

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ
МИРОГОЩАНСЬКИЙ АГРАРНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

ІНСТРУКЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА
ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ З ЕЛЕКТРОМОНТАЖНОЇ ПРАКТИКИ

*«Монтаж контрольно – вимірювальних пристроїв
(устаткування)»*

**Розглянуто та затверджено на засіданні
циклової комісії електротехнічних дисциплін**

Протокол № _____ від _____ 2024 року
Голова комісії _____ І.В. Терновик

Мирогоща 2024 р.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

Тема: Монтаж контрольно – вимірювальних пристроїв (устаткувань).

Місце проведення: Цех індивідуальних занять.

Час 12 годин

Навчальна мета: Набути практичних навичок, по монтажу контрольно – вимірювальних пристроїв (устаткувань). Навчитись виконувати монтаж електричних пристроїв.

Метод проведення: Самостійна робота студентів під контролем викладача.

Методичне забезпечення заняття: Інструкційно-технологічна карта;

О.С.Марченко «Довідник по монтажу
налагодження електрообладнання в сільському
господарстві».

Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлев «Монтаж
електрообладнання і систем керування».

Матеріально-технічне забезпечення занять:

Контрольно- вимірювальні прилади (амперметр,
вольтметр, омметр, ватметр). набір ключів
гайкових рожкових; набір електромонтажний;
магнітні пускачі; теплові реле; автоматичні
вимикачі; провідники; кабель

1. . Організаційна частина занять:

1.1 Контроль присутності студентів.

1.2 Контроль виконання домашнього завдання (теоретичної підготовки до виконання завдань).

1.3 Оголошення теми занять, визначення її змісту.

1.4 Визначення теми занять:

- студент повинен знати;
- студент повинен вміти;
- набути навички.

1.5 Видача матеріалів, приладів, інструментів, наочних посібників, літератури.

1.6 Вимоги правил безпеки праці (електробезпеки).

Всі роботи виконуються при знятій напрузі. Забороняється вмикати схему без дозволу викладача.

ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ:

1. Ознайомитись з правилами ТБ і розписатися в журналі реєстрації інструктажів з ТБ.
2. Порядок робіт по монтажу КВП.
 - 1) Виконання замірів і розміток
 - 2) Встановлення КВП.
 - 3) Підготовка до монтажу.

- 4) Перевірити справність КВП.
 - оглянути виводи.
 - відповідність систем приладів
- 5) Змонтувати КВП.
- 6) Підключити КВП.
- 7) Перевірити роботу КВП.
- 8) Зняти показники з КВП.

НАЛАГОДЖУВАЛЬНІ РОБОТИ

1. ПІДГОТОВКА ДО ВИКОНАННЯ НАЛАГОДЖУВАЛЬНИХ РОБІТ

Пусконалагоджувальні роботи складаються з таких основних етапів: організаційно-технічної підготовки, комплексного випробування і налагоджування електрообладнання, доведення його до проектної потужності.

В організаційно-технічну підготовку входять: укладання договору, приймання змонтованого обладнання для налагоджування від монтажної організації за участю господарства-замовника, складання плану-графіка налагоджувальних робіт і погодження із замовником строків введення об'єкта в експлуатацію, підготовка робочих місць, доведення завдань до наладчиків і забезпечення фронту робіт.

Основним документом, який визначає взаємовідносини між замовником і пусконалагоджувальною організацією, є договір.

Для укладання договору на підприємство-замовник відряджають представника налагоджувальної організації. Договір складають у трьох екземплярах: для замовника, банку і підрядчика.

До договору додається кошторис на виконання налагоджувальних робіт (у трьох екземплярах); довідка про фінансування; список особливих умов виконання налагоджувальних робіт (порядок проведення робіт, обов'язки сторін, порядок приймання робіт, порядок розрахунків за виконувани роботи).

Після укладання договору спеціалісти періодично бувають на об'єкті і надають технічну допомогу замовнику.

При технічному нагляді інженери-наладчики перевіряють, відповідність технологічних машин і електрообладнання, які монтуються, проекту: якість монтажу відповідно до ПУЗ, СНиП, паспортів та інструкцій на обладнання; якість встановленого обладнання, відповідність його технічних характеристик.

Наладчики беруть участь в індивідуальних випробуваннях обладнання, які проводить монтажна організація.

На всі дефекти, виявлені при монтажі або ревізіях, індивідуальних випробуваннях обладнання, наладчики складають технічно обґрунтовані відомості і через замовника доводять їх до монтажників для усунення їх до здавання обладнання для налагоджування.

До початку виконання робіт замовник повинен виділити на об'єкті приміщення для розміщення налагоджувального персоналу. Технічну підготовку і організацію налагоджувальних робіт на об'єкті відображають у плані-проекті, який включає обсяг робіт у грошовому і фізичному вираженні; чисельність і кваліфікацію персоналу з урахування середнього виробітку; розподіл виконавців на об'єкті; результати аналізу проектної документації; графік робіт; перелік технічної документації, приладів, матеріалів та засобів техніки безпеки, зауважень по проекту та монтажу

електрообладнання.

Після прибуття на об'єкт керівник налагоджувальних робіт зобов'язаний установити контакт з особою, відповідальною за електрогосподарство підприємства-замовника; вирішити всі питання, пов'язані з побутовим влаштуванням наладчиків; погодити з замовником графік робіт; скласти заявку на матеріали, необхідні для виконання робіт, і передати її замовнику; пройти інструктаж з техніки безпеки у замовника і записати це в журналі; провести інструктаж з техніки безпеки з членами бригади наладчиків конкретно на кожному робочому місці і об'єкті в цілому і записати це в журналі, де всі проінструктовані повинні розписатися.

Заключним етапом підготовки до виконання налагоджувальних і випробувальних робіт є перевірка та оснащення робочих місць бригад (ланок). На робочому місці повинен бути установлений лабораторний стіл з дерева або іншого ізоляційного матеріалу.

Останнім часом використовують пересувні столи наладчика.

До комплекту такого стола входять: складний стілець, стіл, дві націпні тумбочки, електричний щиток з вмонтованим обладнанням і схемою, котушка для намотування живильного кабеля та силовий кабель довжиною 25—30 м.

Номінальна напруга електричної схеми стола 380 В. Напівпровідниковий випрямляч забезпечує постійну напругу 220 В і силу струму 5 А.

На щитку стола встановлені автомат АП50Б-2МЗТО, сигнальні лампи, клеми для приєднання схем і розетки (одна триполюсна і дві двополюсні). Стіл має затискач для приєднання заземлення. ,

2. АПАРАТУРА І ПРИЛАДИ ДЛЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ, ВИПРОБУВАЛЬНИХ ТА НАЛАГОДЖУВАЛЬНИХ РОБІТ

Промисловість виготовляє серійно необхідні для проведення налагоджувальних робіт прилади, апаратуру і установки (табл. 9.1).

Прилади Ц4341, Ц4317, Ц4380, Ц4351, Ц4353, Ф4313> Ф4318 мають схему захисту (автоматичні вимикачі) від електричних перевантажень, а Ц4302 і Ц4312 — цифровий відлік величин.

При виборі комбінованих приладів типу Ц перевагу віддають тим, у яких в межах вимірювання змінного струму є 5 А (Ц4317, Ц4340), що дає змогу розширювати ці межі трансформаторами струму (табл. 9.2), а також з великим вхідним опором.

3. КОМПЛЕКТНІ УСТАНОВКИ І СТЕНДИ

При виконанні налагоджувальних робіт доцільно використовувати універсальні прилади, комплектні пристрої і установки (табл. 9.3) та спеціалізовані пересувні електролабораторії і майстерні (табл. 9.4). Дуже зручні в роботі високовольтні випробувальні установки АИИ-70М та АИМ-80. Призначені для випробування підвищеною напругою змінного і випрямленого струму ізоляції електрообладнання з номінальною напругою до 10 кВ, у тому числі силових кабелів, випробування на електричну міцність твердих і рідких діелектриків.

1. Вимірювальні прилади, що застосовуються при налагоджуванні електрообладнання

Найменування	Типи	Вимірювання	Основні параметри і границі вимірювання	Клас точності
Прилади для вимірювання сили струму, напруги та потужності				

Амперметри	3526	Змінного і постійного струмів	0-2,5 А, 0-5 А	0,5
	3527		0—5 А, 0—10 А	0,5
	3529		0—2,5 А, 0—5 А	1
	3530		0—5 А, 0—10 А	1
Вольтметри	3533	Змінної та постійної напруг	0—75 В, 0—150, 0—300, 0—450, 0—600В, 5 А, 300 В, 5 А, 450 В	0,5
Ватметри	Д5004/1 Д5004/2	Активної потужності в однофазних колах змінного та постійного струмів	0—1500 Вт, 0—2250 Вт, 10 А, 300 В 10 А, 450 В, 0—3000 Вт, 0—4500 Вт, 2,5 А, 300 В, 2,5 А, 450 Вт, 0—1125 Вт, 5 А, 300 В, 5 А, 450 В, 0—150 Вт, 0—2250 Вт	0,5
	Д5031/2	Активної та реактивної потужності у трифазних трипровідних колах змінного струму	5 А, 100 В, 5 А, 250 Вт, 0—800 Вт, 0- 2000 Вт, 5 А, 275 В, 0-3000 Вт, 0-10 А	0,5
Електровимірювальні кліщі	Ц-91	Сили струму та напруги у колах змінного струму	25, 0—100, 0—250, 0—500 А, 0-300, 0—600 В	4
Електровимірювальні кліщі	ПЦ4501	Сила струму та напруги у колах змінного струму опору	10, 25, 100, 250, 500 А, 300, 600 В; 0—2 кОм	4
Електровимірювальні кліщі	Д90	Потужності без розриву кола в низьковольтних мережах змінного струму	При напрузі 220 В: 0-25, 0-50, 0-75 кВт; 380 В: 0-50, 0-100, 0-150 кВт	4
Фазометри	Д-350 Д-361	Коефіцієнта потужності у трифазних мережах змінного струму	У значеннях 0,5-1-0,5 I-5 А; U=220 В, 380 В	2,5
Вимірювальні комплекти	Д-391 К-505	Сили струму, напруги та потужності в однофазних і трифазних мережах змінного струму	0-0 5-1-2,5-10 А;15-30-100-150-200-300-600 А з трансформатором струму 30-75-150-300-450-600В при U =300 В; 0,15, 0,3, 0,75, 1,5, 4,5 , 15, 30; 45; 60; 90; 180 кВт з трансформатором струму при U =450В - 0,225; 0,45; 1,125; 2,25; 4,5; 6,75; 22,5; 45; 67,5; 90; 135; 270 кВт з трансформатором струму 22 5 ⁵ 45, 67,5,'90,'135, 270 кВт з трансформатором струму	0,5
	К506	Струму, напруги, активної та реактивної потужностей у три провідних трифазних мережах, а також струму напруги і активної потужності	1; 2,5; 10; 25; 100 А 125;250;375;600В: При 220В: 0,4; 1; 2; 4; 10;40 кВт (кВАр) При 380В:0,6; 1; 2; 3; 6;15; 60 кВт (кВАр)	0,5
Універсальний вольтметр	ВТ-22	Напруги постійного і змінного струмів і опору постійного струму	При напрузі постійного струму 0-200мВ: 2;20; 200;1000В. при напрузі змінного струму: 200мВ;2; 200; 1000В. Постійний струм: 200мкА; 2; 20; 200мА; 2А. Опір: 200 Ом: 2, 20, 200 кОм; 2 МОм	0,5

Омметр	М375	Опору заземлюючих провідників, виявлення їх обриву та аварійної напруги на обладнанні	5000 МОм, 0—50 000 МОм. Живлення від мережі змінного струму 220 В або від хімічних елементів напругою 10—14 В 0—50 Ом; 6—380 В «наявність напруги» (шкала не градуйована)	1,5
Омметр	Ф410	Опору постійного струму	1, 10, 100 Ом; 1, 10, 100 кОм; 1, 10 МОм	2,5
Мікромметр	Ф415		0—100 мкСм; 1, 10, 100 МОм; 1, 10 Ом	4
Міст	Р333	Опору, визначення місця пошкодження кабеля, використання як магазину опорів	1—99990; 10—1—0,9999; 10 ⁵ —999900 Ом	0,5 5
Індикатор опору	ММВ	Опору провідників	0,05—50·10 ³ Ом	2
Вимірювач опору заземлення	М416	Опору заземлюючих пристроїв, питомого опору ґрунту та активних опорів	0,1—20; 0,5—50; 2—200, 10—1000 Ом	2,0
	Ф416	Те ж	0—5; 0—10; 0—100; 0—1000 Ом	1,5
	МС-08	»	0—50; 0—500; 0—5000 Ом; 0—10—100—1000 Ом	1,5
	М417	Опору петлі «фаза—нуль» під напругою в мережах 380 В	0—2 Ом	10

Прилади для вимірювання інтервалів часу

Секундомір	ПВ-53Л ПВ-53Ш	Інтервалів часу		
Секундомір	ПІ4-2М	Те ж	0—1 с; 0—1; 0—10 хв	
Секундомір	ПЗОМ	»	0—30 с; 0—20 хв	

Інші прилади

Осцилограф		Візуальне спостереження на екрані миттєвих значень електричних та неелектричних величин, перетворених в електричні		
Вольтампер - фазометр	ВАФ-85	Струму та напруги і кута зсуву фаз відносно трифазної системи напруги у колах змінного струму	10; 50; 250; 1000; 5000; 10 000 мА; 1; 5; 25; 125; 250 В	4
Універсальний фазопоказчик	3500/1,2	Коефіцієнта потужності і кута зсуву між струмом та напругою (3500/1) і між двома напругами (3500/2), послідовності чергування фаз у трифазних колах змінного струму	0—90—180—270—360 електричних градусів. Напруга ПО, 380 В. Сила струму 5 А	±5
Переносний фазопоказчик	И517	Визначення послідовності чергування фаз	Номінальна напруга 50—500 В	
Універсальний переносний вимірювальний прилад	УПІП-60 М	Перевірка вторинних теплотехнічних приладів вимірювання є. р. с. і напруги компенсаційним методом, електричних опорів мостовим методом	0—25; 0—50; 0—100 мВ.—1,25—0—1,25 мВ; —2,5—0—50 мВ —5—0—100 мВ; за опором 10 ⁻⁴ —10 ⁻⁶ Ом	0,05 0,1
Люксметр	Ю-16	Вимірювання освітленості в приміщеннях і на відкритому повітрі	5—25, 20—100, 100—500, 500—2500, 2000—10 000, 10 000—50 000 лк	10
Прилади контролю вологості	ПКВ-7	Визначення ступеня зволоження ізоляції силових трансформаторів за методами ємкість-частота,	0-10, 0-20, 0-100 тис. пф. Напруга живлення 220 В	

ізоляції		ємкість-час		
----------	--	-------------	--	--

Реєструючі прилади

Амперметри та вольтметри щиткові	Н394	Сили струму і напруги у колах змінного струму	Міліамперметри 5, 15, 25, 50, 250, 500 мА Амперметр 1, 1,5, 2,5, 5 А. Вольтметр 5; 15; 25; 50; 150; 250; 500В	2,5
Вольтметри щиткові	Н395	Вимірювання і безперервна реєстрація активної та реактивної потужності у колах трифазного змінного струму з нерівномірним навантаженням	Номинальна сила струму 5 А. Номинальна напруга 20, 380В.	1,5
Переносний ампервольтметр	Н339	Вимірювання та реєстрація сили струму і напруги у колах постійного та змінного струмів	0,05, 0,15, 0,25 0,5 1,5 5 А 5, 15, 50, 150, 250, 500 В	

Комбіновані прилади

Комбіновані переносні прилади	Ц4312	Вимірювання струму, напруги постійного та змінного струму, опору постійного струму	При напрузі постійного струму: 0,075, 1, 0,3, 1,5, 7,5, 30, 60, 150, 300, 600 В При напрузі змінного струму: 0,3; 1,5; 7,5; 30; 60; 150; 300; 600 В При постійному струмі 0,3, 1,5, 6, 15, 60, 150, 600 мА; 1,5, 6 А. При змінному струмі 1,5, 6, 15, 60, 150, 600 мА; 1,5, 6 А	
	Ц4317	Те ж	Опір 200 Ом; 3,30, 300кОм, 3МОм. Напруга постійного струму 0,1, 0,5, 2,5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000 В. Напруга змінного струму 0,5, 2,5, 10, 25,50,100, 250,500, 1000 В. Постійний струму 0,05, 0,5, 1,5, 10, 50, 250 мА; 1, 5 А. Змінний струм 0,25, 0,5, 1,5, 10, 50, 250 мА; 1, 5 А	
	Ц4352	Вимірювання струму, напруги постійного та змінного струмів, опору постійного струму	Напруга постійного струму 0,075, 0,3, 1,5, 6, 30, 60, 150, 300, 600, 900 В. Напруга змінного струму 1,5, 6, 30, 60, 150, 300, 600, 900 В. Постійний струм 6; 15, 60, 150, 600, 1500, 600 мА. Змінний струм 1, 5, 6, 15, 60, 150, 600, 1500, 6000 мА. Опір 0,2, 3, 30, 300, 3000 кОм	1,0
	Ц43302	Те ж	Напруга постійного та змінного струмів 0,25—2,5, 2,5—25, 25—250, 100—1000 В. Постійний та змінний струм 0,25—2,5, 2,5—25, 25—250 мА; 0,1—1 А. Опір 0,25—2,5, 2, 5—25, 25—250. 250—2500 кОм	1,5 4

2. Технічні характеристики лабораторних вимірювальних трансформаторів

Типи	Номинальні первинні сили струмів, А (напруга, В)	Номинальні вторинні сили струмів, А (напруга, В)	Клас точності	Номинальні навантаження, Ом (потужність, ВА)
------	---	---	------------------	---

Трансформатори струму

УТТ-5	15; 50; 100; 150; 200; 300; 600 А	5	0,2	
Н54	0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50 А	5	0,2	0,1
УТТ-6М	100; 150; 200; 250; 300; 400; 500; 600; 750; 1000 А	5	0,2	
Н515М	0,5; 1; 2,5; 5; 10; 25;	5	0,1	0,4

УТН-1	220; 380; 500 В	100	0,2	15; 10; 5
8510	3000; 6000; 11000 В	100	0,1	15; 10

Установка АИИ-70М дає можливість одержати максимальну напругу змінного струму промислової частоти 50 кВ, а максимальну випрямлену — 70 кВ. Потужність трансформатора установки при випробуваннях не перевищує 2 кВА.

Установка АИМ-80 відрізняється від АИИ-70 тим, що дає можливість одержувати випробувальну напругу до 80 кВ, більш портативна, має плавне регулювання напруги.

До універсальних переносних випробувальних і налагоджувальних установок відносяться універсальні стенди сільського електрика МИИСП, УИСОЗ і ІЗУН. Вони широко використовуються в пересувних і стаціонарних електролабораторіях і майстернях, на пунктах технічного обслуговування електрообладнання.

Універсальний стенд МИИСП дозволяє перевіряти налагодження струмового захисту електродвигунів: калібрувати плавкі вставки запобіжників змінним струмом до 600 А; перевіряти котушки магнітних пускачів та реле змінного струму напругою до 250 В; сушити обмотки електродвигунів постійним струмом до 40 А; перевіряти контакти низьковольтних апаратів постійним струмом до 100 А; спаювати проводи змінним струмом до 600 А контактним способом; визначати кінці і початки обмоток статора електродвигунів; заряджати акумулятори напруги до 24 В.

3. Обладнання і апаратура для випробувально-налагоджувальних робіт

Найменування	Марка, тип	Призначення	Основні характеристики
Випробувальна установка	АИИ-70М	Випробування кабелів, твердих і рідких діелектриків змінною або випрямленою високою напругою	Живлення від кола змінного струму напругою 220 В. Випробувальна напруга змінного струму 50 кВ, випрямлена 70 кВ. Вихідна випробувальна потужність 2 кВА. Маса 175 кг
Те ж	АИМ-80	Те ж	Живлення напругою змінного струму 220 В. Найбільша випробувальна напруга 80 кВ. Вихідна випробувальна потужність 0,5 кВА. Маса 35 кг
Універсальний стенд електрика	МИИСП	Обслуговування, перевірка і налагодження електрообладнання. Дозволяє виконувати 8 операцій	Змінний струм 0—15, 0—50, 0—150 А; 0—600 А (30 с); напруга 220 В, 0—250 В. Постійний струм 0—100 А при напрузі 6 В, 0—40 А при 24 В. Напруга живлення 220 В, Споживана потужність 2 кВт, маса 80 кг
Універсальний випробувальний стенд сільського електрика	УНССЗ 1,450 000	Обслуговування, регулювання, налагодження та випробування електрообладнання. Можна виконувати 23 операції	0—5; 0—15; 0—50; 0—150 А. 0—250; 0—450; 220 В. Випробувальна напруга 0—3000 В. Постійний струм 40 А при напрузі 24 В; 100 А при 6 В
Стенд обслуговування електрообладнання	ІЗУН	Обслуговування, перевірка і налагодження електрообладнання. Можна проводити 6 операцій	Змінний струм 0—15 А; 0—50; 0—100 А. Напруга 220, 0—250 В. Постійний струм 0—30 А при напрузі 10 В. Споживана потужність 0,5 кВА. Маса 30 кг
Установка	УС00	Використовується як джерело регульованого живлення при перевірці амперметрів і вольтметрів постійного та	Клас приладів, які перевіряються, 1: 1,5; 2,5; 4,0. Вихідна напруга високовольтного блока 0,001—1000 В. Струм навантаження: постійний

		змінного струмів, реле та інших елементів автоматики	0—5 А; змінний до 300 А. Напруга живлення 220 В. Споживана потужність 0,75 кВА. Маса 170 кг
Автотрансформатор	АТМН-32-220-75У4	Плавне регулювання напруги змінного струму промислової частоти	Номінальна потужність 12 кВА. Межі регулювання напруги 5—220 В. Номінальний струм 32 А. Кількість регульованих кіл 2. Маса 70 кг
Регулювальний автотрансформатор	ЛАТР-1М	Плавне регулювання напруги однофазного змінного струму	Номінальна потужність 2,0 кВА. Межі регулювання напруги 0—250 В; 0—140 В. Номінальний струм 9 А. Маса 8,4 кг
Лабораторний автотрансформатор	ЛАТР-2М	Те ж	Номінальна потужність 0,5 кВА. Межі регулювання напруги 0—250 В; 0—140 В. Номінальна сила струму А. Маса 3,35 кг
Динамометр	ДПУ-0,01-2	Визначення початкового і кінцевого стискання контактів електромагнітних апаратів	Межі вимірювання зусиль, Н: нижній — 10; верхній — 100.

4 Пересувні електролабораторії та майстерні

Найменування	Марки	Призначення	Основні характеристики
Електродіагностична лабораторія	ЄДЛ-1	Вимірювання, діагностика, профілактичний контроль, випробування, налагодження електрообладнання та засобів автоматики	Шасі автомобіля ГАЗ-53А. Кузов-фургон, джерело живлення — власний генератор і зовнішня мережа 380/220 В. Кількість персоналу 5—6 чол.
Електротехнічна лабораторія	ЄТЛ-10	Вимірювання, випробування, налагодження електроустановок напругою до 10 кВ	Шасі автомобіля ГАЗ-52-01. Кузов-фургон, джерело живлення — власний генератор і зовнішня мережа 380/220 В. Кількість персоналу 3—5 чол.
Пусконаладжувальна лабораторія	ЛПН-1	Налагодження електрообладнання, контрольно-вимірювальних приладів та засобів автоматизації	Шасі автомобіля УАЗ-452. Кузов-фургон, джерело живлення — мережа 220 В. Кількість персоналу 5 чол.
Електроналаджувальна лабораторія	ЄНЛ-2	Те ж	Шасі автомобіля ИЖ-2715 з фургоном. Джерело живлення — зовнішня мережа 220 В. Кількість персоналу 2 чол.
Пересувна майстерня для виконання пусконаладжувальних робіт	МПП-1	Виконання пусконаладжувальних робіт на тваринницьких комплексах (фермах) та інших сільськогосподарських об'єктах	Шасі автомобіля ГАЗ-53А. Кузов — опалювальний фургон. Джерело живлення — зовнішня мережа 380/220 В. Кількість персоналу 7 чол.

За допомогою стенда УНССЗ можна проводити технічні обслуговування, випробування і налагодження апаратури, освітлювальних установок з люмінесцентними лампами тощо. Крім операцій, які виконуються на стенді **МИИСП**, цей стенд дозволяє перевіряти котушки апаратів напругою 380 В, безперервно контролювати опір ізоляції електродвигунів при сушінні обмоток, визначати синхронну частоту обертання електродвигунів при відсутності паспорта, перевіряти справність ручних електричних машин, люмінесцентних ламп, стартерів, напівпровідникових приладів, вимірювати повний опір петлі «фаза — нуль», випробовувати електричну міцність ізоляції електрообладнання підвищеною напругою змінного струму 0—3000 В, знаходити ослаблені місця в ізоляції шляхом пропалювання. Живиться стенд від

мережі змінного струму напругою 220 В. Стенд 13УН призначений для перевірки і налагодження захисту електродвигунів, теплових та електромагнітних розчіплювачів, автоматичних вимикачів тощо, сушіння обмоток електродвигунів, перевірки контактних систем в апаратах заряджання акумуляторів.

4. ПЕРЕСУВНІ ЕЛЕКТРОЛАБОРАТОРІЇ ТА МАЙСТЕРНІ

Електродіагностична лабораторія ЗДЛ-1 призначена для діагностування несправностей електрообладнання, виконання профілактичного контролю його стану, проведення випробувань, налагодження апаратів та засобів автоматики, а також технічного обслуговування й поточного ремонту енергетичного обладнання напругою до 1000 В.

Вона розміщена в теплоізовльованому фургоні на шасі автомобіля ГАЗ-53А, обладнаному опаленням і вентиляцією.

Електрообладнання лабораторії розраховане на напругу 380/220 В із живленням від власного генератора або від зовнішньої електромережі трифазного струму.

У кузові лабораторії на верстаті розміщені електроточило, електродриль та слюсарні лещата. У висувних ящиках верстата розміщені-вимірювальні прилади та інструменти. Біля передньої панелі на спеціальних кронштейнах установлений стенд МІІСП, вимірювальний комплект К505 і каністра з питною водою.

Контрольно-вимірювальні прилади та обладнання лабораторії забезпечують проведення таких робіт: на електродвигунах — вимірювання опору ізоляції обмотки, підведеної напруги, споживаних сили струму і потужності, температури нагрівання обмотки, перевірку частоти обертання та усунення виявлених несправностей; на апаратурі керування і захисту — вимірювання омичного опору контактної системи та котушок, перевірку напруги втягнення й відпускання, налагодження установок максимальних і теплових розчіплювачів автоматів та нагрівних елементів теплових реле, калібрування плавких вставок запобіжників; на внутрішніх електропроводках — вимірювання опору ізоляції та петлі «фаза — нуль», перевірку рівномірності завантаження фаз, випробування ізоляції підвищеною напругою; на заземлюючих і пристроях для вимірювання потенціалів — вимірювання опору розтікання струмів заземлювачів в електроустановках і установках блискавко-захисту, крокової і напруги дотику, опору заземлюючих проводок тощо.

Всі названі роботи можна виконувати також в освітлювальних і опромінювальних установках, електротермічному обладнанні, резервних дизельних електростанціях. Крім того, здійснюють випробування й налагодження засобів автоматики та контрольно-вимірювальних приладів.

Набір інструментів та пристроїв забезпечує виконання електромонтажних, електрозварювальних, слюсарних, фарбувальних та вантажно-розвантажувальних робіт.

Електролабораторія 9ТЛ-10-82 призначена для проведення випробувальних, налагоджувальних та експлуатаційних робіт в електрообладнанні напругою до 10 кВ.

У кузові лабораторії розміщені й змонтовані апарати і прилади, які дозволяють виконувати випробування електричної міцності трансформаторного масла та інших рідких і твердих діелектриків; сушіння й очищення трансформаторного масла, вимірювання опору ізоляції обмоток електричних машин та іншого електрообладнання; випробування силових кабелів напругою до 10 кВ підвищеною випрямленою напругою; вимірювання опору постійному струму; контурів заземлення і заземлюючих проводок; визначення груп з'єднання обмоток трансформаторів і полярності обмоток електричних машин; проведення електрозварювальних робіт.

Лабораторія укомплектована апаратом АИИ-70М, синхронним генератором СГ потужністю 15 кВА, маслосепаратором НСМ 2/п, вимірювальним комплектом К505, електропідігрівом ПТ102, регулятором напруги Р40-250-2, оперативною штангою ШО-10, показником напруги УВН-80, мегомметрами М4100/4 і М4100/5, вимірювачем заземлення М416, мостом постійного струму Р333, електровимірювальними кліщами Ц90 і Ц5401, електросекундоміром ПВ-513Л, маслопідігрівником і таллю.

5.ВИМІРЮВАННЯ ОСНОВНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛИЧИН ТА ПАРАМЕТРІВ ПРИ НАЛАГОДЖУВАННІ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Вимірювання струму і напруги. При виконанні налагоджувальних робіт і в процесі експлуатації електрообладнання, коли необхідно використовувати велику кількість однотипних вимірювань змінного струму й напруги, широко застосовують електровимірювальні кліщі Ц4501.

Вони являють собою з'єднання трансформатора струму рознімним магнітоприводом з вимірювальним приладом випрямної системи.

Первинною обмоткою трансформатора струму є провідник з вимірюваним струмом. Вторинна обмотка знаходиться на магнітопроводі. До кліщів додаються три провідники з затискачами для вимірювання напруги і опору. Шунт для вимірювання опору має на одному кінці щуп, всередині якого знаходиться джерело живлення (елемент 316) і опір для встановлення нуля.

Порядок вимірювання сили струму. Якщо порядок величини вимірюваної сили струму відомий, то перемикач границь виміру встановлюють у положення, яке відповідає даній величині, а якщо, ні, то вимірювання починають з максимальної межі 500 А. Кліщами охоплюють провід з вимірюваним струмом і за шкалою вимірювача визначають силу струму. Якщо вимірюється сила струму до 1 А, то для більшого відхилення стрілки вимірювача на магнітопровід намотують провід, в якому вимірюється сила струму, а потім покази ділять на кількість витків.

При вимірюванні напруги перемикач границь вимірювання встановлюють на необхідну величину або на максимальну 600 В. Після цього контакти шнурів для вимірювання напруги встановлюють у відповідні гнізда (U_i^*). Приєднують затискач типу «Крокодил» на інших кінцях шнурів до вимірювальної мережі і визначають напругу.

Вимірювання потужності. Для вимірювання потужності у колах змінного струму застосовують ватметри електродинамічної і феродинамічної систем класів точності 0,2—0,5. Вмикають їх в електромережу, дотримуючись полярності обмоток. Для правильного вмикання ватметра один із кожної пари затискачів (послідовної і паралельної обмоток приладу) позначають зірочками (*) і називають генераторними затискачами, які приєднують до одного полюса джерела струму.

Потужність однофазного змінного струму можна також виміряти непрямим способом за допомогою амперметра і вольтметра.

Реактивну потужність вимірюють реактивним ватметром, який називається варметром.

У трифазних колах змінного струму потужність може бути виміряна за допомогою одного або трьох однофазних ватметрів або одним трифазним.

Метод одного ватметра застосовують при трифазному симетричному навантаженні. Загальна потужність при цьому дорівнює потрійній потужності, яка споживається однією фазою. Якщо нульова точка недоступна або навантаження з'єднано

трикутником, то застосовують схему з штучною нульовою точкою.

Метод трьох ватметрів застосовується при будь-якому навантаженні фаз.

Для розширення меж вимірювання ватметрів застосовують трансформатори струму. При масових вимірюваннях потужності з невеликою точністю широко використовують електровимірювальні кліщі Д90 (клас точності 4).

Вимірюючи активну потужність однофазного струму, кліщами охоплюють один із проводів електромережі, затискачі паралельного кола (*, 220 В, 380 В) приєднують генератор-- ним затискачем (*) до того ж проводу, а другий кінцем (220 В) - до вільного. Вимірювання потужності у трифазній системі виконують аналогічно, як і однофазними ватметрами за методом двох і трьох приладів.

Якщо при вимірюванні стрілка приладу відхиляється у протилежний бік, змінюють напрямок струму в охопленому кліщами провіднику шляхом повертання на 180° магнітопроводу відносно осі, перпендикулярної провіднику зі струмом.

При вимірюванні потужності до 5 кВт для кращого відліку показів кліщів на магнітопровід намотують провідник зі струмом (3—5 витків), а потім ділять покази приладу з урахуванням ціни поділок на кількість витків.

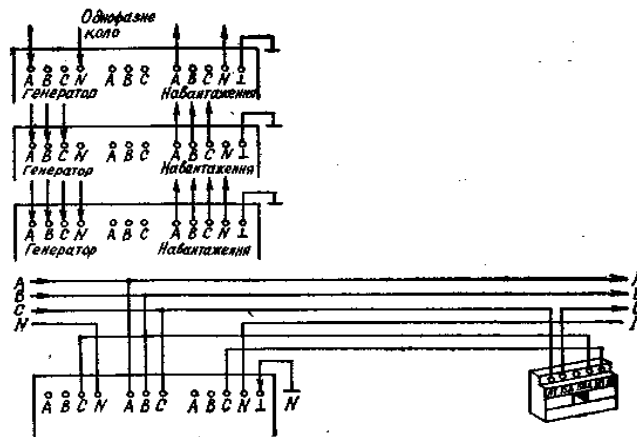
Вимірювання електричних величин за допомогою вимірювальних комплектів.

При налагоджуванні і випробуванні електрообладнання для вимірювань основних електричних величин широко застосовують вимірювальні комплекти К505 і К506.

Вимірювальний комплект К505 призначений для вимірювання сили струму, напруги і потужності в однофазних та трифазних, три - і чотирипровідних колах змінного струму при рівномірному й нерівномірному навантаженнях фаз. На панелі комплекту змонтовані амперметр, вольтметр, ватметр і фазопоказчик. Амперметр і обмотка струму ватметра ввімкнута через вбудований трансформатор струму з максимальним значенням сили струму до 10 А. На панелі комплекту також знаходяться перемикачі граничних значень сил струмів і напруг, їх фаз, полярності ватметра, перемикач роботи комплекту з окремим трансформатором струму УТТ5-М і без нього, затискачі для приєднання комплекту до електромережі і навантаження.

Вимірювальний комплект К506 дозволяє вимірювати силу струму, напругу, активну і реактивну потужності у трипровідних електричних колах трифазного струму при рівномірному й нерівномірному, навантаженнях фаз, а також силу струму, напругу і активну потужність в однофазних колах змінного струму. Комплект має три межі вимірювання зі струмом до 10; 25 та 100 А, перемикання яких здійснюється на затискачах комплекту. Схема вмикання комплекту К506 зображена на рис. 14.

Вимірювання опору постійного струму. При випробувальних і налагоджувальних роботах доводиться вимірювати опори, величина яких знаходиться в межах від десятків мікроом (перехідний опір контактів) до тисяч мегом (опір ізоляції). Залежно від величини вимірювального опору і необхідної точності вимірювання застосовують метод амперметра і вольтметра. Цей непрямий метод визначення опору ґрунтується на вимірюванні сили струму, яка проходить через невідомий опір, і зниженні напруги на ньому



1. Схема вмикання комплексу K506:

A, B, C і N — фази; $\perp$ — затискач «Земля»

Вимірюваний опір визначають за формулою:

$$R = U - I R_a / I$$

де, R_a - опір амперметра, Ом.

При вимірюванні малих опорів вимірювальний опір знаходять так:

$$R = U / I - U / R_v$$

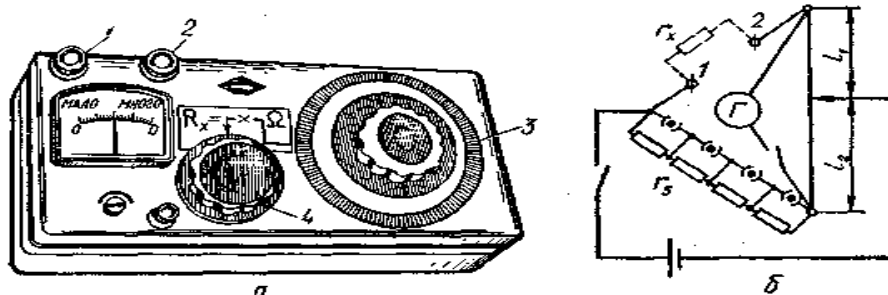
де, R_v - опір вольтметра, Ом.

При вимірюванні амперметром і вольтметром сила струму у колі не повинна перевищувати 20 % номінальної, щоб запобігти нагріванню опору. Безпосередньо вимірюють опори постійному струму омметрами (мікрометрами) і, наприклад Ф410 (Ф415).

Принцип роботи цих приладів ґрунтується на порівнянні вимірюваного опору з еталонним та зниженням напруги, яке створюється одним і тим же струмом.

Вимірювання опорів від десятих часток до сотень омів (обмотки малопотужних електродвигунів, позистори і т. д.) виконують одинарними мостами (ММВ, Р333).

Міст ММВ (рис. 15) зручний у роботі і для більшості випадків при налагоджуванні електрообладнання забезпечує необхідну точність. Джерелом живлення є елемент 333КУ. Перед початком вимірювання йому надають горизонтального положення і встановлюють



2. Малогабаритний одинарний міст ММВ:

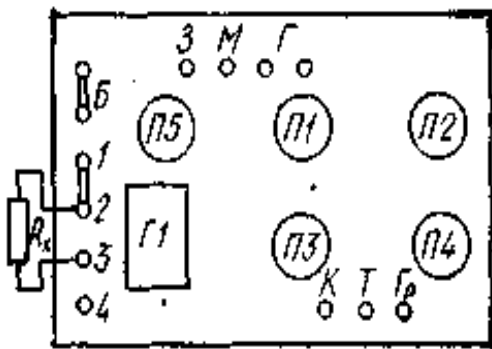
a — загальний вигляд; b — схема; 1 і 2 — затискачі; 3 і 4 — рукоятки; r_x — опір, що вимірюється; r_s — магазин опорів; L_1 і L_2 — плечі реохорда; G —

коректором стрілку гальванометра на нульову відмітку. Потім у відповідне положення встановлюють перемикач меж вимірювання, натискають на кнопку і обертають реохорд до того часу, поки стрілка гальванометра не встановиться на нульову відмітку. Величина вимірюваного опору дорівнює добутку відліків за шкалою реохорда і перемикачем границь вимірювання.

Одинарний міст постійного струму Р333 широко застосовується при виконанні налагоджувальних робіт і призначений для вимірювання опорів за схемою однофазного моста в межах $5 \cdot 10^{-3} \text{—} 999,9 \cdot 10^3 \text{ Ом}$, а також визначення місця пошкодження кабеля методом петель Варлея і Муррея та використання як магазину опорів.

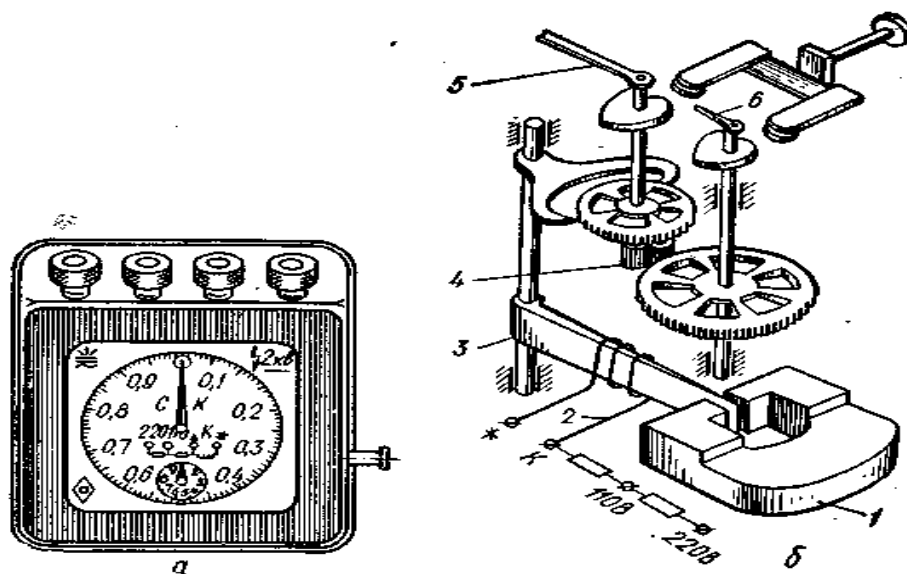
Конструктивно міст виконаний так, що дозволяє виконувати вимірювання опорів за двозатискачевою схемою ($10 \text{—} 999,9 \cdot 10^3 \text{ Ом}$) і чотиризатискачевою ($5 \cdot 10^{-3} \text{—} 999,9 \text{ Ом}$), в якій майже виключається вплив опору з'єднувальних проводів, тому що два з них входять до кола гальванометра, а два інші — у кола опорів плечей моста, які мають порівняно великі опори. Вимірювальна панель моста зображена на рис. 16.

Послідовність вимірювання наведена у заводській інструкції та на внутрішньому боці кришки моста. Вимірювання опору обмоток, які мають велику постійну часу (наприклад, силових трансформаторів), проводять при живленні моста від стороннього



3. Вимірювальна панель моста Р333:

П1, П2, П3, П4, і П5 — перемикачі; Б — затискачі зовнішньої батареї; Г — затискачі зовнішнього гальванометра; Г1 — гальванометр; З — затискач «Земля»; М — затискач; Т — кнопка «Точно»; Гр — кнопка «Грубо»; К — кнопка



4. Електросекундомір ПВ-53Л:

а — загальний вигляд; б — будова; 1 — постійний магніт; 2 — електромагніт; 3 — рухоме осердя; 4 — система зубчастих коліс; 5 і 6 стрілки

джерела струму, яке вмикається на затискачі НБ і за допомогою зовнішнього

гальванометра — до затискачів НГ.

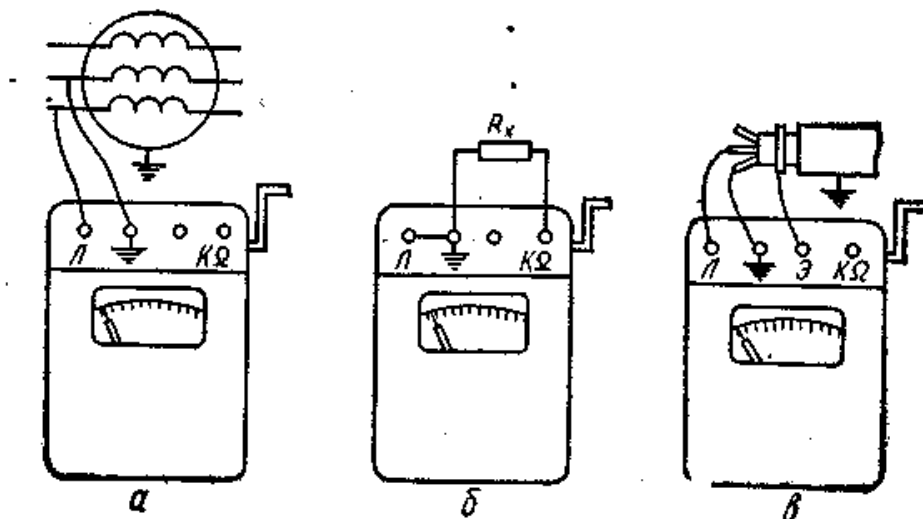
Вимірювання часу. Інтервали часу від десятків хвилин до кількох годин вимірюють годинниками, а від кількох секунд до десятків хвилин — електричними секундомірами.

Останнім часом широко використовують лабораторні переносні електричні секундоміри ПВ-53Л (0—10 с) та П12-2М (0—Юхв).

Секундомір **ПВ-53Л**—вібраційний прилад на базі поляризованого реле (рис. 17). Він має дві шкали. Ціна поділки малої шкали 1 с, верхня межа становить 10 с. Ціна поділки великої шкали 0,01 с, верхня межа — 1 с. Похибка в діапазоні 0—3 с не більше 0,03 с, 3—10 с — не більше 0,05 с. Зупиняють секундомір вимиканням із мережі або шунтуванням обмотки електромагніту. На затискачі ПО і 220 В подається напруга живлення. Перед вимірюванням і після нього за допомогою кнопки встановлюють стрілку на нуль.

Електричний секундомір П14-2М є настільним електромеханічним приладом, який вимірює інтервали часу від 0,1 с до 10 хв. Межі вимірювання часу за шкалами сотих часток секунди 0—1 с, секунд 0—60 с, хвилин 0—10 хв.

Секундомір складається з механізму з колісною системою, синхронного електродвигуна і електромагніту, який застосовують для вмикання і вимикання секундоміра.



5.Схеми вмикання мегомметрів для вимірювання опору ізоляції:

а, б — відповідно за допомогою мегомметра М4100/4 на межі «ЛПЙ» і «К£2»; в — за допомогою мегомметра М4100/5

Вмикання електромагніту повинно здійснюватись тільки після вмикання електродвигуна. Стрілки встановлюють на нуль за допомогою кнопки.

Перед початком вимірювання вмикають електродвигун, подавши на клеми Д напругу змінного струму 220 В. Пуск секундоміра здійснюють поданням на клеми «ЗМ» напруги 220 В. У разі припинення подавання напруги стрілка секундоміра зупиняється. Одночасно вмикати і вимикати електродвигун та електромагніт не можна.

Вимірювання опору ізоляції. Нормальна робота електрообладнання залежить від стану його ізоляції. У процесі роботи ізоляція електричних кіл старіє, тобто знижується електрична і механічна міцності, що призводить до її пробою.

Контроль за станом ізоляції здійснюють вимірювання її опору і випробуванням електричної міцності підвищеною напругою. Вимірюють опір ізоляції постійним струмом за допомогою мегомметрів.

Мегомметр М41000— переносний прилад з живленням від вбудованого генератора

з ручним приводом. Номінальна напруга на виході буде при обертанні ручки з частотою 120 об/хв. Схеми вмикання мегомметрів залежно від вимірюваного опору і типів приладу зображені на рис. 18.

Мегомметр М410І/1-5 має технічні характеристики такі, як і М4100/1-5. Різниця між ними тільки в тому, що М410І/1-5 не має вбудованого генератора, а живиться від мережі змінного-струму напругою 220 і 127 В.

При вимірюванні опору мегомметрами рекомендується такий порядок: перевірити справність приладу, обертаючи ручку генератора. В справному приладі стрілка повинна встановитись на відмітці «∞ ∞»; виміряти опір ізоляції з'єднувальних провідників, значення якого повинно бути не менше верхньої межі вимірювання мегомметра; встановити необхідну межу вимірювання; упевнитись у відсутності напруги на об'єкті; вимкнути або закоротити всі деталі і вироби зі старою ізоляцією (напівпровідникові прилади, конденсатори тощо); обертаючи ручку генератора мегомметра з частотою 120 об/хв., зробити відлік значення опору за шкалою приладу.

Після закінчення вимірювання, особливо для обладнання з великою ємністю (кабелі великої довжини, силові трансформатори тощо), перед від'єднанням кінців приладу від об'єктів знімають із нього заряд заземленням.

Якщо на результат вимірювання опору ізоляції можуть вплинути поверхневі струми витікання, наприклад за рахунок зволоження поверхні ізоляційних частин установок, на ізоляцію об'єкта накладають струмоведучий електрод, який приєднують до затискача Э.

При вимірюванні опору ізоляції кабеля таким електродом може бути металева оболонка кабеля.

У сільському господарстві рідше застосовують мегометри типу Ф4100 і Ф4101, які живляться від електромережі змінного струму напругою 220 В. Останнім часом промисловість почала виготовляти нові мегометри Ф4102/1 і Ф4102/2, які живляться від електромережі змінного струму напругою 220 В або від хімічних елементів 373 (9 шт.) напругою 10—14 В постійного струму.

Електрична схема цих приладів складається з перетворювача напруги живлення в постійну стабілізовану напругу необхідної величини і вимірювального підсилювача. Вона складена на напівпровідникових приладах і двох мікросхемах.

Якщо мегометри живляться від сухих елементів, необхідно суворо дотримувати полярності при їх встановленні у відсік живлення, інакше прилад може вийти з ладу.

Прилади знаходяться у пластмасовому корпусі. На передній панелі розміщені вимірювач, індикатор зменшення напруги хімічних джерел живлення; перемикач меж напруги (100,500, 1000 В) та затискачі для вмикання вимірювального об'єкта.

Перед вимірюванням необхідно впевнитись у відсутності напруги на об'єкті, потім при розімкнутих затискачах ^..натиснувши на кнопку ИЗМ1, встановити ручкою «УСТ» стрілку вимірювача на «∞ ∞». Замкнувши затискачі R_x і натиснувши на кнопку, ручкою встановлюють стрілку вимірювача на «0». Приєднують об'єкт до затискачів R_x, а при необхідності екранування екран об'єкта приєднують до затискача 3.

Для проведення вимірювання необхідно натиснути на кнопку ИЗМ1 і, тримаючи кнопку в натиснутому стані, зробити відлік значення опору на шкалі.

Промисловість виготовляє прилади МКН-380 М(МКН-380МІ) і Ф491 призначені для безпосереднього контролю опору ізоляції електричних кіл і подання сигналу при його зниженні до величини уставки: в приладах МКН-380—10, 20, 30 і 50 кОм, Ф491 — 12,20 і 60 кОм. Ці прилади застосовують у стаціонарних і пересувних

електролабораторіях для контролю ізоляції в одно - і трифазних електромережах змінного струму.

Випробування ізоляції підвищеною напругою. Випробування ізоляції підвищеною напругою дозволяє впевнитись у наявності необхідного запасу міцності ізоляції, відсутності місцевих і загальних дефектів, які не можуть бути виявлені іншими способами.

При виконанні приймально-здавальних і профілактичних випробувань електрообладнання сільськогосподарських об'єктів випробування напругою до 1000 В є одними з основних.

Випробування проводять як змінною напругою промислової частоти, так і випрямленою. Для випробувань можна використовувати стенд сільського електрика, малогабаритний пристрій з автоматичним відліком часу і випробувальну установку ИВК.

До складу універсального випробувального стенда сільського електрика входить високовольтний блок з потужністю випробувального трансформатора 0,5 кВа, який дозволяє одержувати регульовану напругу змінного струму 0—3000 В і застосовують для випробування ізоляції електрообладнання напругою до 1000 В. Блок може використовуватись у комплекті з універсальним випробувальним стендом і як приставка до стендів МИИСП і 13УН при вмиканні його до розеток стендів «220 В» і «0—250 В». Нерегульована напруга 220 В використовується для живлення схем керування і сигналізації. Блок (приставка) передбачає два режими роботи: «Випробування» і «Пропалювання». Режим «Пропалювання» необхідний для виявлення ослаблених місць ізоляції.

Правила користування випробувальними пристроями такі: робота з пристроями дозволяється при дотриманні умов, передбачених правилами техніки безпеки при виконанні робіт в електроустановках напругою понад 1000 В; працювати з пристроями повинні дві особи; перед вмиканням пристроїв їх корпуси необхідно заземлити (занулити), а випробувальне електрообладнання встановити на ізолюючі підставки і обгородити; обслуговуючий персонал повинен користуватись діелектричними ботами і рукавицями.

Вихідні клеми напругою 0—3000 В та 0—1000 В з'єднують із випробуваним об'єктом спеціальним високовольтним кабелем; ручку регулятора напруги встановлюють у ліве крайнє положення, яке відповідає напрузі на виході 0 В. Потім подають напругу на регулятор і стежать за сигналізацією; рукояткою регулятора встановлюють за кіловольтметром необхідну випробувальну напругу; піднімають плавно напругу до 0,5 випробувальної, а далі до повної — за 10 с. Тривалість випробування 1 хв. Після закінчення випробування напругу плавно знижують і потім вимикають установку.

Перед початком випробування ізоляції вимірюють її опір мегомметром, а після вимикання обмотки розряджають і знову перевіряють опір.

Ізоляція вважається придатною до використання, якщо протягом хвилини не виникло пробою або часткового її порушення, що визначають за показами приладів або зовнішніми ознаками, виділенням диму, специфічним запахом і звуком або іскрами на поверхні ізоляції.

При повному пробойі ізоляції випробувальні пристрої автоматично вимикаються з електромережі,

