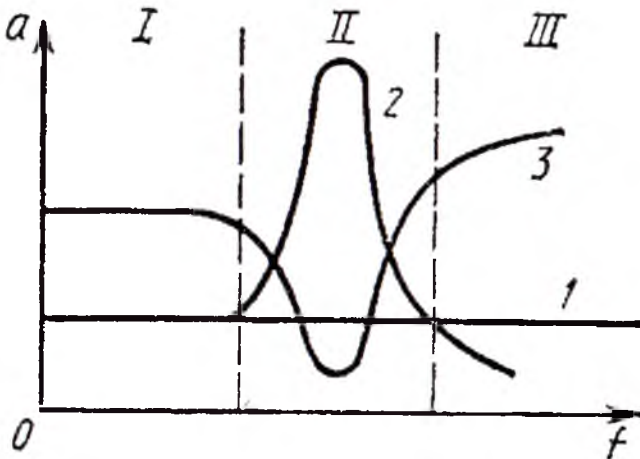
1. (3.7) dan  $t_{\text{nar}}=2 \cdot 100 \cdot 2000=0,1$ s ekanligini topamiz,
2. (3.6) shart bo'yicha  $t_{\Delta t}=0,1$ s.
3. (3.8)dan quyidagalarni olamiz:

\* oktva bu – ikki  $f_1$  va  $f_2$  chastotalar oralig'i bo'lib, ular uchun  $f_2 / f_1=2$  yoki  $\lg(f_2 / f_1)=1$  shart bajariladi.

$$V_k = \frac{200 \lg(201/199)}{0,1} \approx 9 \text{ okt/s}$$

4.(3.8) shartga muvofiq  $V_k=9$  okt/min olamiz.

Mahsulot rezonans chastotalari qiymati ma'lum bo'lmagan hollarda, tebranuvchi chastota usuli bilan sinashlarni butun chastotalar diapazonida o'tkaziladi. Sinalayotgan mahsulotning mexanik xarakteristikalarini bilish natijalarini chastotaning nisbatan xavfli diapazonidagi titrashlar yuklamasi ta'sirida qisqa vaqt ichida olish imkonini beradi. Masalan, 20-rasmdan ko'rinib turibdiki, titrash ta'sirini aniqlash uchun o'tkaziladigan sinashlar II rezonans maydonida o'tkazilishi kerak. Chunki bu yerda kuchlanish (2 egri chiziq) ruxsat etilgandan yuqori. Rezonansgacha bo'lgan maydon I da ham sinashlar o'tkazish mumkin, ammo III - maydonda sinaslarh o'tkazish hech qanday ma'noga ega emas, chunki bu sohada tezlanish o'rnatilganidan pastdir.



20-rasm. Titraslarh ta'sirida mahsulotning turg'unlik holati xarakteristikasi

Titrashga chidamlilikka sinashlar o'tkazib bo'lingandan so'ng mahsulot namunalari titrashga mustahkamlikka sinaladi unda elektr

yuklanganlikdan foydalanilmaydi. Titrashga chidamlilikka sinashdan farqli ravishda, titrashga mustahkamlikka sinashlarni chastota tebranishining bir siklida emas, balki bir necha siklida o'tkaziladi. Tebranishlar sikli soni berilgan sinashning qattiq o'tkazish darajasiga bog'liq. Masalan, qattqlik darajasi XVI-XIX bo'lgan holatlar uchun sikllar soni 30 ga teng, XX holat uchun 2 ga teng.

Bu yerda: 1 - mahsulotning ideal turg'un holati, 2 – sinash davomidagi yuklanish, 3 - mahsulotning real turg'un holati, I, II, III – rezonansgacha, rezonans va rezonansdan keyingi chastota maydoni.

Agar titrashga mustahkamlikka sinash oldidan sinalayotgan mahsulotning rezonans chastotalari qiymati ma'lum bo'lsa, u holda vaqt va ish hajmini kamaytiruvchi tezkor sinovlarni o'tkazish maqsadga muvofiq bo'ladi. EVlarni sinash vaqtining qisqarishi titrashlar yuklamasini mahsulotning chidamliligiga quyidagi qonuniyat bo'yicha ta'sir qilishga asoslangan:

$$(A_{usk}/A_a)^{\lambda} = \tau/\tau_{usk}$$

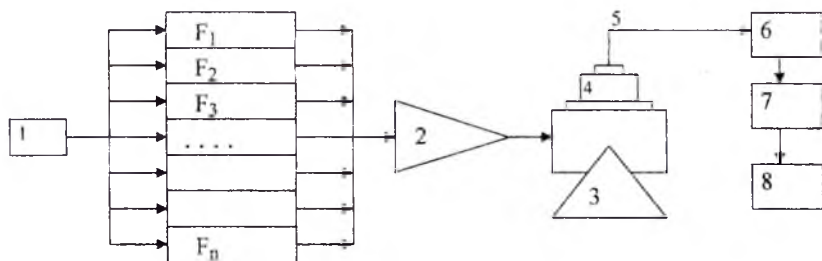
Bu yerda,  $A_{usk}$  va  $A_a$  – tezkor va oddiy hollarda sinovlar o'tkazishdagi titrashlarning tezlanish amplitudasi,  $\lambda=2. . . 10$  – qiymati mahsulotning materiali va konstruksiyasi xususiyatlariga bog'liq daraja ko'rsatkichi,  $\tau$  va  $\tau_{usk}$  – oddiy va tezkor sinashlar davomiyligi juda qattiq sinashlarda  $\lambda=2$  mos keladi. Bu holatda sinashlar vaqti davomiyligi maksimal bo'ladi.  $A_{usk}$  titrash amplitudasining kattalashib borishi bilan sinalayotgan mahsulot buzilishlari mexanizmi oddiy sinash shartlariga taqqoslaganda o'zgarishsiz qolishini kuzatib turish kerak. Konstruksiyaning rezonans chastotasi berilgan qattqlikka mos keluvchi chastota polosasida yoki bu polosaning yuqori qiymatidan oshib ketuvchi polosada yotuvchi EVlar uchun, sinashlar natijalarini chastotaning nisbatan xavfli diapazonidagi titrash yuklamasiga e'tiborni qaratgan holda, qisqa muddatlarda olish mumkin. Bunda sinashlar chastotasi diapazonini to'g'ri tanlash uchun rezonans chastotani aniq bilish kerak bo'ladi.

Sinalayotgan EV rezonans chastotasi haqida ma'lumot yo'qligi sababli fiksirlangan chastotalar usuli juda kam qo'llaniladi. Hatto sinovlar o'tkazishdan oldin mahsulotning rezonans chastotasiga teng

chastota o'rnatilgan bo'lsa ham, sinovlar jarayonida ularning qo'shilib ketishi natijasida uning pasayishiga olib kelishi va natijada bu sinovlar sifatini pasayishiga sabab bo'ladi. Bunday sinash usulining kam ma'lumotga ega ekanligi uchun, uni o'tkazishning o'rnatilgan davomiyligi tebranma chastotalar usulida o'tkaziladigan sinovlar davomiyligidan ikki marotaba oshib ketadi. Shu sababli fiksirlangan chastotalar usulidan juda kam hollarda qo'llaniladi, ya'ni tebranma chastotalar usuli bilan sinashlar o'tkazishning texnik jihatda imkoni bo'lmasa masalan, shunga mos keluvchi sinov qurilmasi bo'lmasa.

Elektron vositalarni real ekspluatatsiya qilish sharoitlarida ularga oddiy garmonik tebranishlar emas, balki murakkab chastota spektriga ega tebranishlar ta'sir qiladi. Bunday holatda EVni tasodifiy tebranishlar ta'siriga sinashga to'g'ri keladi. Bunday sinashlar keng polosali tasodifiy tebranishlar va tor polosali tasodifiy tebranishlar usullari bilan chastotalar polosasini skanerlash orqali bajariladi.

Keng polosali tasodifiy tebranishlar usuli (KTT). Bu usulni qo'llashda har bir tebranish jarayonining garmonik tashkil etuvchisi energiyasining o'zgarmas zichligi ko'zda tutiladi. Bunga sabab sinalayotgan mahsulotga «oq shovqin» ta'sir qiladi va sinash o'rtacha kvadratik tezlanishining ma'lum qiymatlarida o'tkaziladi. KTT usulida sinashning strukturaviy sxemasi 21- rasmda ko'rsatilgan.



**21-rasm.** KTT usulida sinashning strukturaviy sxemasi

Bu yerda: 1-shovqin generatori, 2-quvvat kuchaytirgichi, 3-vibrator, 4-sinaluvchi mahsulot, 5-titrashni o'lchovchi o'zgar-

tirgich, 6-titrashni o'lovchi apparatura, 7- tahlil qiluvchi qurilma, 8-qayd qiluvchi apparatura.

### III bobga doir savollar

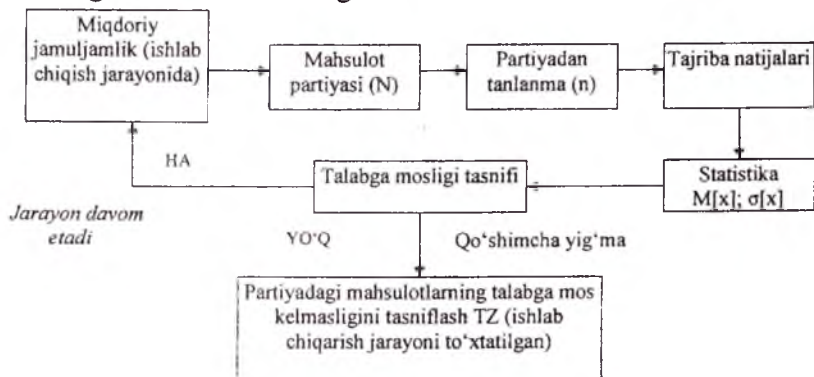
1. EVlarni mexanik sinashlar qanday turlarga bo'linadi?
2. Sinashni avtomatlashtirish yo'li bilan sinashdagi mehnat xajmini kamaytirish qanday amalga oshiriladi?
3. EVlarni sinashda rezonans chastotasi qanday topiladi?
4. EVlarni parchalash-buzish yo'li bilan nazorat qilish usulini qo'llamasdan sinashdagi mehnat hajmini kamaytirish deganda nimani tushunasiz?
5. EVlarni ishonchliligini bashorat qilishda matematik, fizik, fizik statistik uslublarni qo'llab sinashdagi mehnat hajmini kamaytirish qanday amalga oshiriladi?
6. EVlarni titrashga mustahkamlikka va titrashga chidamlilikka sinashda titrash ta'siri qanday bo'ladi?
7. EVlarda tebranuvchi chastotalar nima?
8. Titrash ta'sirida mahsulot o'zgarimasligi xarakteristikalarini ayting.

## IV BOB. SINASH VA TIZIM TURLARINING ISHONCHLILIGI

### 4.1. Tanlanma tekshiruvi. Mustahkamlikka rejalashtirilgan tajriba

#### Operativ tavsiflash

Ishlab chiqarilgan mahsulotlarning mustahkamligini kamaytirish algoritmik ketma-ketligi:



22-rasm.

Bu erda:  $N$ -mahsulotlarning partiyadagi miqdori  
 $n$ -partiyadan tanlangan mahsulotlar

Tanlangan mahsulotlarning sifati va mustahkamligi quyidagilarni talab qilib, taxminiy rad etilganlarga sinov muddatini berish, tajribaga moyil bo'lgan minimal element miqdorlarini aniqlab, olingan natijalarni aniqlanganligini ta'minlaydi.

Qisqacha ma'lumot – 1920-yillarning oxirida Dodge va Roming telefon kompaniyalarining rivojida tanlov tekshiruvi statistikasi, yuqori darajadagi elektron apparaturalarning mustahkamligini ta'minlashni talab qilib, Tinch okeani bo'yicha qurilgan yuqori

sifatli kabel aloqaga ulangan. Ular nafaqat uslub nazariyasini rivojlantirib qolmay, balki tanlov tekshiruvi ishlatilishini o'tkazish uchun alohida jadval tuzilib, apparatura sifati to'g'risida kerakli ma'lumotlarga ega bo'lib, uni minimal miqdorda nazoratdan o'tkazadi.

Tanlov tekshiruvi uslubiy ishlanmalari quyidagilarni ko'rsatadi:

1. Qog'ozning va plastikaning mustahkamligini aniqlashda, zaruriy bo'lgan buzuvchi uslub nazorat ishlanmasinin tavsifiy o'zgaruvchanligida namoyoni bo'ladi; konteynerning mustahkamligi; taom va ichimliklarning ta'mi, kimyoviy birikma va uni aniqlashda baholanadi, dori va narkotik moddalarning samarasi; inson qonini tur testlardan o'tkazish.

2. Vaqtning muhimiylik unumsizligi, tajribaning murakkabligi yuqori darajada 100% tekshiruv kafolatini bermaydi.

3. 100% nazorat tekshiruvida natijalarning 100% kafolat ishonchining yo'qligi; nuqsonli mahsulotlarning ko'pchiligi foiz hisobida qolib, bu esa ishchining holsizligi va boshqa bahonalar bilan tushuniladi.

4. Mahsulotning katta qismi, bozorga chiqarilishi munosabati bilan 100% darajada tekshirilmaydi.

Asosiy g'oya, tanlanma tekshiruv uslubini amalga oshirish, yoki birlamchi tekshiruv bo'yicha sifat belgisi shakl rejasi rasmini chizish mumkin.

|                             |  |    |      |          |
|-----------------------------|--|----|------|----------|
| $Z:=0, \quad i:=0$          |  |    |      |          |
| $i=n$ ga qadar takrorlanish | $i:= i+1$  |    |      |          |
|                             | Tanlov elementi $i$ -ni tekshirish   |    |      |          |
|                             | i-nuqsonli elementmi?  |    |      |          |
|                             | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 50%;">Ha</td> <td style="text-align: center; width: 50%;">Yo'q</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>z:=z+1</math></td> <td style="text-align: center;"><math>z:=z-</math></td> </tr> </table> | Ha | Yo'q | $z:=z+1$ |
| Ha                          | Yo'q   |    |      |          |
| $z:=z+1$                    | $z:=z-$  |    |      |          |
| $z \leq cq$                 |  |    |      |          |
| Ha                          | YO'Q   |    |      |          |
| Qabul qilinadigan partiya   | Nuqsonli partiya   |    |      |          |

**23-rasm.** Birlamchi sifat tekshiruvining shakl rejasining belgisi, bunda  $z$ -tanlanma mahsulotlarning nuqsonlari soni,  $z$ -nuqsonli mahsulotlarning o'zgarmay qolgan soni;  $i$ -tanlangan mahsulotlarning partiyasi;  $s$ -berilgan partiyada taxminiy nuqsonlarning soni;  $n$ -tanlanma miqdor

Shuni ko'rish mumkinki, bu holda mahsulotlarni qabul qilishda yoki yaroqsizligini aniqlash sharoitida noaniqlik ko'rinmaydi, bunda  $n$  tanlanma miqdor,  $s$  partiyadagi yaroqsiz son va  $z$  mahsulotlarning nuqsoniy miqdori ilgarigi tajribada qayta ishlangan tanlanma guruhlarda fikrlarini kerakli umumiy tassavuri asosida predmet maqsadi bo'lib. Aynan shuning uchun  $n$  tanlanma mahsulot,  $N$  mahsulot miqdoriy partiyadan ajratilgan, avtomatik ravishda barcha partiya mahsulotlarining yuqori sifatlilikiga kafolat bermaydi. Partiyadagi mahsulot sifati ma'lumotlar asosida boshqa manbalardan olingan bo'lib aniqlanishi kerak.

### Tekshiruv sifati alomati bo'yicha uch tur rejasi

Sifat alomatlarini tekshirishda reja turlarining ehtimolligi birlamchi bo'lib, ikkilamchi yoki ko'p miqdoriy tanlov rejada mavjuddir. Bu atamaga tanlov sonlari kiradi, ular tanlama yoki partiyadan tanlangan bo'lishi mumkin.

### Tekshiruv sifati

4-jadval

|   |     |                |             |
|---|-----|----------------|-------------|
| 1. Birlamchi tekshiruv<br>$n=50$<br>agar, $z=0, 1, 2$ qabul qilingan<br>agar, $z=3$ rad etilgan |     |                |             |
| 2. Ikkilamchi tekshiruv   |     |                |             |
|   | $n$ | Qabul qilingan | Rad etilgan |
| birlamchi tanlov  | 32  | $z=0$          | $z \geq 3$  |
| ikkilamchi tanlov   | 32  | $z \leq 3$     | $z \geq 4$  |
| 3. Takroriy tekshiruv   |     |                |             |
| Tanlov raqami   | $n$ | Qabul qilingan | Rad etilgan |
| 1   | 13  | X              | 2           |
| 2   | 26  | 0              | 3           |
| 3   | 39  | 0              | 3           |
| 4   | 52  | 1              | 4           |



|   |    |   |   |
|---|----|---|---|
| 5 | 65 | 2 | 4 |
| 6 | 78 | 3 | 5 |
| 7 | 91 | 4 | 5 |

X - partiyaning qabul qilinganligini bildiradi.

Birinchi holatda partiya mahsulotlarini qabul qilishda birlamchi mahsulot tanlovi asoslanib, partiyadan tasodifiy tanlangandir.

Ikkinchi tekshiruv ham partiyadan tasodifiy tanlanganlarga kiradi; agar u xulosa qabul qilishga keltirmasa, unda ikkinchi tanlov ham xuddi o'sha hajmda, qaysini birinchisiga qo'shib, partiyaning yaroqliligi xulosasiga kelish mumkin.

Takrorlanadigan tekshiruv bir hajmdagi tanlanmani nazarda tutadi, tanlangan mahsulotning avvalgisi bosqichma-bosqich birgalikdagi jamlamasida topilgandan so'ng, nuqsoniy mahsulotlar tanlanma tekshiruvdan keyin ilgarigiga qo'shib boradi va yig'ilgan axborotlarning kerakliligiga qarab partiyaning yaroqliligi bo'yicha xulosa chiqariladi. Bunday jamlanmalar soni doimiy bo'lmaydi. Birinchi tanlanma tekshiruv natijasi bo'yicha qabul qilingan partiya mahsulotlarini takror tanlanma qilmasdan bir to'xtamga kelib bo'lmaydi, agar taxmin qilinsa, bu partiyada nuqsoniylik yuqori darajada yoki nuqsoniy mahsulotlar bir necha sonda mavjud bo'lishi mumkin.

## 4.2. Mahsulotlarni tanlanma tekshiruvining asosiy prinsiplari

Mahsulotlarni tanlov tekshiruvining prinsiplari asosiy ehtimoliy holati teoriyasi matematik statistikaga tayanadi. Bu murakkab texnologik savol, kafolat imkonini berib, puxta qayta ishlashni talab qiladi va berilgan tekshiruv uslubi anchagina effektlidir.

Ba'zi prinsiplar, tanlov tekshiruvining texnologik yondashuviga yuqori effektivlikni ta'minlab, quyidagicha shakllantirilishi mumkin:

1.  $n$  tasodifiy hajmda tanlangan,  $N$  butun partiya mahsulotlari hajmidan tanlangan, barcha partiya mahsulotlarini tavsifini ifodalaydi. Tasodifiy tanlov tasodifiy ajratmalar bilan aniqlanadi, ya'ni uning har biriga tanlangan bo'lishi ehtimoli beriladi. Tanlov

jarayonining o'ziga xoslik tekshiruv natijalarining o'zaro bog'liqligidan istesno bo'lib, boshqa omillarga bog'liq emasdir. Tasodifiy tanlovning asosiy effektivligi asoslangan holda barcha partiyadagi mahsulotlar layoqatida ta'sir qiladi.

2. Tasodifiy tanlab olingan tanlanmalarni ishlatishda xavf borligi hamda bu ba'zi yaroqli partiyalarni rad etib, ba'zi yaroqsizlarni esa qabul qilish xavfi borligidir. Bu holat faqatgina 100% partiya tekshiruvi ishlatilganida bo'lishi mumkin. [Risk $\neq$ 0]

3. Rejaviy tekshiruv keng miqyosda bo'lib, uni xavfliligini minimumga keltirish kerak bo'ladi. Bu ba'zi omillarga nazoratchilarni o'qitish darajasiga ham bog'liqdir [Risk $\rightarrow$ min].

4.  $N$  partiya hajmidan kelib chiqqan holda tanlov tekshiruv rejasi ishlab chiqilib,  $n$  tanlov hajmi, o'zaro tekshiruvga qabul qilinib hamda  $s$  mahsulot maksimal nuqsonlarning ehtimolligi soni qabul qilingan butun partiyaning yuqori ehtimolligini ta'minlaydi.

Tekshiruv rejasi uchta asosiy punktdan iborat:

- tanlanma hajm ( $n$ ) va partiya ( $N$ );

- qabul qilingan son  $A_c$  (accept)

- yaroqsizlar soni  $R_e$  (reject)

masalan,  $N=500$ ,  $n=800$ ,  $A_c=4$ ,  $R_e=5$

5. Tanlanma tekshiruvda ikkita doimiylik beriladi:

$q_1$  – nuqsoniylikni qabul qilish darajasi-partiyadagi mahsulotlarning umumiy soniga nisbatan nuqsoniy mahsulotlar soni (asosan ta'minlovchiga beriladi, masalan, 0,01)

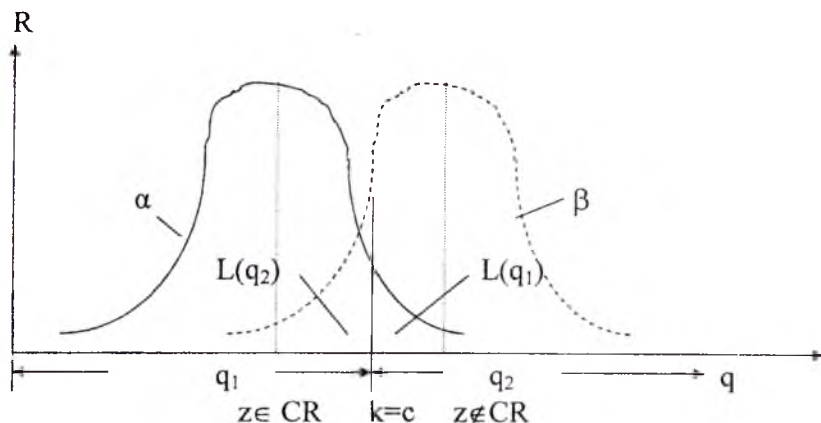
$q_2$ -nuqsoniy yaroqsizlik darajasi (iste'molchiga beriladi).

Iste'molchi uchun  $q_2$ - nuqsoniylikning maksimal darajada ehtimolligi, masalan, 0,05.

6. Tanlov tekshiruvida xatoning vujudga kelishi mumkin, qachonki  $q \leq q_1$  iste'molchi yaroqli mahsulotni kam miqdordagi nuqsoni bilan yaroqsizga chiqarishida. Bunday holda partiyadagi kam miqdordagi nuqsonlar bilan yaroqsizlikka chiqarish ta'minotchi xavfi  $\alpha$  deyiladi (alfa-xavfi).

Ikkinchi turdagi xatoning vujudga kelishi, qabul qilingan partiyaning katta miqdorda nuqsoniyligida  $q > q_2$  yolg'on xulosalar ehtimolligida o'zaro nuqsonli partiyalarni qabul qilish iste'molchi xavfi deyiladi yoki  $\beta$  bilan belgilanadi (beta xavfi).

Nuqsonli partiyalarni taqsimlash ehtimolligi 24-rasmda ko'rsatilgan.



**24-rasm.** Nuqsonli partiyalarning taqsimot ehtimolligi, bunda  $\overline{CR}$  kritik holat emas, CR-kritik holat,  $q_1$  va  $q_2$  kontrakda ko'rsatilgan

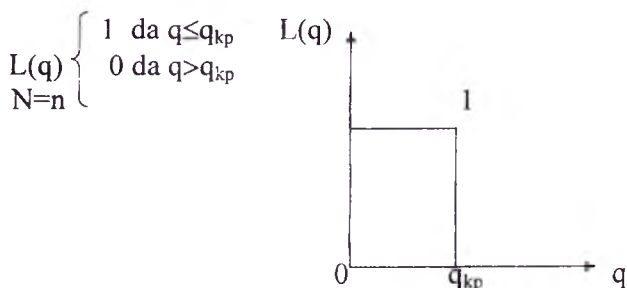
Shu jumladan, mahsulotlarning yaroqsizlik ehtimoli  $L(q_1)=1-\alpha$  bo'lsa, yaroqsiz mahsulotlarni qabul qilish ehtimoli  $L(q_2)=1-\beta$  teng bo'ladi.

Berilgan ko'rsatgichda  $q_2$  partiyadagi ishlab chiqarishni ta'minotchi tomonidan tashkil qilishi, nuqsoniy mahsulotlarning  $q_1=1\%$  darajasiga  $(1-\alpha)$  ba'zi hollarda yaroqli deb qabul qilinsa, partiyalarning doimiy nuqsoniylik darajasi  $q_2>5\%$  tengdir, ya'ni ba'zi hollarda  $(1-\beta)\%$  yaroqsiz deb hisoblangan.  $q_1$  va  $q_2$  ko'rsatgichlarini sinovga qadar aniqlab, me'yoriy-texnik hujjatlarda yoki ishlab chiqaruvchi va iste'molchi shartnomalariga kiritiladi.

7. Mahsulot partiyalar orasidagi farqni ochiq-oydin o'rganishda tekshiruv rejasining imkoniyati aniqlab belgilab berib, partiya mahsulotining nuqsoniy darajasi borligini aniqlashda operativ tavsifi tekshiruv rejasini tuzish muhimdir.

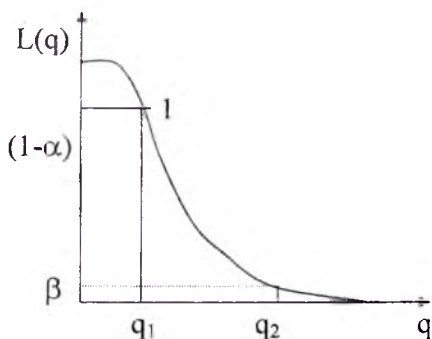
Operativ tavsif (egri OX) – qabul qilingan partiyaning  $L(q)$  mahsulotning qisman nuqsonini ( $q$ ) tobelik ehtimolligini belgilaydi.

Partiyadagi barcha mahsulotlarni tekshirish operativ tavsif uchun maqbul bo'lib (25-rasm), bunda barcha partiyalar nuqsonlidir.  $q \leq q_{kp}$  dan  $q > q_{kp}$  gacha barcha partiyalar nuqsonlidir.



25-rasm. Operativ tavsifning idealligi

Operativ tavsif  $L(q)$  tanlov tekshiruvni 25-rasmda ko'rsatilgan. Operativ tavsif tanlov tekshiruv rejasi muqobiligi qancha (ideal) yaqin bo'lsa, tekshiruv rejasi shuncha mukammal bo'ladi (natijalarning yuqori darajaliligini kafolatlaydi). Biroq operativ tavsifning o'rta qismi aylanmasining ko'payishi bilan ( $q_1$  va  $q_2$  orasida) tanlov hajmi o'sadi, bu esa o'z navbatida tekshiruvning qimmatlashuviga olib keladi.



26-rasm. Operativ tavsifning tanlov tekshiruvni va ning tasnifi

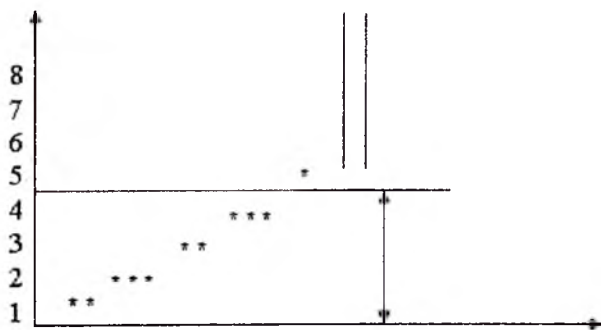
Gohida qabul qilingan statistik tekshiruv rejasi qayta tekshirishni qabul qiladi. Bu yo'nalishda tekshiruv rejasi oldingi partiya me'yoriy miqdoridan susaytirilgan yoki tezlashtirilgan me'yorga o'tish mumkin.

Tekshiruv rejasi  $n$  mahsulot bir pog'onali tanlov hajmi  $N$  partiyasi va qabul qilingan miqdor  $s$ .

Mahsulotlarning bir pog'onali miqdori  $z \leq c$  nuqsonlar miqdori bo'lsa, partiya qabul qilinadi;  $z > c$  da partiya yaroqsiz hisoblanadi.

Bir pog'onali tekshiruv grafikda ko'rgazma sifatida ko'rsatilgan (27-rasm), tekshirilgan mahsulotlar birliklari ko'ndalang qo'yilgan bo'lib, bo'yiga esa-birlamchi mahsulotlarning yaroqsiz miqdori ko'rsatilgan.

Har bir tanlanma belgilari tasodifiy yo'l bilan qo'yilgan, ular apstissa  $n$  nuqtasida tugaydi. Partiyani qabul qilish va yaroqsizga chiqarishning bog'liqligi shundaki, tasodifiy yo'l bilan  $s$  daraja yuqori yoki past tushishiga bog'liq.



27-rasm. Bir pog'onali tekshiruv grafigi

Bir pog'onali tekshiruvda partiyaning qabul qilishda, ayrim hodisalar to'g'ri kelganda;  $z=0, z=1 \dots z=c$ . shuning uchun partiyaning qabul qilish ehtimoli uning mavjudligiga tengdir.

$$L(q) = \sum_{k=0}^c P[z = k] = P\{z \leq c\} \quad (4.1)$$

kam hajmdagi partiya uchun, qachonki tanlov hajmi partiya hajmidan 10..25% yuqori bo'lsa (juda ham kam hodisa), unda gipergeometrik taqsimotni qo'llash mumkin.

$$P\{z = k\} = \frac{C_H^k \cdot C_{N-H}^{n-k}}{C_N^n} \quad (4.2)$$

bunda,  $S_H^k$  – uyg'unliklar soni  $N+k$ ;  $k=0, 1, 2 \dots$

$H=q \cdot N$  mahsulot partiyasi birligining nuqsoniy miqdori.

Kichik partiyalar va ularning tanlovlar hajmining o'zgarishi alohida olingan tajriba natijalaridan o'zaro bog'liqligini hisobga olib taqsimlaydi, bu esa mavjudlikka yaqinlashtirishni kafolatlaydi. Bu taqsimot uch parametrlardan iborat ( $N, n, H$ ), shuning uchun tanlov tekshiruvini jadvalini tuzish va kelajakda ularni ishlatish ancha murakkabdır. Shu sababli ko'p hollarda binominal taqsimot qo'llaniladi:

$$P\{z = k\} = C_n^k \cdot q^k \cdot (1-q)^{n-k} \quad (4.3)$$

bu taqsimot ikki parametr ( $n, q$ ) dan iborat va uni qullash juda qulay.

Binominal taqsimot alohida mustaqil mahsulotlarni sinash uchun qo'l keladi, tekshirilgan mahsulotlarni partiyaga qaytarishda bunga erishiladi.

Amaliyotda  $n \leq 0,1N$  sinov mustaqil o'tkaziladi. Shuning uchun binominal taqsimot gipergeometrikka nisbatan ko'proq o'tkaziladi.

$n \leq 0,1N$ , ammo  $q$  kichik, ya'ni  $N \leq 0,1N$ ,  $k$  qiymatga Puasson taqsimoti qo'llanilishi mumkin.

$$P\{z = k\} = \frac{(nq)^k}{k!} e^{-nq} \quad (4.4)$$

(4.1) formulaga  $P\{x=k\}$  ifodalardan birini qo‘yganda (4.2), (4.3) yoki (4.4),  $L(q,n,c)$  ifoda uchun qabul qilamiz. Birinchi va ikkinchi turlarda paydo bo‘ladigan xatolik ehtimolligi ta’rifiga muvofiq:

$$L(q_1, n, c) = 1 - \alpha \quad (4.5)$$

$$L(q_2, n, c) = 1 - \beta \quad (4.6)$$

(4.2) va (4.3) formulalarda  $n$  va  $s$  berilgan  $q_1$ ,  $q_2$  qiymatlar asosida,  $\alpha$  va  $\beta$  esa aniq taqsimlangan  $z$  kattaligi turida hisoblash mumkin. Puasson taqsimoti asosida  $k$  qiymati hisoblanadi.

$$\sum_{k=0}^c \frac{(q_1 n)^k e^{-nq_1}}{k!} = 1 - \alpha \quad (4.7)$$

$$\sum_{k=0}^c \frac{(q_2 n)^k e^{-nq_2}}{k!} = 1 - \beta \quad (4.8)$$

(4.7) va (4.8) tenglamalarni hisoblash juda murakkab. Ular tanlanma bilan hisoblanadi, ya’ni  $s$  va  $n$  lagra, tenglama qismlari summasi teng huquqli bo‘lishi kerak.

### 4.3. Oddiy birlamchi tanlov tekshiruvining rejasini tuzish

Eng avvalo, injener sifatni tekshirib va uni ishonchliligi,  $\alpha$  va  $\beta$  qiymatlari uchun mos keladiganini aniqlaydi.

Masalan: Ta’minotchining xavfini  $\alpha$  qiymatiga keltirib, tekshiruvda namoyish etilgan partiya 1% mahsulot nuqsoniyliigi bo‘lsa, unda 5% bo‘lgan hollarda chetlashtiriladi, ya’ni  $\alpha=0,05$ , iste’molchi  $\beta$  bu holda quyidagi 10% da chiqariladigan partiyadagi mahsulotlar nuqsonining 6% qabul qiladi, ya’ni  $\beta=0,01$ .

Berilgan masala topshirig‘ining,  $\alpha=0,05$  uchun mahsulotlar nuqsoniyliigi  $q_1=0,01$ ,  $\beta=0,01$  uchun  $q_2=0,06$  nuqsonli mahsulotlarning haqqidir.

$n$ -tanlov hajmini va qabul qilingan sonlarni aniqlaydi. Buning uchun  $nq_1$  va  $nq_2$  operatsiyasini o'tkazish zarur bo'ladi, bu jarayonda  $n$  va  $s$  aniq yoki  $\alpha$  va  $\beta$  berilgan xavfga aniq mosligidir.

A) Qabul qilingan son  $s=0$  teng deb taxmin qilamiz.

U vaqtda (4.2) va (4.3) formulalaridan  $n_\alpha$  ni aniqlaymiz.

$$L(q_1, n_\alpha, c) = e^{-nq_1} = 1 - \alpha, \Rightarrow n_\alpha q_1 = \ln [1/(1-\alpha)], \Rightarrow n_\alpha q_1 = \ln [1/0,95], \Rightarrow n_\alpha q_1 = 0,051, n_\alpha = 5$$

Bundan kelib chiqib, (4.4) va (4.5) formulalaridan  $n_\beta$  topamiz;

$$L(q_1, n_\beta, c) = e^{-nq_2} = \beta, \Rightarrow n_\beta q_2 = \ln [1-\beta], \Rightarrow n_\beta q_2 = \ln [1/0,10], \Rightarrow n_\beta q_2 = 2,36, \Rightarrow n_\beta = 2,36/0,06 = 38$$

Ma'lumki, tanlash hajmi taxminan  $\alpha$  va  $\beta$  uchun ham bir xil bo'lishi kerak.

Shu sababli  $s$  uchun quyidagi sonni olish kerak:

B)  $s=1$

(4.7) formulasi orqali  $n_\alpha$  ni topamiz. (4.5) ko'rsatgichi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$L(q_1, n_\alpha, c) = n_\alpha q_1 \cdot e^{-nq_1} + e^{-nq_1} = 1 - \alpha, \Rightarrow e^{-nq_1} (1 + n_\alpha q_1) = (1 - \alpha), \Rightarrow e^{-nq_1} = (1 - \alpha) / (1 + n_\alpha q_1),$$

$$\Rightarrow n_\alpha q_1 = \ln [(1 + n_\alpha q_1) / (1 - \alpha)], \Rightarrow n_\alpha q_1 = 0,35, \Rightarrow n_\alpha = 0,35 / 0,01 = 35$$

(4.6) va (4.8) ko'rinishidan quyidagilar kelib chiqadi,

$$L(q_1, n_\beta, s) = n_\beta q_2 e^{-nq_2} = \beta, \Rightarrow n_\beta q_2 = 3,9, \Rightarrow n_\beta = 65 n_\alpha \neq n_\beta \text{ aniqlandi,}$$

v) Shuning uchun  $s=2$  yordamida o'sha formulani olib qayta ishlanadi, bunda,

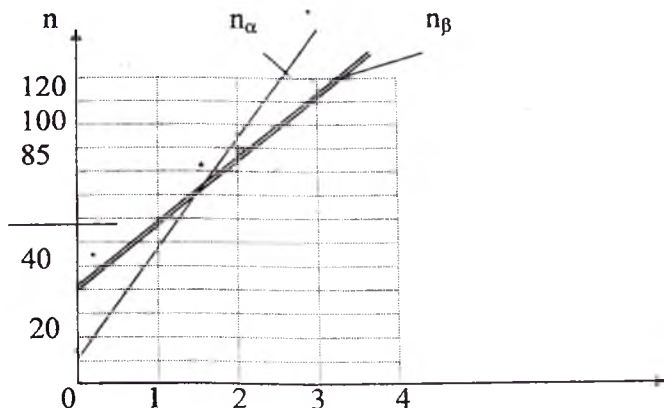
$$n_\alpha q_2 = 0,82, \Rightarrow n_\alpha = 82, \text{ agar } n_\alpha q_2 = 5,28, n_\beta = 88$$

g) aynan  $s=3$  uchun,  $n_\alpha = 137, n_\beta = 112$  ga teng bo'ladi.

Tanlash natijalariga yaqinroq, ishlab chiqaruvchi va iste'mol qiluvchi uchun xavf bir xil bo'lib, v)punktida hosil bo'lib, qabul qilish soni taxminan  $s=2$ .

Tanlash hajmining o'zgarish tendensiyasini tekshirish joiz bo'lib, kelgan xavf ta'siri aniqlanadi. Bunday solishtirish shuni ko'rsatadiki,  $n$ -aniqlangan qiymati mavjud bo'lib, ishlab chiqaruvchini mutlaqo qoniqtirmaydi.  $N(s)$  funksiyasi bog'liqligi 28-rasmda ko'rsatilgan.





**28-rasm.** Ishlab chiqarish  $n$  hajmining tobeligi  $s$  sonininig miqdoriy ko'rsatkichi

Bundan,  $n_\alpha=82$ ,  $n_\beta=88$  lardan  $n_{sr}=85$ ni tanlab olamiz.

Shunday qilib, iste'molchi va ta'minotchini xavf parametrlari bilan ta'minlashda  $\alpha=0,05$ ga  $\beta=0,10$ ga, ishlab chiqilgan reja quyidagi ko'rinishda bo'lishi mumkin:

$$n=85, c=2, q_1=0,01, q_2=0,06.$$

Endi OX hisoblab berilgan tekshiruv rejasida uni quyib chiqamiz (29-rasm).

$$L(q) = e^{-nq} + nqe^{-nq} + \frac{nq^2}{2!} e^{-nq}$$

$L(q)$  qabul qilingan partiya ehtimolligiga bog'liq jadvalni tuzamiz,  $q$  mahsulotni nuqson birliklari hisobidan, % hisobida hisoblanadi.

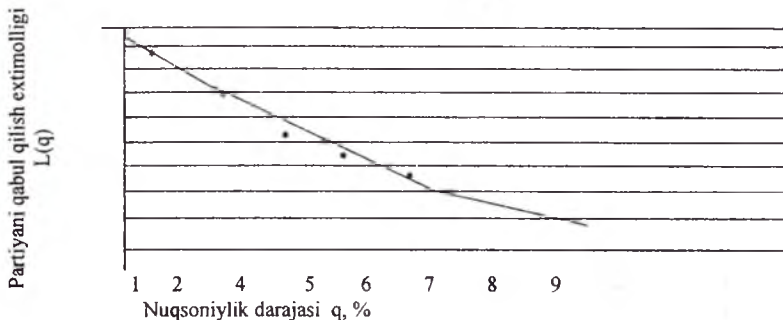
OX bo'lganida API(average per inspection) chiqish sifatining o'rtacha ahamiyatini aniqlash mumkin.

API inspeksiyasining o'rtacha soni mehnat faoliyati bilan baholanib, qismda ta'sirini va quyidigilarni aniqlash kabi:

$$ARI=N-L(q)[N-n] \quad (4.9)$$

| q % | nq      | $e^{-nq} + nqe^{-nq} + \frac{nq^2}{2} e^{-nq}$ | L(q)  |
|-----|---------|--|-------|
| 1   | 0,01*85 | 0.427+0.363+0.164                              | 0.94  |
| 2   | 0,02*85 | 0.182+0.310+0.264                              | 0.76  |
| 3   | 0,03*85 | 0.078+0.199+0.254                              | 0.53  |
| 4   | 0,04*85 | 0.0334+0.113+0.193                             | 0.34  |
| 5   | 0,05*85 | 0.0142+0.0606+0.128                            | 0.203 |
| 6   | 0,06*85 | 0.0061+0.031+0.0792                            | 0.116 |
| 7   | 0,07*85 | 0.0026+0.0155+0.046                            | 0.064 |

Operativ tavsif 1\*



**29-rasm.** Tanlangan bir pog'onali oddiy rejani tezkor tafsilotining nazorati

AOQL (average out going quality level) chiqish sifatining o'rtacha ahamiyati «sezdirma siljish» orqali nuqsonlar sonining nuqsoniylik darajasidir (nazorat sifatining parametrlari kabi).

$$AOQL=q*k(q)[1-n/N] \quad (4.10)$$

Iqtisodiy maqsaddan kelib chiqqan holda n hajmdan tanlovni yaqinlashtirilgan uslub orqali kengaytirish mumkin. Shundan birini ko'rib chiqamiz.

N partiya hajmidan n hajmdagi tanlov ikki faktor hisobidan tanlab olamiz

-to'g'ri nazorat hisobidan

-yo'qotishning birinchisi xatoliklari bilan belgilangandek ikkinchisining ko'rinishi ham xuddi shunday belgilangan.

Agar  $S_1$ -nazorat narxi bo'lsa, unda  $S_1 = K_1 * n$  bo'ladi.

$S_2$  yo'qotish narxi N partiyaning proporsional hajmi shuni o'zi uchun tezkor tavsif bo'ladi va n tanlov hajmiga teskari proporsional bo'ladi, ya'ni  $C_2 = \frac{K_2 N}{n}$ .

Bu holda umumiy jamlanma xarajati quyidagidek belgilanadi:

$$C = C_1 + C_2 = K_1 n + K_2 * N/n$$

Tanlash hajmini topish uchun, xarajatlar minimal bo'lishi kerak.

Shunday qilib, minimum shartidan  $\frac{dc}{dn} = 0; \Rightarrow K_1 - K_2 \frac{N}{n^2} = 0,$

bundan

$$n = \sqrt{\frac{K_1}{K_2}} \cdot \sqrt{N} = K \sqrt{N}, \quad (4.11)$$

bu yerda, K-nazorat darajasining koeffitsiyenti;

K=1,6 - mutlaqo nazorat darajasi;

K=3 - me'yoriy nazorat darajasi;

K=6 - nazoratni kuchaytirish darajasi.

Masalan, agar partiya hajmi  $N=800$  bo'lsa, unda  $n=K\sqrt{N}$  me'yoriy nazorat darajasi  $n=3\sqrt{800}=84,85$  bo'ladi.

#### 4.4. Ruxsat berilmagan sinash

Tayyor yarim o'tkazgichli uskunalar va integrallik chizmalar asosining buzilishi uslubi nazorati ta'siriga ostiga yo'liqadi va iste'molchilar talabiga javob bermaydi. Shuning uchun buzilmas uslub nazorati va tajribadan o'tgani keng ko'lamda tarqaladi. Tajribaviy nazorat uchun ishlatiladigan mahsulotlarni qayta ishlov berish jarayoni natijasida tayyorlanadi. Quyidagi buzilmas tajriba uslubi keng tarqalgan.

Optik usul samarali bir-biri bilan hamjihat turli spektorlardagi yorug'lik nurlariga asosan (infraqizil, ultrabinafsha, ko'rinarlisi) kuzatiladigan maydon bilan (qutublanish ta'sirini qo'llash, singdirish, interferensiya va yorug'likni tarqalib har turga bo'linishi) berilgan uslub kuchli ta'surotga ega, bu p-n-p 8a ga o'tishni beradi.

Radiatsion usul hamjihat bo'lib, ionizatsion nurlanishga asoslangan va nazorat ostidan yuqori darajali energiya qismlariga asoslangan. Yoritishga asoslanib kuzatiladigan maydonni soyali ko'rinishini fototasmada muhrlaydi, teleekranda yoki fluoressterik kuzati mumkin. Korpusda uning yordamida chizmaning fizikaviy tahlilini olib borish mumkin, ifloslanishning indentifikatsiyasi kitobning davomi.

Rastroli elektromikroskonik uslub amplitudalarni ro'yxatga olishga asoslanish, elektr nurlar trubkasida u yorug' yoki rangli tasvirda ko'rinadi, tekshiriladigan ob'ekt jismi bilan skayner me'yorida birinchi elektr nurini fokusga to'plash uchun bir – biri bilan bog'liqlik natijasida hosil bo'ladi yoki elektrotolqin maydoni bilan bog'lanadi. Bunday jarayon yordamida alyuminiy yo'lakchasidagi kuyishni aniqlash mumkin, okislangan qatlamni buzilishi, yorug'lik, tiralishlar ko'zga ko'rinadi.

**Elektro fizik usul.** Elektrofizikaviy xarakterni va asboblarni parametrini tekshiruvning xossaviy o'zgarishlarga va integral mikrosxemani o'zgarishga asoslashgan, masalan, VAX r – p-o'tishi, ularning xossaviy mayodoni, asboblarni ishonchliligini aniqlab beradi. Elektrofizikaviy tekshiruvga va nazorat uslubiga – yarimo'tkazuvchi asboblarni sifatini nazorati va tovush hodisasini integral mikrosxemasi kiradi. Shu usul orqali katta tok kuchi o'tkazish plyonkasi deffekti mavjudligi aniqlanadi va bir necha shovqin tartibi me'yori oshib borish hodisasi IS-ni qayta ishlash maqsadida qo'llash mumkin.

- rekombinatsion usulni o'rganishda yarim o'tkazuvchan tizimning nazorati. Rekombinatsion nurlanishni fotoelektronni ko'paytirish yordamida boshqarish. Tarqatish maydoni ishini krestalga qarab rekombinatsion nurlanishni kuzatish mumkin va shu orqali tok kuchining lakolizatsiyasini o'rni, aniqlanib intensiv nurlanish darajasini oshirishni o'rganiladi, kristalni rekombinatsion

nurlanishini maydon ichra taqsimlanishini kuzatish mumkin va intensiv nurlanishda yuqori darajada tok lakolizastiyasini o'rnini aniqlash mumkin. Echimli imkoniyat usuli chiziqli o'lchamlar 1 – 1,5 mkm hajm darajasida joylashgan, minimal quvvatda nurlanish  $10^{-8} - 10^{10}$  VT miqyosida belgilanadi.

Issiqlik parametrlarini o'tuvchan issiqlik harakati orqali nazorat qilish yarimo'tkazuvchan strukturaning qizishi orqali, aktiv rejimda ishlab turganda kristal va kristal ushlagichni qalaylashni aniqlash mumkin. O'tuvchan isitish tabiatini ro'yxatga olish uchun va qiziqish darajasini aniqlash uchun infoqizil radiometrlar qo'llaniladi. Issiqlikning o'lchov darajasi orqali qizish darajasining yarim o'tkazigich strukturasi tarqalish gipogrammasi tuziladi. Tarqalish strukturasi olingan ahamiyatli qizish o'rta darajaliligi bilan tekshirilgan uskunaning ishonchliligini solishtirib ko'rish mumkin.

Uskunalarni nazorat qilish uchun suyuq kristallarni qo'llash. Tizim sifatini nazorat qilishda ular nuqsonini tahlil qilishda, issiqlikni ta'siri va elektr maydonlarini qo'zg'algan faktor orqali nazorat qilinadi, o'tuvchan suyuq kristallar izotopik holatga ao'lanadi.

Masalan, termooptik effekt, ranglarni o'zgaruvchanligi bilan kuzatiladi, kristallarni yorug'likni o'tkazishi bilan ajraladi issiqlikni ortirishni ko'taradi, elektr maydoni yorug'likni tarqalishi dinamikasini samaradorligini paydo bo'lishiga olib keladi.

Fizikaviy va kimyoviy so'zlar jamlanmasi, elektromigratsiyaning o'rnini aniqlash, intermetalik hosil bo'lishini tutashtirish.

**Issiqlik uslubi:** issiqlik maydonini ro'yxatga olishga asoslangan yoki ma'lum bir obyektning darajasini nazorat qilish, bunda issiqlik darajasiga chidamli bo'lgan bo'yoqlar ishlatiladi, tekshiriluvchi mahsulotlarning ustiga, termoqog'oz, suyuq kristallar, termobug'lar, maxsus bo'lgan termometrlar issiqlik kantakti o'lchanadigan obyektlarda ishlatiladi. Bundan tashqari turli termotobeylik parametrlari asboblari ishlatiladi, masalan, to'g'ridan – to'g'ri bosim tushishi  $r-p$  – o'tilishi yoki qaytarish tok kuchi.

#### 4.5. Tezlashtirilgan tajriba

Tajribada yarim o'tkazuvchan uskunalarni va integram mikrosxemalarni ishonchli ekanligiga amin bo'lish uchun uzoq muddatli ilmiy tekshiruvlar o'tkazish zarur, bunday tekshiruvlar o'tkazish noqulay, chunki ular katta asbob-uskuna energiyani talab qiladi. Bunday vaqtda tezkor tajribaga murojaat qilamiz, bunday jarayonda o'tkazilgan ekspluatatsiya mahsulotini «eskirishga» olib keladi. Tezkorlik bilan bajarilgan tajriba faqatgina rad etish turini aniqlay oladi. Ular orasida olingan ma'lumotlarning ishonchliligi boshqa sharoitda foydalanish barcha tiplarni ish faoliyatini aniq bilishni talab qiladi. (UI) – tezkor tajriba ostida og'irlikni qabul qilish darajasi vaqtni tejash maqsadida oddiy tajribaning og'irlik darajasidan ustun qiladi.

UI –ni turli jismoniy modellashtirishga qaragandek qaraymiz, u qisqa vaqt ichida asbob – uskunalar ishonchliligini baholashga imkoniyat beradi. Tezlashtirish faktori sifatida, potensial kuchsizlarni aniqlashga yordam berganlarni, asboblardagi kamchiliklarni aniqlash, quyidagi yuklamalar ko'tariladi: issiqlik ta'siri, chiziqli tezlik turi kabi mexanik ta'siri to'liqinli yuklamada va urilishda, namlikda, tashqi ta'sir bosimida, elektr ta'siri va h.k.z. Tezlik faktorini tanlash va ular intensivligi har bir aniq vaziyatda quyidagi prinstiplarda tayanadi.

1. Tezlik faktorlarini aniqlash turli turdagi yuklamalar ta'sirini qonuniyatga asoslangan holda suyanish kerak. Asboblardagi kamchiliklarni aniqlash uchun ularni tezlik darajasini bilish, intensiv ta'siri doimiy ekanligiga ishonch hosil qilish va berilgan sharoitda ishlab chiqish natijalari shu bilan ta'minlaydi.

2. Jismoniy jarayonini tezlashtirish ta'siri ostidagi faktorlar, ular tomonidan qo'zg'atilgan jarayon oddiy ekspluatatsiyani kidek bo'limi kerak. Tezlashtirilgan va oddiy sharoitdagi rad etish turi o'shani o'zi bo'lishi kerak energetik tomonidan qaraganda u mexanizmlarni aktivligini to'xtab qolish energiyasi tezlatish faktori o'zrgarmaydi.

3. Buzilgan mahsulotni ishdan chiqganini aniqlash maqsadida uning tugallanishidan keyin taxlil qilish imkoniyati bo'lsin.

| Nuqsonlar                              | Qisqartirish faktorlari |      |              |                   |        |               |                           |                              |                    |
|--|-------------------------|------|--------------|-------------------|--------|---------------|---------------------------|------------------------------|--------------------|
|  | Chiziqli yuklama        | Zarb | Tebranishlar | Bosimning ortishi | Namlik | Termostikllar | Temperaturaning pasayishi | Temperaturaning ko'tarilishi | Elektrovii tartibi |
| Korpus nuqsonlari                      | +                       | +    | +            | +                 | +      | +             | -                         | -                            | +                  |
| Tashqi qismlarning mavjudligi          | +                       | +    | +            | -                 | -      | -             | -                         | -                            | -                  |
| Qo'shilmaning rad etilishi             | -                       | -    | -            | -                 | -      | +             | +                         | +                            | -                  |
| Germitizastiyaning buzilishi           | -                       | +    | +            | +                 | +      | +             | +                         | +                            | -                  |
| Tashqi gazlarnin mavjudligi            | -                       | -    | -            | -                 | -      | -             | -                         | -                            | +                  |
| Rivojlanmagan o'tish                   | -                       | -    | -            | -                 | -      | +             | +                         | +                            | +                  |
| Rivojlanmagan himoyaning p-n o'tishida | -                       | -    | -            | -                 | +      | +             | +                         | +                            | +                  |
| Mikroyoriqlar                          | +                       | +    | +            | -                 | +      | +             | +                         | +                            | +                  |

Eslatma: (+) ko'rsatilgan defektни aniqlash imkoniyati.

UI – uslubini biri o'sib borayotgan yuklama tajribasini o'tkazish, bosimni asta-sekinlik bilan teng oraliqdagi vaqt orasidan oshirib boradilar. Vaholanki bunda bosim mexanizmlarni yangicha uzilish holatini aniqlaymiz.

UI – ketma – ket ortib borayotgan bosimga asoslanadi.

Ikki faraz:

1. Jamlanish xarakterdagi Degradatsiya parametrlari mavjud.

$$D = \sum_{j=1}^n D = \sum_{j=1}^n R_j(S, T) \cdot T_j \quad (4.12)$$

D – umumiy buzilishi  
 D<sub>j</sub> – j – me'vori parametrini buzilishi  
 R<sub>j</sub> (S,T) - buzilish tezligi  
 t<sub>j</sub> – sinov davomiyligi  
 S – elektr yuklamasi (tok, quvvat va bosh. faktorlar)  
 T – issiqlik yoki temperatura bo'limida ko'ramiz  
 j – me'vor

2. Degrodatsiya tezligi va bir necha mexanizmni ishdan chiqargan bir – biriga tobe bo'lishi kerak.

Tezkorlik bilan o'tkazilgan tajriba katta effekt beradi va elektr rejada darajasi oshadi. Bu holatda yuqori daraja talab qaytish bosimi bilan hamjihat olinadi. Bunday sinovni tanlaganda asosan S.A.Arrenus qonunidan foydalanadi bu qonun degradatsion jarayonini yoritish uchun kiritilgan. Masalan intensiv voz kechish uchun quyidagi formulada ko'rsatilgan:

$$\lambda(t) = K_{\lambda} \exp\left(-\frac{E_a}{kT}\right) \quad (4.13)$$

E<sub>a</sub> – energiya jarayonini aktivatsiyasi

k – Bolstman doimiyligi

K<sub>λ</sub> – koeffitsiyent, asbob tuzilishini tafsiloti va uning texnologik yasash jarayoni.

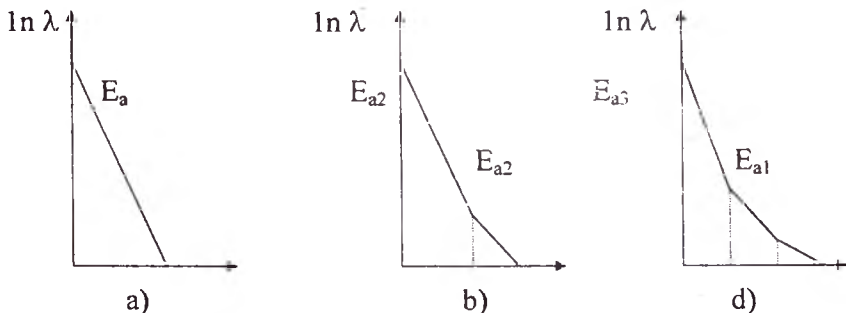
Berilgan tuzilma ko'rsatkichlarni ishonarli hisoblashga qo'llanilishi mumkin emas, chunki K<sub>λ</sub> koeffitsiyenti aniq emas. Ammo yarimlogorifmik masshtab ichida tuzilganda tobelik

$$\ln \lambda(t) = F(T^{-1})$$

Uning qiyasiga qarab qaytuvchi nuqsonlarni keltirib chiqaruvchi faollashuv quvvati E<sub>a</sub>ni, egriligiga qarab esa berilgan qaytaruvchilar shaxsiga javobgar bo'lgan mexanizmning barqarorligini muhokama qilish mumkin.



Uskunalar tezligini qaytarishga bog'liqligi va nuqsonlar faolligi quvvatining issiqlik va elektr yuki darajasiga bog'liqligi haqidagi bir necha holari 30-rasmda keltirilgan.

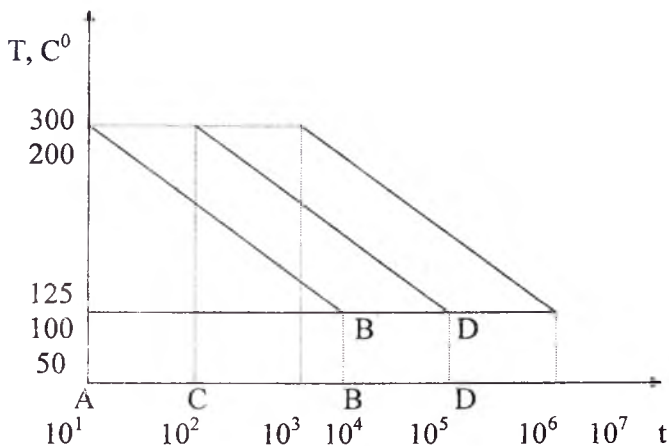


**30-rasm.** Uskuna tezligining qaytaruvchilar va nuqsonlar faolligi quvvatining issiqlik va elektr yuki darajasiga bog'liqligi:

- a) – yuk chegarasida bitta nuqson – tezlik quvvati  $E_a$
  - b) – yuk chegarasida 2 ta turli xildagi tezlik quvvati nuqsonlari
  - d) – yuk chegarasida – 3 xil turdagi nuqson
- $T_k$  – tezlik quvvatining kritik holatdagi harakati.

Uy o'tkazish uchun yukning doimiy tezlik quvvati nuqsonlari chegarasi tanlab olinadi. Keltirilgan namunali hollarda yuklar chegarasiga muvofiqlari rasmning bo'yalgan qismlari hisoblanadi. mazkur yuklar darajasini tanlashimizga sabab, uskunalarda sodir bo'ladigan qaytarilishlarga javobgar bo'lgan nuqsonlar amalda ishlatiladigan sinovchi uskunalarning yuklariga yaqin bo'lgan yuklar bilan tezlashtiriladi. Yuk oshganda oddiy hollarda betaraf qolib, uskunaning mustahkamligiga ta'sir etmaydigan nuqsonlar tizimi oshadi. Uskunalarning aniq bir turi uchun UI sharti haroratlarning keng doirasida olinadigan uzoq muddatli tekshiruvlar natijasida olinadigan katta chastotik ma'lumotlar natijasida hosil bo'ladi. Tekshiruvlar natijasida ma'lum bir elektr o'zgarishlar natijaida haroratga bog'liq bo'lgan o'rtacha qaytarish ishi tavsifi quriladi (tekshiruv vaqtiga o'xshash).

31-rasmda UI harorat ko'tarilganda qayta siljishi bilan birga Mazkur Ui tavsiflar namunasi ko'rsatilgan:



31-rasm. Harorat ko‘tarilishi

Tahlilimizga qaraganda,  $+125\dots+300^{\circ}\text{C}$  haroratlar orasida bir xil qaytarishlar hosil bo‘ladi, bundan shunday xulosaga kelamiz:  $10_{\text{ch}}$  ( $A^1$  nuqta) davomida  $+300^{\circ}\text{C}$  dagi tekshiruvlar o‘zining ta’siri bilan  $+125^{\circ}\text{C}$  dagi ( $V^1$  nuqta)ning  $10^5_{\text{ch}}$  davomida o‘zgarishiga o‘xshash.  $+125^{\circ}\text{C}$  da qaytaruvchilarning o‘rtacha vaqtining  $+300^{\circ}\text{C}$  dagi qayta o‘rtacha vaqtiga nisbatidan biz mazkur tekshiruv turining tezlanish koeffitsiyentini olamiz,  $x \gamma 10^4$  ga teng. Shuncha marta tekshiruvlar vaqti mazkur aniq bir maromdagi tezlanishni tanlashda qasqaradi. Tezlashtirilgan tekshiruvlar  $300^{\circ}\text{C}$ da davomiyligi ortishi bilan tavsiflar o‘ngga siljiydi, ya’ni tekshiruvlar vaqtining eng katta nuqtalari tomoniga ( $UI + 300^{\circ}\text{C}$ da  $100_{\text{ch(soat)}}$  davomida  $+125^{\circ}\text{C}$ da 130 yil ( $S^1, D^1$  nuqtalari)dagi vaqtiga teng (ekivalent) bo‘ladi). Tavsiflarning tekshiruv vaqtining eng katta nuqtalari tomon siljishi mazkur uskunaning boshlang‘ichda rejasiga ( $A^1, V^1$  nuqtalari) nisbatan mustahkamligining salmoqli ortganligini bildiradi.

Kuchaytirilgan tartibdagi tezlashtirilgan tekshiruvlar muammolari:

1. Vaqt o‘zgarishi bilan oddiy holatdagi tekshiruvlar tavsifi, ya’ni qaytarish mexanizmining avtomodel sharti bajarilishi saqlanganligida ta’sir etuvchi omillarni aniqlash.

2. Asboblarni tekshirishda tezlashtirilgan holat koeffitsientlarini aniqlashda o'xshash ifodalarni topish, odatda bu atrof muhit haroratini ko'tarish, elektr quvvatini oshirish yoki ikkala omillardan birgalikda foydalanish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Atrof – muhit haroratiga ta'sir etishda, Arrenius nazariyasiga asosan, tanazzul jarayon, ya'ni kimyoviy ta'sirdan oldin yanayam tezkor jarayonlar faolligi va statistik muvozanat o'rnatiladi. Mazkur sharoitlarda Arreniusning quyidagi tenglamasi ma'qu bo'ladi:

$$R(T) = A \exp\left(-\frac{E_a}{kT}\right), \quad (4.14)$$

bunda,  $R(T)$  – kimyoviy jarayon tezligi doimiyliligining mutloq haroratiga bog'liqligi

$\exp\left(-\frac{E_a}{kT}\right) - T$  haroratdagi jadal to'qnashuvlar ulushini tavsiflaydi, yoki jarayonga kirishish uchun etarli quvvatga ega bo'lgan zarralarni bildiradi.

$A$  – domiy tanazzul (degradatsiya)  $E_a$  – har bir jarayon uchun uning xususiyatiga bog'liq holda aniqlanadigan doimiylik (tezlashtirish quvvati), Jarayon o'tishining tezlanish koeffitsienti (tezlashtirish) Arrenius tenglamasidan aniqlanadi:

$$\alpha = \frac{t_n}{t_{yek}} = \exp\left[\frac{E_a}{k} \left(\frac{1}{T_n} - \frac{1}{T_{yek}}\right)\right]$$

bunda,  $t_n$   $t_{yek}$  - normal va ko'tarilgan haroratlarga muvofiq qaytarilish ko'rsatkich vaqti.

Agar  $T_n = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ k}$ ,  $T_{usk} = 370^\circ\text{C} = 643 \text{ k}$  bo'lsa, unda  $\alpha = \exp(20,89 E_a)$  Natijadan ko'rinib turibdiki, jarayon tezlanishi uchun talab qilinadigan vaqt  $E_a = 0,1 \text{ eV}$  bo'lganda, 10 marta ortiq kamaytirilishi mumkin emas. Agarda  $E_a 0,5 \text{ eV}$  bo'lsa, unda  $\alpha \approx 4 \cdot 10^4$ .

$T_{usk}$  oshganda tezlanish koeffitsienti  $\alpha$  ko'rsatiladi, binobarin,  $T_{usk}$  ni keyingi tezlanishning hosil bo'lish paytiga qadargina oshirish mumkin.

Arrenius usulini ko'rsatkichlar tezlanish tezligi elektr kuchining termik kuchga o'xshash ta'sir etganda yoki elektr kuchga bog'liq bo'lmagandagina qo'llash mumkin. Agar tezlanish tekshiruvlari olib borilganda boshqa kuchlardan foydalanilsa, unda Eyring usuli tekshiruvlar asosini tashkil etadi:

Masalan:  $R(T, P) = \alpha \cdot \exp\left(-\frac{E_a}{T}\right) \cdot \exp(\rho\beta)$ , bunda, R – elektr kuchi.

$\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\rho$  – qo'yilgan kuchlar vazifasini hisobga oluvchi koeffitsiyentlar.

Eyring usuliga asoslangan jarayon oqimining tezlanish koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

$$\alpha = \exp [\beta (P_{usk} - R_n)]$$

Ammo, tekshiruvlarni tezlashtirish jarayonini eyring usuli yordamida bajarish qiyin usul bo'lib, amaliyotda keng qo'llanilmaydi. Elektr tartibi va haroratni tanlashda jarayonning o'zgarimaslik sharoitini buzmaslik muhim rol o'ynaydi, chunki tekshirganda eng chekka harorat r-p oraliqda taxminan 300-350°Cga teng, chunki haroratlarda ekvivalentlik qotishma Al – Si hosil bo'lib, qaytarishlar paydo bo'ladi, bu esa normal haroratda xos bo'lmagan jarayonlar plastmassa qobiqli integral mikrosxemalarni  $T > 250^\circ\text{C}$ da tekshirish mumkin emas. MOPIS uchun uskunaning ionli birikmalar ta'sirchanligi kattaligi sababli eng yuqori harorat 300°Cga teng.

Shunday qilib, tezlashtirilgan tekshiruvlar nuqsonlari yashirin bo'lgan uskunalar tekshirish usuli bo'lib, mustahkamlik darajasi ko'rsatkichlari sonini aniqlash masalasini hal etishga yordam beradi.

Misol: Faraz qilaylik, berilgan turdagi mikrosxemalarni tezlashtirib tekshirganda 150°C haroratdagi qaytarishlar 10<sup>5</sup>ch bo'lganda mikrosxemalar yaroqli hisoblanadi. Harorat 50°C (20°C) bo'lganda, agar qaytarishlar  $E_a = 1\text{eV}$  ga teng bo'lsa yaroqlilik muddati qanday bo'lishini baholash mumkin.

Yechimi: Tezkor qaytarishlar uchun va mahsulotning yaroqlik muddatiga ta'sir etuvchi Arrenius tenglamasini ma'qul deb hisoblasak:

$$\lambda(t) = K_{\lambda} \exp\left(-\frac{E_a}{kT}\right); \quad \lambda(t) = \frac{1}{T_c} \quad \text{bo'lgani uchun}$$

$$T_s = K_t \exp\left(\frac{E_a}{kT}\right) \Rightarrow K_t = T_s \exp\left(-\frac{E_a}{kT}\right)$$

Unda harorat 150°C (T=423K va kT=0,035 eV) berilganlardan foydalanib quyidagilarni aniqlaymiz:

$$K_T = 10^5 \exp(-27,3) = 10^5 \cdot 1,39 \cdot 10^{-12} = 1,39 \cdot 10^{-7}$$

harorat 50°C (T=323K, kT = 0,028 eV) bo'lganda

$$T_s = 1,39 \cdot 10^{-7} \exp(35,7) = 1,39 \cdot 10^{-7} \cdot 3,3 \cdot 10^{15} = 4,44 \cdot 10^8 \text{ ch.}$$

Keltirgan misoldan ko'rinib turibdiki, atrof-muhitning harorati pasaytirilganda mahsulotning yaroqlilik muddati ancha oshadi.

#### IV bobga doir savollar

1. EVlarni sinashda tasnifiy sinash.
2. Qabul qilib topshirib sinash, tartibsiz sinash, tanlov tekshiruv sinashi.
3. EVlarni tanlov tekshiruv uslubiy ishlanmalarni ketma-ketligi.
4. EVlarni tekshiruv sifati turlari.
5. Optik usul, radiatsion usul, elektro fizik usul.
6. Tezlik omillarini tanlash va ular intensivligini aniqlash.

# MUNDARIJA

|             |   |
|-------------|---|
| KIRISH..... | 3 |
|-------------|---|

## I BOB. ELEKTRON VOSITALARGA TA'SIR QILUVCHI OMILLAR, SINASHDAGI MUAMMOLAR

|   |    |
|---|----|
| 1.1. Ta'sir va ta'sir qiluvchi faktorlar klassifikatsiyasi..... | 6  |
| 1.2. Iqlimiy ta'sir va omillar.....                             | 8  |
| 1.3. Biologik ta'sirlar.....                                    | 10 |
| 1.4. Kosmik ta'sir.....   | 14 |
| 1.5. Elektron vositalarni sinashdagi muammolar.....             | 19 |
| I bobga doir savollar.....                                      | 28 |

## II BOB. ELEKTRON VOSITALARINI SINASH NAZARIYASI ASOSLARI

|   |    |
|---|----|
| 2.1. Elektron vositalarini sinashda ishlatiladigan ba'zi bir ehtimollik nazariyasi tushunchalari..... | 29 |
| 2.2. Sinashning tanlash usullari. Asosiy xarakteristikalar.....                                       | 37 |
| 2.3. Sinashlarni sinflanishi.....   | 41 |
| 2.4. Tajriba va stendlarda sinashlar o'tkazish.....   | 52 |
| 2.5. Elektron vositalarini sinash dasturi.....  | 54 |
| 2.6. Elektron vositalarni sinash uslublari.....   | 56 |
| 2.7. Elektron vositalar buzilishlari, sinflanishlari va ularni tahlil qilish.....                     | 58 |
| II bobga doir savollar.....   | 64 |

## III BOB. ELEKTRON VOSITALARNI MEXANIK TA'SIRLARDA SINASH

|   |    |
|---|----|
| 3.1. Mexanik ta'sirlar haqida umumiy ma'lumotlar.....               | 66 |
| 3.2. Elektron vositalardagi titrashlar turlari.....                 | 67 |
| 3.3. Elektron vositalarning rezonans chastotalarini aniqlash.....   | 72 |
| 3.4. Titrashga mustahkamlik va titrashga chidamlilik sinovlari..... | 76 |
| III bobga doir savollar.....  | 84 |

## **IV BOB. SINASH VA TIZIM TURLARINING ISHONCHLILIGI**

|  |            |
|--|------------|
| 4.1. Tanlanma tekshiruvi. Mustahkamlikka rejalashtirilgan tajriba.<br>Operativ tavsiflash..... | 85         |
| 4.2. Mahsulotlarni tanlanma tekshiruvining asosiy prinsiplari.....                             | 88         |
| 4.3. Oddiy birlamchi tanlov tekshiruvining rejasini tuzish.....                                | 94         |
| 4.4. Ruxsat berilmagan sinash.....   | 98         |
| 4.5. Tezlashtirilgan tajriba.....  | 101        |
| <b>IV bobga doir savollar.....</b>   | <b>108</b> |

**BOBURJON BOHODIRJONOVICH GAIBNAZAROV**

**ASBOB VA ULARNI  
ELEMENTLARINI SINASH  
USULLARI**

**Toshkent – «Fan va texnologiya» – 2015**

|                              |                  |
|------------------------------|------------------|
| Muharrir:                    | Sh.Kusherbayeva  |
| Tex. muharrir:               | M.Holmuhamedov   |
| Musavvir:                    | D.Azizov         |
| Musahhih:                    | N.Hasanova       |
| Kompyuterda<br>sahifalovchi: | N.Raxmatullayeva |

**E-mail: [tipografiyacent@mail.ru](mailto:tipografiyacent@mail.ru) Tel: 245-57-63, 245-61-61.  
Nashr.lits. AIN<sup>o</sup>149, 14.08.09. Bosishga ruxsat etildi: 16.12.2015.**

**Bichimi 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>, «Times Uz» garniturası.  
Ofset usulida bosildi. Shartli bosma tabog'i 6,75.  
Nashr bosma tabog'i 7,0. Tiraji 300. Buyurtma №191.**



**«Fan va texnologiyalar Markazining bosmaxonasi» da chop etildi.  
100066, Toshkent shahri, Olmazor ko'chasi, 171-uy.**

**F**  
**T**AN VA   
**TEKNOLOGIYALAR**

ISBN 978-9943-998-13-1



9 789943 998131