

## 6- Маъруза

### Mavzu. Elektromexanik o'lchash mexanizmlari.

#### Reja.

1. O'lchash vositalarini asosiy metrologik xususiyatlari.
2. Elektromexanik o'lchash mexanizmlari.
3. Termoelektrik o'zgartkichlar.

**Tayanch iboralar.** o'lchash vositalarini asosiy metrologik xususiyatlari, elektromexanik o'lchash mexanizmlari, termoelektrik o'zgartkichlar.

#### 1. O'lchash vositalarini asosiy metrologik xususiyatlari.

Asosiy statik xususiyatlariga *o'zgartirish funksiyasi, sezgirlik, sezgirlik ostonasi* kiradi.

**O'zgartirish funksiyasi** – bu o'lchash vositasining kirishdagi ( $X$ ) va chiqishdagi ( $Y$ ) kattaliklari qiymatlarining o'zaro funksional bog'liqligidir.

O'zgartirish funksiyasi analitik ifoda bo'yicha [ $Y=f(X)$ ], grafik tarzda va jadval ko'rinishida berilishi mumkin.

O'zgartirish funksiyasi ko'pincha o'lchash vositasining graduirovkali tavsifi (xarakteristikasi) deyiladi.

O'lchash vositasining konkret o'lchash uchun o'zgartirish funksiyasini uning nominal o'zgartirish funksiyasi  $Y=f_n(X)$  deyiladi.

**Sezgirlik** – bu o'lchash vositasining tshaqi signalga nisbatan ta'sirchanligi, sezuvchanligidir. Umumiy holda *sezgirlik* o'lchash vositasining chiqish sigali o'zgarishini shu o'zgarishning sababchisi – kirish signaliga olingan nisbati o'lchanayotgan kattalikka nisbatan asbobning sezgirligini belgilaydi.

$$S = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\Delta Y}{\Delta X} \approx \frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

Sezgirlikning o'lchamligi kirish va chiqishdagi kattaliklarning o'lchamliklaridan aniqlanadi.

O'lchash vositalarining sezgirligini teskari qiymati  $C = \frac{1}{S}$ , ularning *doimiyli*gi deyiladi va u o'lchash o'zgartkichlari, o'lchash asboblarning asosiy xususiyatlaridan biri bo'lib hisoblanadi.

Ko'rsatuvchi strelkali asboblarning (ko'rsatkichi) sanoq qurilmasi shkala va ko'rsatkichdan tuzilgan. Shkaladagi sonli qiymatlar ko'rsatilgan belgilar shkalaning sonli belgilari deyiladi. Shkalaning ikki qo'shni belgilari orasidagi oraliq *shkalaning bo'linmasi* deyiladi. Shkalaning ikki qo'shni belgisi mos kelgan kattalik qiymatlari ayirmasi *shkala bo'linmasining qiymati* deyiladi.

**Sezgirlik ostonasi** – bu o'lchanadigan kattalikning shunday eng kichik (boshlang'ich) qiymatiki, u o'lchash asbobining chiqish signalini sezilarli o'zgarishiga olib keladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$S = \frac{X_{\min}}{X_{\text{nom}}} \cdot 100\%$$

bu yerda:  $X_{\min}$  – o'lchanadigan kattalikning eng kichik (boshlang'ich) qiymatidir.

Integrallovchi asboblarning uchun “sezgirlik” tushunchasi ishlatilmaydi va o'z navbatida “sezgirlik ostonasi” tushunchasi esa istalgan o'lchash o'zgartkichlari va asboblari uchun qo'llanishi mumkin.

**Xususiy enenrgiya sarfi.** Bu xususiyat ham muhim hisoblanib, asbobning o'lchash zanjiriga ulanganidan so'ng kirishi mumkin bo'lgan xatoliklarni baholashda ahamiyatli sanaladi. Ayniqsa, kam quvvatli zanjirlarda o'lchashlarni bajarishda juda muhimdir.

Xususiy energiya sarfi o'lchash asbobining tizimiga, konstruktiv ishlanishiga bog'liq bo'ladi.

O'lchash vositalarining muhim metrologik xususiyatlaridan biri o'lchash diapazonidir.

O'lchanadigan kattalikning o'lchash vositalari uchun yo'l qo'yiladigan xatoliklarini me'yorlangan qiymatlari oralig'i o'lchash asbobi yoki o'lchash o'zgartkichining ***o'lchash diapazoni*** deyiladi.

Texnik asboblarda, odatda, o'lchash diapazoni bilan ko'rsatuvlar diapazoni mos keladi. O'lchash diapazoning eng kichik va eng katta qiymatlari ***o'lchash chegarasi*** deyiladi. Masalan, statsionar o'lchash kuchlanish transformatorlarining o'lchash diapazoni **0.8 U<sub>1n</sub>** dan to **1.2 U<sub>1n</sub>** gacha bo'lib nominal kuchlanishining **0.8 U<sub>1n</sub>** dan kichik va **1.2 U<sub>1n</sub>** dan yuqori, kuchlanishlari uchun xatoliklar me'yorlanmaydi.

**Xatolik** – o'lchash vositalarining muhim xususiyati hisoblanadi va u quyidagi turlarga bo'linadi: absolyut, nisbiy va nisbiy keltirilgan. Bu xatoliklar xususida keyingi mavzularda yetarli ma'lumot beriladi.

O'lchash vositalarining yana muhim xususiyatlaridan biri – chiqish signalining variatsiyasidir. (O'lchash asboblari uchun- ***asbob ko'rsatishining variatsiyasi*** deyiladi).

**Variatsiya** deganda biror kattalikni sharoitini o'zgartirmagan holda, takror o'lchaganda hosil bo'ladigan eng katta farqqa tushuniladi va quyidagicha aniqlanadi.

Variatsiya kattalikni kirish qiymatlari (kirish bo'yicha variatsiyasi) yoki chiqish qiymatlari (chiqish bo'yicha variatsiyasi) dan aniqlash mumkin.

$$\gamma = \frac{A'_0 - A''_0}{A_{x\max}} \cdot 100\%$$

bu yerda: **A'<sub>0</sub>** va **A''<sub>0</sub>** – o'lchanayotgan kattalikning namunaviy o'lchash asbobi yordamida takror o'lchashdagi qiymatlari, **A<sub>xmax</sub>** – o'lchanayotgan kattalikning maksimal qiymati.

**O'lchash vositalarning aniqlik klassi** – bu muayyan turdagi o'lchash vositasining umumlashgan xarakteristikasi bo'lib, uning aniqlik darajasini aks ettirib, asosiy va qoshimcha xatoliklarining chegarasi bo'yicha hamda o'lchash vositasining aniqligiga ta'sir etuvchi boshqa tavsiflari bo'yicha aniqlanadi.

Aniqlik klassi muayyan o'lchash vositasida bajarilgan o'lchashlarning bevosita aniqlik ko'rsatkichi bo'lib hisoblanmaydi. Aniqlik klassi umumiy holda o'lchash vositasining metrologik xossalari majmuini xarakterlaydi.

O'lchash vositalarining aniqlik klasslari ularga qo'yilgan talablarga asosan standart qiymatlarda o'rnatiladi va keltirilgan nisbiy xatolik bilan quyidagicha bog'liqlikda bo'ladi.

$$\delta_{an.kl} = \beta_{k\max} \geq \beta_k$$

**O'lchash vositalarining dinamik xususiyatlari.**

**Dinamik metrologik xususiyatlar** – o'lchash vositasining inertsiya xususiyatlarini aks ettiradi va o'lchash vositasida chiqish signali bilan vaqt bo'yicha o'zgaradigan kattaliklarning o'zaro bog'liqligidan aniqlanadi. Vaqt bo'yicha o'zgaruvchan kattaliklar bular kirish signalining parametrlari, tashqi ta'sir etuvchi kattaliklar va boshqalar. O'lchash vositalarining dinamik xususiyatlarini to'la ifodalash maqsadida ularni to'la va xususiy dinamik xususiyatlarga bo'lamiz.

**To'la dinamik xususiyat** – bu o'lchash vositasining kirishidagi istalgan informativ yoki noinformativ parametrlari **X(t)** va chiqish signallarining **Y(t)** o'zgarishidan aniqlanadi.

To'la dinamik xususiyatlarga quyidagilar kiradi: o'tish xarakteristikasi, impulsli o'tish xarakteristikasi, amplituda – faza xarakteristikasi, amplituda – chastotaviy va faza chastotali xarakteristikalar majmui, uzatish funksiyasi.

**Xususiy dinamik xususiyat** – bunga o'lchash vositasining ta'sirlanish vaqti (asbob ko'rsatishining to'xtash vaqti), dempfirlash koeffitsienti, xususiy rezonans chastotasining qiymati kabilar kiradi.

O'lchash vositalarining yana muhim xususiyatlaridan biri – **ishonchliligi** (chidamliligi) bo'lib, u o'lchash vositasining ma'lum o'lchash sharoitida, belgilangan vaqt mobaynida o'z

metrologik xususiyatlarini (ko'rsatkichlarini) saqlashidir. Bu ko'rsatkichlarni chegaradan chiqib ketishi abobni layoqatligi pasayib ketganligidan dalolat beradi. O'lchash asbobining ishonchliligi, odatda, buzilmasdan ishlash ehtimolligi bilan baholanadi.

#### **Elektromexanik o'lchash mexanizmlari.**

Magnitoelektrik, elektromagnit, elektrodinamik tizimlariga oid o'lchov asboblarning ish prinsipi va nazariyasini o'rganish, hamda shu tizimdagi ampermetr va voltmترلarni tekshirish.

##### **1. Magnitoelektrik o'lchash mexanizmi. Ampermetr va voltmetr:**

Magnitoelektrik o'lchash mexanizmi doimiy magnit 1 magnit qutblari 2, silindrsimon po'lat o'zak 3, qo'zg'aluvchan chulg'am (ramka) 4, spiral prujinalar 5, ko'rsatkich (strelka) 6 va posongilar 7 dan tuzilgan.

Ramkadan o'tayotgan tok bilan doimiy magnit maydonining o'zaro ta'sirida ramkani harakatga keltiruvchi kuch  $F = BIlw$  hosil bo'ladi.

Ifodada  $V$  — qutb uchliklari va silindrsimon o'zak oralig'idagi magnit induksiyasi;  $w$  — ramkadagi o'ramlar soni;  $l$  — magnit maydonida joylashgan ramkaning aktiv qismini uzunligi,  $I$  — tok kuchi.

Bu kuchlarning yo'nalishi chap qo'l qoidasiga binoan topiladi. Bu kuchlar hosil qilgan aylantiruvchi moment quyidagicha ifodalanadi:

$$M_a = 2F \frac{b}{2} = Fb = BlbwI = BswI \quad (4.1)$$

bu erda  $b$  — ramkaning kengligi;

$s$  — ramkaning yuzasi.

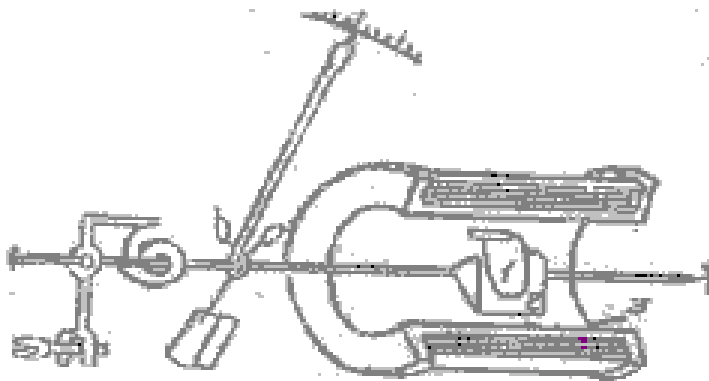
Aylantiruvchi moment ta'sirida ramka o'q atrofida aylanganida spiral prujinalar buralib teskari ta'sir etuvchi moment  $M_T$  hosil qiladi:

$$M_T = W\alpha \quad (4.2)$$

bu erda  $W$  — solishtirma teskari ta'sir etuvchi moment bo'lib, spiral prujinaning materiali va o'lchamlariga bog'liq;

##### **Elektromagnit o'lchash mexanizmi:**

Elektromagnit o'lchash mexanizmlari yassi va dumaloq (4.2-rasm) g'altakli qilib tayyorlanadi. Bu g'altaklar qo'zg'almas bo'lib, ulardan o'lchanuvchi tok o'tadi. Bunda hosil bo'ladigan magnit



4.2-rasm.

maydoni qo'zg'aluvchan ikki o'zakka ta'sir etish oqibatida bu o'zak g'altak ichiga tortiladi, natijada o'q aylanib, ko'rsatkichni biror burchakka buradi. 4.2-rasmdagi qo'zg'aluvchan o'zaklar bir xilda magnitlanadi; natijada qo'zg'aluvchan o'zak qo'zg'almas o'zakdan itarilib, o'qni aylantiradi.

Umuman aylantiruvchi moment  $M_a$  magnit maydoni energiyasidan qo'zg'aluvchan qism burilish burchagi bo'yicha olingan hosilasiga teng.

$$M_a = \frac{dW_e}{d\alpha} \quad (4.3)$$

Ferromagnit o'zakli g'altak magnit maydonining energiyasi.

$$W_e = \frac{1}{2} LI^2 \quad (4.4)$$

bu erda L-g'altak induktivligi bo'lib, o'zakning holati va g'altakning o'lchamlariga bog'liq.

I-g'altakdan o'tayotgan doimiy tok.

Qo'zg'aluvchan qism muvozanat holatida bo'lganida.

$$M_a = M_T \text{ yoki } \frac{1}{2} LI^2 = W\alpha. \quad (4.5)$$

Bundan

$$\alpha = \frac{1}{2W} I^2 \frac{dL}{d\alpha} \quad (4.6)$$

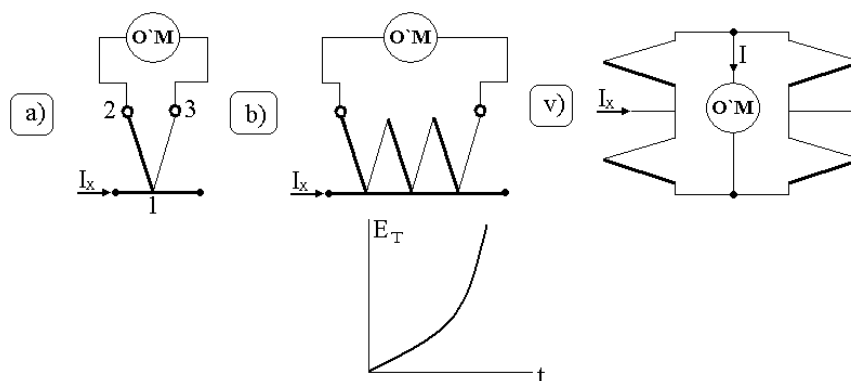
Bu ifoda elektromagnit o'lchash mexanizmlarining **shkala tenglamasi** deb ataladi. Burilish burchagi  $\alpha$  o'lchanayotgan tokning kvadratiga to'g'ri proporsional. G'altakdan o'zgaruvchan tok o'tganda ham  $\alpha$  uchun ifodaga ega bo'lamiz. Bu holda ifodadagi I-tokning effektiv qiymatidir. SHu sababli elektromagnit o'lchash asboblari o'zgarmas va o'zgaruvchan tok zanjirida qo'llanishi mumkin. Ularning shkalasi notekis bo'lib, kvadratik xarakterga ega va bunday shkalaning boshlang'ich qismidan foydalanish ancha noqulay.

Elektromagnit o'lchash mexanizmlari ampermetr, voltmeter sifatida va logometrik prinsipida yasalganida esa fazometr, faradometr va chastotometrlar sifatida ishlatiladi.

#### Termoelektrik o'zgartkichlar.

Termoelektrik o'zgartkichlar termopara (termojuftlik) va qizdirgichdan iborat bo'lib, magnitoelektrik o'lchash mexanizmi bilan birgalikda termoelektrik asbobni tashkil etadi. Termoelektrik asboblari ikki xil metallardan tayyorlangan (simlardan) termopara va elektr o'lchash mexanizmidan iborat bo'ladi. Simlarning bir uchi bir – biriga kavsharlanadi, ya'ni o'lchanayotgan muhitga tegib turgan joyi 1 (issiq ulanma), 2,3 uchlari esa (sovuq ulanma) elektr o'lchash asbobga ulanadi (a - rasm). Simlarning kavsharlangan va asbobga ulanadigan uchlari temperaturasi har xil bo'lsa, termopara bilan o'lchash asbobidan iborat zanjirda elektr yurituvchi kuch hosil bo'ladi.

Termoparani, termoelektr yurituvchi kuchni o'lchashda termoelektrik o'zgartkich va uni o'lchash asbobi bilan ulashnig turli usullari qo'llaniladi. (a,b,v – rasm).



a), b) v) – rasm.

Termoelektrik o'zgartkichning chiqishdagi hosil bo'lgan termoelektrik yurituvchi kuch temperaturaga proporsional bo'ladi, ya'ni  $E \propto t^0$  va o'lchash mehanizmidan o'tadigan tok esa

$I = \frac{E}{R_{o'm}}$  teng bo'ladi, bu yerda **E** – termoelektr yurituvchi kuch; **R<sub>o'm</sub>** – o'lchash mexanizmidan zanjirining qarshiligi.

SHunday qilib, termoelektrik asbobning ko'rsatishi o'lchanayotgan tokning ta'sir etuvchi qiymatining kvadratiga to'g'ri proporsional.  $\alpha \equiv kI^2$  bo'lib, bu yerda **k** – o'zgarmas koeffitsiyent va u termo o'zgartkichning turiga, o'lchash mexanizmining parametrlariga bog'liq.

Termoelektrik asboblarni o'zgarmas tok zanjirida ham o'zgaruvchan tok zanjirida ham ishlatish mumkin, chunki qizdirgichdan o'tuvchi tok issiqligi chastotaga bo'g'liq bo'lmaydi.

Termoelektr yurituvchi kuchini oshirish maqsadida bir nechta termoparalar ketma – ket ulanadi ( b) – rasm). Bundan tashqari termoparalarni ko'priqli sxema bo'yicha ( b) – rasm) ulaganda termo EYK ikki marta ortadi.

Termoelektrik asboblarning afzalligi shundan iboratki, ularni ham o'zgarmas va chastotasi hattoki **100 MGs** gacha bo'lgan o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatish mumkin.

Kamchiligi esa, ularning inersionligini kattaligi va asbobning ko'rsatishi tashqi muhit temperaturasiga bog'liqligidir.

### **Nazorat savollari.**

1. O'lchovlar, o'lchash o'zgartkichlari, o'lchash asboblari, o'lchash qurilmalari, o'lchash sistemalari.
2. O'lchash vositalarini asosiy metrologik xususiyatlari.
3. Elektromexanik o'lchash mexanizmlari.
4. Termoelektrik o'zgartkichlar.