

I ЭЛЕКТРӨЛШЕУШІ ҚҰРАЛДАРДЫ ОҚЫП ҮЙРЕНУ

1.1 Мақсаты: Электрөлшеуші құралдардың жұмыс істеу принципі және құрылысымен танысу, оларды градуирлеу және өлшеу шектерін ұлғайту.

1.2 Шартты белгілер:

I - өлшенетін ток күші, А

U - өлшенетін кернеу, В

R_i - құралдың ішкі кедергісі, Ом

n, m - құралдың өлшеу шегінің өзгеріс коэффициенті.

N - зерттелуші құрал көрсететін бөліктер саны.

l - шунт сымның ұзындығы, м

S - оның көлденең қимасының ауданы, $\text{мм}^2 = 10^{-6} \text{ м}^2$

ρ - шунт материалының меншікті кедергісі, Ом · м

R_w - шунттың кедергісі, Ом

1.3 Теориялық мәліметтер

1.3.1 Электрөлшеуші құралдардың классификациясы.

Шкалалардағы белгілеулер.

Электрөлшеуші деп электрлік шамаларды өлшеу үшін қолданылатын құралдар аталады. Олар өлшенуші шамалардың тегі бойынша, жұмыс істеу принципі, токтың тегі, өлшеу дәлдігі, санақ тәсілі және оларды қолдану тәсілін, қасиеттерін, құрылысын анықтайтын басқа да белгілері бойынша классификацияланады. Осы сипаттамалардың көпшілігі паспорттық мәліметтерді құрайды, құралдардың шкалаларында немесе панелдерінде көрсетіледі. Осы сипаттамаларды қарастырайық.

1.3.2 Өлшенетін шаманың тегі

Өлшенетін шаманың физикалық табиғаты электрөлшеуші құралдың атауын анықтайды. Ток күшін анықтау үшін қолданылатын құралдар амперметрлер /белгіленуі А/ деп аталады. Сезімталдығына байланысты микроамперметрлер /мкА/, миллиамперметрлер /мА/, килоамперметрлер /кА/ болып бөлінеді. Стандартты градуирленбеген ерекше сезімтал құралдар гальванометрлер деп аталады. Кернеуді өлшеу үшін қолданылатын құралдар вольтметрлер /белгіленуі V/ деп аталады. Микро /мкV/, милли /мV/ және киловольтметрлер /кV/ болып бөлінеді. Стандартты градуирленбеген сезімтал вольтметрлер, электрометрлер деп аталады. Ток пен кернеуді өлшейтін құралдар өте-өте көп таралған. Олардан басқа мынадай құралдар бар:

W - қуатты өлшейтін құралдар - ваттметрлер.

$W-T$ - жұмсалған энергияны өлшейтін құралдар - электрсанаушылар.

Ω - кедергіні өлшейтін құралдар - омметрлер.

H_z - токтың жиілігін өлшейтін құралдар - частотометрлер.

φ - ток пен кернеу арасындағы фазалар ығысуын өлшеугіні құралдар - фазаметрлер.
Қолданылуы мен өлшеу шектерінің жұмысқа қосу тәсіліне байланысты өзгеріп отыратын комбинациялық құралдар да бар.

1.3.3 Құралдың жүйесі.
Электрөлшеуші құралдың құралысының негізгі электр тогының немесе кернеудің өлшеуіне қатысты өлшеуіне негізделген. Осыған сәйкес электрөлшеуші құралдың жүйелерінің көп түрі бар. Олардың негізгілері 3.2 тарауда қарастырылған.

Кез-келген жұмыс кезінде оның қандай жүйеге жататынын білу керек, себебі, оны қолдану тәсілдері, жүйелік қателіктерді жою техникасы, жіберуге болатын асқын жүктеменің шамасы және т. б. осыған тәуелді болады. Құралдың жүйесі оның шкаласында арнаулы белгімен беріледі:

— магниттік электрлік жүйе,
— электродинамикалық жүйе.

1.3.4 Құралдың дәлдік класы
Электрөлшеуші құралдың дәлдік класы

тең сан түрінде көрсетіледі, яғни өлшенетін шаманың максимал мәні бойынша процентпен алынған абсолют қателіктің максимал мәні. Мынадай дәлдік кластарындағы құралдар шығарылады:

0,05; 0,1; 0,2 - үлгілі құралдар.
0,5; 1,0 - лабораториялық құралдар.
1,5; 2,5; 4,0 - техникалық құралдар.

1.3.5 Токтың тегі мен жиілігі туралы мағлұмат
Тұрақты токтың құралдарының шкаласында "—" белгісі айнымалы токтың құралдарының шкаласында "•" белгісі болады. Егер құрал тұрақты токпен де, айнымалы токпен де жұмыс істесе, шкаласында "•—" белгісі қойылады. Айнымалы токтың құралдарының көпшілігі 50 Гц стандарт жиілікке арналған. Егер құрал қандай да басқа жиілікке арналса, онда шкалада көрсетілетін болмауы мүмкін. Мысалы: 400 Гц. Номинал жиіліктен 10%-ге ауытқатқанда құралдың негізгі қателігі екі есе артады. Кей жағдайларда жіберілетін жиіліктердің шектік мәндері құралда көрсетіледі (мысалы: 45-55 Гц).

1.3.6 Өлшеу шектері
Қарапайым жағдайда құралдың өлшеу шегін оның шкаласының градуирлеу арқылы көрсетеді. Шкаласы бірқалыпты емес құралда шкаланың жұмыс істейтін бөлігін нүктелермен белгілеп қояды. Бірінше шекті құралдар үшін өлшенетін шаманың ең жоғары шегі ауыстырып қосқышта немесе клемманың жанында көрсетіледі.

1.3.7. Электрөлшеуші құралдардың негізгі жүйелері. Жүйелердің бірнеше түрі бар. Олардың негізгілерін қарастырамыз.

1.3.8. Магниттік электрлік жүйе.

Бұл жүйенің құралдарында тогы бар өткізгіштің тұрақты магниттің ток өзара әсерлесуі қолданылады. Төгі бар өткізгіштің орнанып өлшенетін ток

жіберілетін қозғалмалы катушка болады. Катушка тұрақты магниттің полюстерінің арасында орналасады және олардың алғашқы жағдайы спираль пружинадан көмекпен бекітіледі, оның бір ұшы құралдың қозғалмайтын бөлігіне жалғанады. Катушка арқылы ток жүргенде ол өзінің алғашқы жағдайына қарағанда белгілі бұрыш жасай орналасады, яғни ток тұрақты магнит өрісі тұрақты токтың магнит өрісімен әсерлесуі нәтижесінде ауытқиды. Осы бұрыштың шамасы өлшеуі ток күшінің шамасына тура пропорционал, сондықтан магнит электрлік жүйенің құралдарының шкаласы бір қалыпты болады. Рамаға бекітілген стрелканың немесе айналмалы көмегімен шкала бойынша рамканың ауытқу бұрышын есептеп ток күшін анықтаймыз. Осы үшін құралды калибрлейді, яғни стрелканың ауытқу бұрышын катушкаға тоқтың берілген мәндеріне сәйкестендіреді. Бұл жүйенің құралдарының негізгі кемшілігі, олардың көмегімен айнымалы токтың шамасын тікелей өлшеуге болмайтындығында. Ерақ егер айнамалы токты алдымен тұрақты токқа айналдырып алақ, оларды өлшеу мүмкін болады.

1.3.9 Электродинамикалық жүйе.

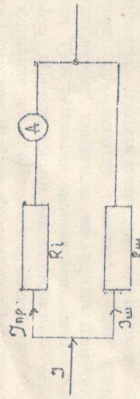
Бұл жүйенің құралдарының жұмыс істеу принципі тоғы бар катушканың магнит өрісі мен оның ферромагнитті өзекшесінің өзара әсерлесуіне негізделген. Ферромагнитті өзекше серпілген пружина арқылы құралдың қозғалмайтын бөліктеріне бекітілген. Өзекшеге өлшеуші стрелка бекітіледі. Катушка арқылы өлшенетін ток жүргенде өзекше катушканың ішіне қарай тартылады да, стрелка ауытқиды. Стрелканың ауытқу бұрышы ток күшінің квадратына пропорционал болады, сондықтан бұл жүйенің құралдарының шкалалары бір қалыпты емес. Электродинамикалық құралдардың артықшылығы олардың конструкциясының қарапайымдылығы мен түскен артық күшке төзімділігінде, себебі оларда қана айнымалы токты өлшеуге болады. Электродинамикалық жүйенің құралдарының кемшілігі - сыртқы магнит өрісіне сезімталдығы мен шкаласының бірқалыпсыздығы.

1.3.10. Электродинамикалық жүйе.

Бұл жүйенің құрамында өлшеуші ток екі катушка арқылы өтеді: біреуі қозғалмайтын, екіншісі оның ішіне орналасқан қозғалмалы катушкалар. Олар вольтметрлерге тәжіктей жалғанады, ал амперметрлерде параллель жалғанады. Өлшенуші стрелканың ауытқу бұрышы ток күшінің квадратына пропорционал, сондықтан осы құралдардың шкалалары бір қалыпты емес, стрелка қозғалмалы катушкаға жалғанған. Электродинамикалық құралдардың артықшылығы олардың көмегімен айнымалы токты өлшеуге болады, және электродинамикалық құралдарға қарағанда өлшеу дәлдіктерінің жоғары болуы (ферромагнитті бөліктерінің болмауынан). Кемшіліктері: сезімталдығы төмен, артық түскен жүктемені кетере алмайды, шкаласы бірқалыпты емес.

1.3.11. Шунттың келергісін өлшеу.

Шунт - амперметрлердин өлшеу шектерин ұлғайту үшін қолданылатын актив келергі болып келеді, оны 3.1-суретте көрсетілгендей өлшеуіш құралға параллель жалғаймыз



Сурет 1. Шунтты қосу схемасы

Шунт амперметр арқылы өтетін токтың, $n = \frac{I}{I_{ш}}$ есе көбейтсе жағдай жасайды, сондықтан амперметрдің өлшеу шегі соңына есе артады.

Шунттың келергісін есептеу үшін Кирхгоф заңдары қолданылады

$$I = I_{ш} + I_{н} \quad (1)$$

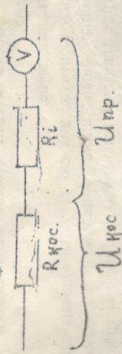
$$I_{ш} R_{ш} = I_{н} R_{н} \quad (2)$$

$$\frac{I}{I_{ш}} = 1 + \frac{R_{н}}{R_{ш}} = n$$

Осыдан шунттың келергісін табамыз.

$$R_{ш} = \frac{R_{н}}{n-1} \quad (3)$$

1.3.12. Қосымша келергіні есептеу. Қосымша келергіні есептеу вольтметрдің өлшеу шектерін ұлғайту үшін қолданылады, ол вольтметрге тізбектей жалғаныпты актив келергі болып келеді (2-суретті қара). Қосымша келергі вольтметрдегі кернеу түсуін $n = \frac{U}{U_{ш}}$ есе кемітеді, сонда оның өлшеу шегі соңына n -е артады.



Сурет 2. Қосымша келергіні қосу схемасы

Қосымша келергіні есептеу үшін Кирхгоф заңдары қолданылады.

$$I_{ш} R_{с} = I_{ш} R_{н} \quad (4)$$

$$U = U_{ш} + U_{ш} = I_{ш} (R_{с} + R_{н}) \quad (5)$$

$$\frac{U_{ш}}{U} = 1 + \frac{R_{с}}{R_{н}} = n$$

Осыдан қосымша келергіні табамыз.

гов.

$$R_{ш} = R_{н} (n-1) \quad (6)$$

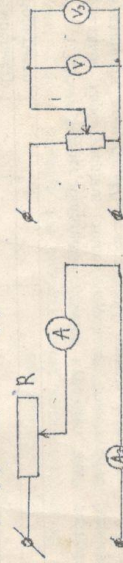
1.4 Құралдар мен керек жаратқар: эталон ретінде қолданылатын электрөлшеуіш құрал, калибрленетін құрал, қосымша келергілер мен шунттар жиыны, тұрақты ток көзі, роостыг.

1.5 Жұмыстың орындалу әдістемесі:

Жұмыста амперметрлер мен вольтметрлерді калибрлеу және олардың өлшеу шектерін мұғалім берген сан бойынша есептеп ұлғайту.

1.5.1 Зерттелуші электрөлшеуіш құралдардың бөлік құны мен сезімталдығын анықтау. Электрөлшеуіш құралдардың сезімталдығын анықтау үшін 5.1-суретте көрсетілген схеманы құраймыз:

а) амперметр үшін, б) вольтметр үшін.



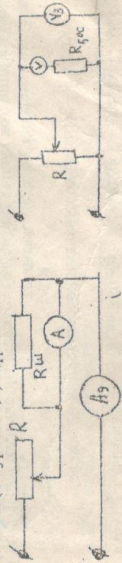
Сурет 3. (а) Амперметрмен және (б) вольтметрмен өлшеу схемалары

Калибрлеу, зерттелуші және эталон құралдардың керсетулерін салыстыру бойынша жүргізіледі: ол үшін амперметрге $N=f(I)$ тәуелділігі, ал вольтметр үшін $N=f(U)$ тәуелділігі өлшенеді.

Құралдың бөлік құны деп - оның шкаласының бір бөлігіне келетін токтың немесе кернеудің шамасы аталады, яғни I/N немесе U/N . Құралдың сезімталдығы деп - бөлік құнына кері шаманы, яғни N/I немесе N/U айтады.

1.6 Өлшеу шектерін өзгерту.

Зерттелуші электрөлшеуіш құралдың өлшеу шектерін өзгерту үшін шунттардың және қосымша келергілердің қосылулары көрсетілген схемасын (2-суретті а,б) құраймыз.



Сурет 4. (а) шунтпен және (б) қосымша келергімен өлшеу шектерін өзгерту схемалары

$R = 9 \text{ кВ} \times 0,1 \text{ м} = 0,9 \text{ м}$
 100%
 $0,9 \text{ м} = 0,9 \text{ м}$

Косымша келерінің ішмасын және шунтың келерінің (6) және (3) формулалары бойынша мұғалім көрсеткен n және n мәндерін қолданып есептейміз. 4-суретіндегі схемалар зерттеуші құралды тексеру қабилітсін, яғни $N=f(U)$ немесе $N=f(I)$ теуелділіктерін алуға мүмкіндік береді.

1.7 Жұмыстың орындану тәртібі.
 1.7.1 1-кестеге эталондық өлшеуші құралдың техникалық мәліметтері жазыңыз.

Кесте 1 - Эталондық өлшеуші құралдың техникалық мәліметтері

Құралдар	Прибор тегі	Өлшеу диапазоны	Бөлік құны	Дәлдік классы	Құрал кателігі
Амперметр					
Вольтметр					

1.7.2 3-сурет бойынша схеманы құраймыз және зерттеуші құралдың көрсетулерінің эталон құралдың ток күшіне (кернеуіне) теуелділігін, яғни $N=f(U)$ немесе $N=f(I)$ аламыз. Нәтижелерін 2-кестеге енгізіп жазыңыз.

Кесте 2 - Зерттеуші құралдың көрсетулерінің нәтижелері

№ зерт бөлік	5	10	15	20	25	30
$I_{\text{эм}}(U, B)$						
$I_{\text{эм}}(U, B)$						

$R_{\text{эм}}=0, R_{\text{эм}} \neq 0$

1.7.3 n немесе n берілген мәндері бойынша шунттың келерісін немесе қосымша келеріні есептеңіз. $\lambda = \frac{SR_{\text{ш}}}{\rho}$ формуласы бойынша ұзындығын есептеп мыс сымбан ($\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$) шунт дайындаңыз.

1.7.4 4-сурет бойынша схема құрастырып зерттеуші құралдың көрсетулерінің ток күшіне (кернеуге) теуелділігін алыңыз: $N=f(U)$, $N=f(I)$. Өлшеу нәтижелерін 3-кестеге жазыңыз.

Кесте 3 - Зерттеуші құралдың көрсетулерінің нәтижелері

Құрал тегі	Құрал	Өлшеу диапазоны	Бөлік құны	Сәйімталдығы	Құрал кателігі

Өлшеу аспаптарының техникалық мәліметтері

- 1.7.5 Есепті ГОСТ талаптарына сәйкес жасалың.
- 1.8 Бақылау сұрақтары:
 - 1.8.1 Элементтің шаманың тегі бойынша электрленуші құралдардың классификациясы.
 - 1.8.2 Дәлдік классы бойынша құралдардың классификациясы.
 - 1.8.3 Токтың тегі мен жалғызгер диапазоны бойынша құралдардың классификациясы.
 - 1.8.4 Магнитозелктрлік жүйенің құралдары.
 - 1.8.5 Электромангниттік жүйенің құралдары.
 - 1.8.6 Шунттың келерісі және қосымша келергі үшін формулалары қорығып шығару.

Зертханалық жұмыс № 2.12

2 ЭЛЕКТРОСТАТИКАЛЫҚ ӨРІСТІ «ЭКВИПОТЕНЦИАЛ БЕТТЕРДІ САЛУ» ТӘСІЛІН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ЗЕРТТЕУ

2.1 Жұмыстың мақсаты: Электростатикалық өрісті тұрақты ток өрісімен үлгілеу тәсілімен танысу және өрістің жазық кимасында эксперимент бойынша эквипотенциал сызықтарды тұрғызу.

2.2 Шартты белгілер:

- E – электр өрісінің кернеулігі, В/м
- F – «сыныш» зарядқа өріс таралынан әсер ететін күш, Н
- Q_0 – сыныш электр заряды, Кл
- N – өрістегі сыныш зарядтың потенциалдық энергиясы, Дж
- ϕ – электр өрісінің потенциалы, В
- P – диэлектриктің полярилануы, Кл/м²
- ϵ_0 – электр тұрақтысы, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
- X – диэлектриктің диэлектрик қабалдағышығы
- E_0 – диэлектриктен тыс жердегі электр өрісінің кернеулігі, В/м
- E – диэлектриктен тек байланысқан зарядтар тұрғызатын электр өрісінің кернеулігі, В/м
- D – электрлік ағысу, Кл/м²
- ϵ – ортаның салыстырмалы диэлектрик өтімділігі
- J – токтың тығыздығы, А/м²
- σ – меншікті өткізгіштік, I/Ом·м

2.3 Теориялық мәліметтер:

Электр өрісі материяның өмір сүру едісі болып табылады. Оның кеметмен зарядтардың өзара әрекеттесуі жүзеге асады. Әр зарядтың өзінің электр өрісі болады, сондықтан зарядтардың әрекеттесуі, олардың