

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О.М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійного вивчення курсу

ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ

*(для студентів 3,4 курсів денної і 4 курсу заочної форм навчання
за напрямом підготовки 6.050701– Електротехніка та електротехнології,
а також для слухачів другої вищої освіти
за спеціальністю "Електротехнічні системи електроспоживання")*

Харків
ХНУМГ
2014

Методичні вказівки до самостійного вивчення курсу «Електричні апарати» (для студентів 3,4 курсів денної і 4 курсу заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.050701 – Електротехніка та електротехнології, а також для слухачів другої вищої освіти за спеціальністю «Електротехнічні системи електроспоживання») / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: В. В. Скопенко, С. В. Швець. – Х. : ХНУМГ, 2014. – 24 с.

Укладачі: канд. тех. наук **В. В. Скопенко**
канд. тех. наук **С. В. Швець**

Рецензент: **В. М. Гаряжа**, доцент Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою електропостачання міст,
протокол засідання № 1 від 29 серпня 2014 р.*

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	4
1 Загальні поняття про форми навчального процесу, що застосовані при вивченні дисципліни	4
2 Мета та завдання вивчення дисципліни.....	6
3 Інформаційний зміст дисципліни.....	7
4 Теми для самостійного розгляду і вивчення.....	8
5 Теми для практичних занять.....	10
6 Теми для лабораторних робіт.....	10
7 Перелік питань до екзамену.....	11
8 Перелік питань до лабораторного практикуму.....	14
9 Основні терміни та визначення.....	18
Список джерел.....	23

ВСТУП

Методичні вказівки до самостійної роботи з навчальної дисципліни "Електричні апарати" призначені для студентів 3, 4 курсу денної форми та 4 курсу заочної форми навчання, а також для слухачів другої вищої освіти за напрямом підготовки 6.050701 – Електротехніка та електротехнології, спеціальність 7.05070103 "Електротехнічні системи електроспоживання".

У курсі вивчаються основи теорії електричних апаратів високої та низької напруги, контактних і безконтактних елементів автоматики, що обслуговують електроустановки по виробництву, перетворенню, розподілу та споживанню електричної енергії. Аналізуються конструкції сучасних розподільчих пристроїв. Вивчаються методи вибору низьковольтних електричних апаратів при проектуванні електричних мереж.

У методичних вказівках вказані структура курсу, детальний перелік тем, надані методичні рекомендації щодо підготовки до видів занять, розподіл часу за темами, перелік питань до екзамену, система оцінювання знань.

Докладний список літератури, наведений у методичних вказівках, дозволить студентам поглиблювати і розширювати здобуті знання, плідно використовувати час, призначений для самостійної роботи.

Методичні вказівки ухвалено:

Кафедрою електропостачання міст. (протокол № 1 від 29 серпня 2014 р.).

Вченою радою факультету електропостачання та освітлення міст. (протокол № 4 від 29 жовтня 2014 р.).

1 ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ПРО ФОРМИ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ, ЩО ЗАСТОСОВАНІ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна лекція – це логічно вивершений, науково обґрунтований і систематизований виклад певного наукового або науково-методичного питання, ілюстрований, при необхідності, засобами наочності та демонстрацією дослідів.

Лекція є одним з основних видів навчальних занять і, водночас, методів навчання у вищій школі. Вона покликана формувати у студентів основи знань з певної наукової галузі, а також визначати напрямок, основний зміст і характер усіх інших видів навчальних занять та самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни "Електричні апарати".

Лабораторні заняття – це вид навчального заняття, на якому студенти під керівництвом викладача проводять натурні або імітаційні експерименти чи досліди в спеціально обладнаних навчальних лабораторіях з використанням устаткування, пристосованого для умов навчального процесу.

Дидактичною метою лабораторного заняття є практичне підтвердження окремих теоретичних положень навчальної дисципліни "Електричні апарати", набуття практичних умінь та навичок роботи з лабораторним устаткуванням, обладнанням, обчислювальною технікою, вимірювальною апаратурою, методикою експериментальних досліджень у галузі електроенергетиці. Перелік

тем лабораторних занять визначається робочою навчальною програмою дисципліни "Електричні апарати".

Такими етапами є: проведення попереднього контролю підготовленості студентів до виконання конкретної лабораторної роботи; виконання конкретних завдань у відповідності з запропонованою тематикою; оформлення індивідуального звіту; оцінювання результатів роботи студентів викладачем.

У разі виконання лабораторних робіт, пов'язаних з можливою небезпекою для здоров'я і життя студентів, обов'язковим етапом його підготовки і проведення є інструктаж з правил безпеки і контроль за їх дотриманням.

Практичне заняття – це вид навчального заняття, на якому викладач організовує детальний розгляд студентами окремих теоретичних положень навчальної дисципліни "Електричні апарати" та формує вміння і навички їх практичного застосування шляхом індивідуального виконання студентами відповідно до сформульованих завдань.

Основна дидактична мета практичного заняття – розширення, поглиблення й деталізація наукових знань, отриманих студентами на лекціях та в процесі самостійної роботи і спрямованих на підвищення рівня засвоєння навчального матеріалу, прищеплення умінь і навичок, розвиток наукового мислення та усного мовлення студентів.

Тематика і плани проведення практичних занять із переліком рекомендованої літератури заздалегідь доводяться до відома студентів.

Перелік тем і зміст практичних занять визначаються робочою навчальною програмою дисципліни "Електричні апарати".

Для проведення практичного заняття викладачем готуються відповідні методичні матеріали: тести для виявлення ступеня оволодіння студентами необхідними теоретичними положеннями; набір практичних завдань різної складності для розв'язування їх студентами на занятті та необхідні дидактичні засоби.

Студенти згідно з тематичним планом проведення практичних занять самостійно опрацьовують лекційний матеріал та рекомендовані джерела з відповідної теми, готують, при потребі, необхідні дидактичні матеріали та виконують домашні завдання.

Самостійна робота є основним засобом засвоєння студентом навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Навчальний час, відведений для самостійної роботи студента, регламентується навчальним планом (робочим навчальним планом) і повинен становити не менше 1/3 та не більше 2/3 загального обсягу навчального часу, відведеного для вивчення дисципліни "Електричні апарати".

Співвідношення обсягів аудиторних занять і самостійної роботи студентів визначається з урахуванням специфіки та змісту конкретної навчальної дисципліни, її місця, значення і дидактичної мети в реалізації освітньо-професійної програми, а також питомої ваги в навчальному процесі практичних і лабораторних занять.

Зміст самостійної роботи над навчальною дисципліною "Електричні апарати" визначається робочою навчальною програмою дисципліни та методичними рекомендаціями викладача.

Самостійна робота студентів забезпечується всіма навчально-методичними засобами, необхідними для вивчення навчальної дисципліни "Електричні апарати" чи окремої теми: підручниками, навчальними та методичними посібниками, конспектами лекцій, навчально-лабораторним обладнанням, електронно-обчислювальною технікою тощо.

Студентам також рекомендується для самостійного опрацювання відповідна наукова література та періодичні видання.

Методичне забезпечення самостійної роботи студентів повинне передбачати й засоби самоконтролю.

Індивідуальні завдання є однією з форм організації навчання у вищій школі, яка має на меті поглиблення, узагальнення та закріплення знань, які студенти одержують в процесі навчання, а також застосування цих знань на практиці.

До індивідуальних завдань відноситься **контрольна робота**. Індивідуальні завдання виконуються студентами самостійно під керівництвом викладачів. Індивідуальні завдання виконуються окремо кожним студентом.

2 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання навчальної дисципліни "Електричні апарати" є формування знань, умінь і практичних навичок з питань технічної експлуатації електрообладнання, розподільних пристроїв, ліній електропередачі, основ експлуатації ізоляційних конструкцій і техніки експлуатаційних вимірювань, а також основ розрахунку параметрів електричних мереж при їх проектуванні і виборі електричних апаратів.

Основними завданнями вивчення дисципліни "Електричні апарати" є

- вивчення фізичних основ проектування електричних апаратів;
- вивчення методик технічної експлуатації, профілактики і ремонту електрообладнання;
- розрахунок та вибір апаратів захисту електричної мережі;
- розрахунок показників надійності електричної мережі.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати:

- фізичні основи процесів і явищ, що мають місце при тривалій експлуатації електроустаткування;
- принципи, закладені в основу технічних засобів профілактики і ремонту електрообладнання;
- допустимі режими роботи електроустановок;
- методики обслуговування і усунення відмов та несправностей у основних типах електричних апаратів;

вміти:

- оцінювати вплив процесів тривалої експлуатації електроустановок на їх надійність;

- розраховувати основні параметри мереж електропостачання при їх проектуванні та удосконаленні;

мати компетентності:

– брати участь у плануванні та виконанні експериментальних досліджень з подальшим багатокритеріальним аналізом отриманих результатів;

– визначати пріоритетні напрями удосконалення системи технічної експлуатації та обслуговування електричного обладнання;

– оцінювати відповідність проектно-технічних рішень вимогам нормативних документів в галузі електротехніки щодо ефективної побудови системи електропостачання спираючись на всебічний інформаційний і патентний пошук;

– виконувати розрахунки елементів системи електропостачання та техніко-економічний аналіз запропонованих варіантів;

– визначати вплив рівня власних пізнавальних процесів на ефективність виконання професійних та соціально-виробничих завдань.

3 ІНФОРМАЦІЙНИЙ ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Загальна характеристика електричних апаратів та фізичні явища, що супроводжують їх роботу.

Тема 1. Загальна характеристика та класифікація електричних апаратів. Функції та галузь використання електричних апаратів (ЕА) в електричних установках. Класифікація, умови роботи, кліматичне виконання, категорії розміщення, основні параметри.

Тема 2. Режими роботи електричних апаратів. Джерела тепла при роботі ЕА. Теплопередача. Рівняння теплового балансу. Процеси нагрівання та охолодження. Режими роботи.

Тема 3. Короткі замикання, електрична дуга та принципи її дугогасіння. Короткі замикання в електричних колах. Виникнення електричної дуги та її властивості. Загальні принципи та процеси дугогасіння. Процеси при відключенні електричних кіл змінного та постійного струму. Перенапруги, що пов'язані з відключення струму в електричних колах. Принципи дуго гасіння в електричних апаратах.

Тема 4. Струмоведучі частини та контакти в ЕА. Загальна характеристика, класифікація. Перехідний опір у контактних поверхнях. Поверхневі плівки, їх вплив на опір і боротьба з ними. Старіння та знос контактів. Технічні характеристики контактів. Особливості роботи комутаційних контактів.

Тема 5. Запобіжники та термореле. Загальна характеристика. Вимоги до запобіжників. Пограничний струм. Струмочасова характеристика. Конструкція і матеріали запобіжників до 1000 В. Конструкція і матеріали запобіжників вище 1000 В. Умови вибору запобіжників. Термореле та їх характеристики.

Змістовий модуль 2. Електричні апарати управління та комутаційні апарати розподільних пристроїв напругою до 1000В.

Тема 6. Комутаційні апарати в колах напругою до 1000 В. Рубильники і перемикачі. Паке́тні вимикачі. Командоапарати (контролери, кнопки управління, ключі управління, путьові і кінцеві вимикачі). Контактори і магнітні пускачі. Автоматичні повітряні вимикачі (автомати). Реле напруги і струму.

Змістовий модуль 3. Електричні апарати розподільних пристроїв напругою вище 1000 В.

Тема 7. Електричні апарати розподільних пристроїв напругою вище 1000 В. Загальна характеристика. Вимоги до апаратів напругою вище 1000 В. Масляні вимикачі. Вакуумні вимикачі. Елегазові вимикачі. Вибір вимикачів. Роз'єднувачі, відокремлювачі, короткозамикачі.

Тема 8. Вимірювальні трансформатори. Трансформатори струму. Трансформатори напруги, їх загальна характеристика, технічні параметри.

Тема 9. Реактори в електричних колах. Загальна характеристика. Устрій. Режими роботи. Основні параметри. Вибір реакторів.

Тема 10. Розрядники та обмежувачі напруги. Загальна характеристика. Принцип дії трубчастих розрядників. Принцип дії вілітових розрядників. Принцип дії обмежувачів напруг. Основні параметри. Вибір розрядників та обмежувачів напруг.

Навчальним планом підготовки бакалавра напряму 6.050701 – Електротехніка та електротехнології спеціальності 7.05070103 – Електротехнічні системи електроспоживання для заочного навчання та студентів другої вищої освіти передбачено виконання контрольної роботи.

На виконання контрольної роботи на тему «Розрахунок та вибір електричних апаратів управління та захисту в схемах електропостачання» передбачено обсяг 0,25 кредиту / 9 годин. Зміст контрольної роботи полягає у визначенні номінальних та аварійних струмів в схемі електропостачання та розрахунку і вибору електричних апаратів (ЕА) при умові забезпечення надійної роботи схеми.

4 ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО РОЗГЛЯДУ І ВИВЧЕННЯ

Основні теми для самостійного вивчення дисципліни "Електричні апарати надано у таблиці 1.

Таблиця 1 – Теми для самостійного вивчення дисципліни "Електричні апарати"

Номер теми	Назва теми
Тема 1.	Загальна характеристика та класифікація електричних апаратів. Функції та галузь використання ЕА в електричних установках. Класифікація, умови роботи, кліматичне виконання, категорії розміщення, основні параметри.

Номер теми	Назва теми
Тема 2.	Режими роботи електричних апаратів. Джерела тепла при роботі ЕА. Теплопередача. Рівняння теплового балансу. Процеси нагрівання та охолодження. Режими роботи.
Тема 3.	Короткі замикання, електрична дуга та принципи її дугогасіння. Короткі замикання в електричних колах. Виникнення електричної дуги та її властивості. Загальні принципи та процеси дугогасіння. Процеси при відключенні електричних кіл змінного та постійного струму. Перенапруги, що пов'язані з відключення стуму в електричних колах. Принципи дугогасіння в електричних апаратах.
Тема 4.	Струмоведучі частини та контакти в ЕА. Загальна характеристика, класифікація. Перехідний опір у контактних поверхнях. Поверхневі плівки, їх вплив на опір і боротьба з ними. Старіння та знос контактів. Технічні характеристики контактів. Особливості роботи комутаційних контактів.
Тема 5.	Запобіжники та термореле. Загальна характеристика. Вимоги до запобіжників. Пограничний струм. Струмочасова характеристика. Конструкція і матеріали запобіжників до 1000 В. Конструкція і матеріали запобіжників вище 1000 В. Умови вибору запобіжників. Термореле та їх характеристики.
Тема 6.	Комутаційні апарати в колах напругою до 1000 В. Рубильники і перемикачі. Пакетні вимикачі. Командоапарати (контролери, кнопки управління, ключі управління, путьові і кінцеві вимикачі). Контактори і магнітні пускачі. Автоматичні повітряні вимикачі (автомати). Реле напруги і струму.
Тема 7.	Електричні апарати розподільних пристроїв напругою вище 1000 В. Загальна характеристика. Вимоги до апаратів напругою вище 1000 В. Масляні вимикачі. Вакуумні вимикачі. Елегазові вимикачі. Вибір вимикачів. Роз'єднувачі, відокремлювачі, короткозамикачі.
Тема 8.	Вимірювальні трансформатори. Трансформатори струму. Трансформатори напруги. їх загальна характеристика, технічні параметри.
Тема 9.	Реактори в електричних колах. Загальна характеристика. Устрій. Режими роботи. Основні параметри. Вибір реакторів.
Тема 10.	Розрядники та обмежувачі напруги. Загальна характеристика. Принцип дії трубчастих розрядників. Принцип дії влітових розрядників. Принцип дії обмежувачів напруг. Основні параметри. Вибір розрядників та обмежувачів напруг.

5 ТЕМИ ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Теми практичних занять надані у таблиці 2.

Таблиця 2 – Теми практичних занять з дисципліни "Електричні апарати"

Номер заняття	Назва теми практичного заняття
1	Практичне заняття № 1. Загальна характеристика високовольтних вимикачів.
2	Практичне заняття № 2. Заходи безпеки при виконанні контролю технічного стану високовольтних вимикачів.
3	Практичне заняття № 3. Види та періодичність випробувань високовольтних вимикачів. Засоби вимірювальної техніки при вимірюваннях технічних характеристик високовольтних вимикачів.
4	Практичне заняття № 4. Контроль технічного стану високовольтних вимикачів.
5	Практичне заняття № 5. Методика проведення випробувань при контролі технічних характеристик високовольтних вимикачів.

6. ТЕМИ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Тематика лабораторних робіт надана у таблиці 3.

Таблиця 3 – Теми лабораторних робіт з дисципліни "Електричні апарати"

Номер заняття	Тема лабораторної роботи
1	Лабораторна робота № 1. Дослідження технічних характеристик електромагнітних вимірювальних реле.
2	Лабораторна робота № 2. Дослідження технічних характеристик індукційних вимірювальних реле струму.
3	Лабораторна робота № 3. Дослідження технічних характеристик реле часу і проміжних реле.
4	Лабораторна робота № 4. Дослідження технічних характеристик вимірювальних трансформаторів струму.
5	Лабораторна робота № 5. Дослідження технічних характеристик вимірювальних трансформаторів напруги.
6	Лабораторна робота № 6. Дослідження технічних характеристик автоматичних вимикачів.

7 ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ЕКЗАМЕНУ

Варіант №1

1. Класифікація електричних апаратів.
2. Назвіть основні вузли конструкції електромагнітних реле.
3. Надайте пояснення процесу тепловіддачі тіла у сталому режимі.

Варіант №2

1. Вимоги до електричних апаратів.
2. Наведіть формулу залежності обертаючого моменту електромагнітного реле від струму в обмотці.
3. Яку величину називають струмом спрацьовування індукційного елемента?

Варіант №3

1. Матеріали, що застосовують в апаратобудуванні.
2. Основні номінальні параметри електричних апаратів.
3. Чому для забезпечення роботи індукційного елемента реле необхідно не менше двох магнітних потоків, які зсунуті у просторі?

Варіант №4

1. Кліматичне виконання електричних апаратів.
2. Перелічіть способи регулювання уставок реле типу РТ – 40.
3. Якими способами можна досягти зниження надмірного моменту індукційних реле?

Варіант №5

1. Категорії розміщення та захисні оболонки електричних апаратів.
2. Перелічіть основні вузли конструкції реле типу РТ-80.
3. Наведіть співвідношення, що відображає умови спрацьовування електромагнітних реле.

Варіант №6

1. Складові частини електричних апаратів.
2. Основні співвідношення щодо розрахунку електродинамічних сил на основі закону Біо-Савара.
3. Чим забезпечується сталість швидкості обертання диска при незмінній величині струму в обмотці індукційних реле струму?

Варіант №7

1. Електродинамічні сили між взаємно перпендикулярними провідниками.
2. Чому реле типу РТ-80 називають “реле з обмежено залежною характеристикою”?
3. Який за величиною коефіцієнт повернення повинен бути в електромагнітному реле типу РТ – 40 і чому?

Варіант №8

1. Поверхневий ефект у провідниках, обтічних струмом.
2. Для чого призначено барабанчик на осі якоря реле типу РТ – 40?
3. Наведіть співвідношення для обертаючого моменту реле типу РТ-80.

Варіант №9

1. Ефект близькості у провідниках, обтічних струмом.
2. Втрати в деталях з магнітних матеріалів.
3. Наведіть перелік основних технічних характеристик реле типу РТ-40.

Варіант №10

1. Види передачі тепла від більш нагрітих частин електричних апаратів до менш нагрітих.
2. Наведіть перелік операцій по контролю технічного стану реле типу РТ-40.
3. Яку величину називають струмом спрацьовування електромагнітного реле?

Варіант №11

1. Нагрівання та охолодження однорідного провідника в часі за тривалого режиму роботи.
2. Межі застосування проміжного реле РП-23.
3. З якою метою при контролі реле обчислюють коефіцієнт повернення?

Варіант №12

1. Нагрівання ізолюваних провідників.
2. Наведіть перелік операцій по контролю технічного стану реле РТ-80.
3. Перелічити технічні дані реле типу РП-23.

Варіант №13

1. Виникнення електричної дуги в електричних апаратах.
2. Назвіть етапи методики контролю технічних характеристик реле типу РП-23.
3. Яким чином проводиться перевірка функціонування реле РВ-100?

Варіант №14

1. Рекомбінація та дифузія іонів та електронів дугового проміжку.
2. Надати стислий зміст визначення електричних характеристик реле РВ-100 та РП-23 при контролі технічних характеристик.
3. Призначення реле часу типу РВ-100.

Варіант №15

1. Нагрівання однорідного провідника при короткому замиканні.
2. Основні характеристики реле РВ-100.
3. Який елемент конструкції реле типу РТ-80 забезпечує протидіючий момент в електромагнітній частині реле?

Варіант №16

1. Основні поняття про електродинамічні сили в електричних апаратах.
2. За допомогою якого елемента і за рахунок чого можна регулювати струм відсічки реле РТ-80?
3. Класифікація реле часу.

Варіант №17

1. Нагрівання та охолодження однорідного провідника при короткочасному навантаженні.
2. Назвіть основні вузли конструкції електромагнітних реле.

3. За допомогою якого елемента і за рахунок чого можна регулювати струм відсічки реле РТ-80?

Варіант №18

1. Термоелектронна та автоелектронна емісія в електродах електричних апаратів низької напруги.

2. Стислий принцип дії реле РВ-100.

3. Яку величину називають коефіцієнтом повернення реле РТ-80?

Варіант №19

1. Термічна та ударна іонізація дугових проміжків в електричних апаратах низької напруги.

2. Призначення та принцип регулювання уставок реле часу з годинниковим механізмом.

3. Які елементи конструкції реле РТ-80 впливають на величину коефіцієнта повернення індукційної частини?

Варіант №20

1. Нагрівання та охолодження однорідного провідника при повторно-короткочасному навантаженні.

2. Основні етапи при контролі технічного стану реле РВ-100.

3. Яку величину називають коефіцієнтом повернення реле РТ-80?

Варіант №21

1. Вольт-амперна характеристика дуги постійного струму.

2. Які реле одержали назву індукційних?

3. Призначення додаткового резистора та іскрогасильного контуру для реле РВ-100.

Варіант №22

1. Умови гасіння дуги постійного струму.

2. Для якої мети призначені дві полуобмотки в конструкції реле типу РТ-40?

3. Надати визначення характеристиці реле РВ-100 "розкид часу".

Варіант №23

1. Гасіння дуги в магнітному полі.

2. Наведіть перелік основних технічних характеристик реле типу РТ-40.

3. Якими способами можна досягти зниження надмірного моменту реле РТ-80?

Варіант №24

1. Гасіння дуги в дугогасильній решітці.

2. Перелічіть основні вузли конструкції реле типу РТ-80.

3. Основні етапи при контролі технічного стану реле РВ-100.

Варіант №25

1. Гасіння дуги в поздовжніх щілинах.

2. Надати стислий зміст визначення електричних характеристик реле РВ-100 та РП-23 при контролі технічних характеристик.

3. Наведіть перелік основних технічних характеристик реле типу РТ-40.

Варіант №26

1. Класифікація контактних з'єднань.
2. Якими способами можна досягти зниження надмірного моменту реле РТ-40?
3. Перелічіть основні вузли конструкції реле типу РТ-80.

Варіант №27

1. Контактний опір матеріалів електричних апаратів.
2. Яку величину називають коефіцієнтом повернення реле РТ-80?
3. Класифікація реле часу.

Варіант №28

1. Залежність опору контакту від падіння напруги на ньому.
2. Основні етапи при контролі технічного стану реле РВ-100.
3. Назвіть етапи методики контролю технічних характеристик реле типу РП-23.

Варіант №29

1. Матеріали для контактних з'єднань електричних апаратів.
2. Призначення додаткового резистора та іскрогасильного контуру для реле РВ-100.
3. Які елементи конструкції реле РТ-80 впливають на величину коефіцієнта повернення індукційної частини?

Варіант №30

1. Стисла характеристика вакуумних вимикачів.
2. Який за величиною коефіцієнт повернення повинен бути в електромагнітному реле типу РТ-40 і чому?
3. Назвіть основні вузли конструкції електромагнітних реле.

8. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

Перелік питань до лабораторної роботи № 1.

1. Які реле називають електромагнітними?
2. Які конструкції електромагнітних реле ви знаєте?
3. Назвіть основні вузли конструкції електромагнітних реле.
4. Наведіть формулу залежності обертаючого моменту електромагнітного реле від струму в обмотці.
5. Яку величину називають струмом спрацьовування електромагнітного реле?
6. Перелічіть способи регулювання уставок реле типу РТ-40.
7. Яку величину називають коефіцієнтом повернення?
8. Приведіть перелік операцій по контролю технічного стану реле типу РТ-40.
9. З якою метою при контролі реле обчислюють коефіцієнт повернення?
10. Які властивості реле характеризують коефіцієнтом повернення?
11. Який за величиною коефіцієнт повернення повинен бути в електромагнітному реле типу РТ-40 і чому?

12. Які елементи конструкції реле типу РТ-40 призначені для регулювання уставок?
13. Наведіть перелік основних технічних характеристик реле типу РТ-40.
14. Для чого призначено барабанчик на осі якоря реле типу РТ-40?
15. Яку функцію в реле типу РТ – 40 виконує спіральна пружина?
16. Наведіть формулу, що відображає умови спрацьовування електромагнітних реле.
17. Перелічіть способи підвищення коефіцієнта реле типу РТ-40.
18. Для якої мети призначені дві полуобмотки в конструкції реле типу РТ-40?
19. Яку величину називають струмом повернення електромагнітного реле типу РТ-40?
20. Якими способами можна досягти зниження надмірного моменту?
Перелік питань до лабораторної роботи № 2.
1. Які реле одержали назву індукційних?
2. Які конструкції індукційних реле Ви знаєте?
3. Перелічіть основні вузли конструкції реле типу РТ-80.
4. Якій меті служать короткозамкнені витки на полюсах магнітної системи?
5. Наведіть формулу обертаючого моменту для реле типу РТ-80.
6. Чим забезпечується сталість швидкості обертання диска при незмінній величині струму в обмотці?
7. За рахунок чого в реле РТ-80 забезпечується зсув магнітних потоків у просторі?
8. Яку величину називають струмом спрацьовування індукційного елемента?
9. Які елементи конструкції реле типу РТ-80 використовують для регулювання уставок?
10. Який елемент конструкції реле типу РТ-80 забезпечує протидіючий момент в індукційній частині реле?
11. Який елемент конструкції реле типу РТ-80 забезпечує протидіючий момент в електромагнітній частині реле?
12. Чому реле типу РТ-80 називають “реле з обмежено залежною характеристикою”?
13. За допомогою якого елемента і за рахунок чого можна регулювати струм відсічки реле РТ-80?
14. Чому для забезпечення роботи індукційного елемента необхідно не менше двох магнітних потоків, які зсунуті у просторі?
15. Для чого в конструкції реле застосовано постійний магніт?
16. Яку величину називають струмом відсічки реле РТ-80?
17. При якій кратності струму в обмотці реле РТ-80 стосовно струму спрацьовування починається “незалежна” частина ампер-секундної характеристики?

18. Які елементи конструкції реле РТ-80 впливають на величину коефіцієнта повернення індукційної частини?

19. Наведіть перелік операцій по контролю технічного стану реле РТ-80.

20. Яку величину називають коефіцієнтом повернення реле РТ-80?

Перелік питань до лабораторної роботи № 3.

1. Класифікація реле часу.

2. Основні складові елементи реле часу РВ-100.

3. Призначення додаткового резистора та іскрогасильного контуру для реле РВ-100. Склад іскрогасильного контуру.

4. Стислий принцип дії реле РВ-100.

5. Призначення та принцип регулювання уставок реле часу з годинниковим механізмом.

6. Призначення реле часу типу РВ-100.

7. Основні характеристики реле РВ-100.

8. Основні етапи при контролі технічного стану реле РВ-100.

9. Надати визначення характеристиці реле РВ-100 "розкид часу".

10. Межі застосування проміжного реле РП-23.

11. Основні елементи будови реле типу РП-23.

12. Перелічити технічні дані реле типу РП-23.

13. Назвіть етапи методики контролю технічних характеристик реле типу РП-23.

14. Надати стислий зміст визначення електричних характеристики реле РВ-100 та РП-23 при контролі технічних характеристик.

15. Яким чином проводиться перевірка функціонування реле РВ-100?

Перелік питань до лабораторної роботи № 4.

1. Назвіть найбільш розповсюдженні розчіплювачі автоматичних вимикачів.

2. Що розуміють під терміном "електродинамічна стійкість автоматичних вимикачів" та чим її характеризують?

3. Якщо в каталогах не приведені данні про електродинамічну стійкість, яким параметром слід керуватися при виборі вимикача?

4. Що розуміють під терміном "гранична комутаційна властивість вимикача"?

5. Що називають номінальним струмом розчіплювача автоматичного вимикача?

6. Який струм розчіплювача називають струмом його уставки?

7. Що розуміють під повним часом вимикання вимикача?

8. У яких випадках використовують технічний параметр автоматичного вимикача "повний час відключення"?

9. Чому в автоматичних вимикачах дуже рідко використовують тільки тепловий розчіплювач?

10. Наведіть форму часострумової характеристики автоматичного вимикача з комбінованим розчіплювачем.

11. Наведіть головну умову успішного погашення електричної дуги при відключенні вимикача.

12. Чому у вимикачах передбачено дві пари контактів на кожному полюсі?

13. Назвіть основні елементи дугогасного пристрою вимикача.

14. За рахунок чого у вимикачах забезпечується зносостійкість контактів?

15. З якого матеріалу виготовляють дугогасну камеру вимикача?

16. З якою метою у вимикачах передбачено механізм вільного розчіплювання?

17. Який елемент вимикача забезпечує захист мережі від перенавантаження?

18. Наведіть схему вимірювання параметрів спрацювання вимикачів.

19. Яким чином можна впевнитись, що вимикання вимикача здійснено за рахунок розчіплювала із залежною характеристикою?

20. Якої величини має бути струм при перевірці дії теплових розчіплювачів?

Перелік питань до лабораторної роботи № 5.

1. Який електричний апарат називають вимірювальним трансформатором струму (ТС)?

2. Для яких цілей використовують вимірювальні ТС?

3. Приведіть схему заміщення вимірювального ТС?

4. Яким рівнянням характеризують роботу вимірювального ТС?

5. Які величини характеризують точність роботи вимірювальних ТС?

6. Чому нормальним режимом роботи ТС вважають режим, близький до режиму КЗ вторинної обмотки?

7. З якою метою визначають полярність виводів ТС?

8. Чим обмежується число вимірювальних приладів і реле, включених у коло вторинної обмотки ТС?

9. Перелічіть основні заходи щодо технічного обслуговування ТС?

10. Яку величину називають струмовою похибкою ТС?

11. Наведіть формулу визначення номінального коефіцієнта трансформації.

12. Які вимоги ставлять до ізоляції ТС?

13. Яку потужність називають “номінальною потужністю ТС”?

14. Чим визначається величина ЕРС. у вторинній обмотці?

15. Чим забезпечується клас точності ТС?

16. Яку величину називають номінальним коефіцієнтом трансформації ТС?

17. Чому незадіяні вторинні обмотки ТС повинні бути завжди закочороченими?

18. При якій величині струму в первинній обмотці ТС визначають коефіцієнт трансформації?

19. По яких признаках класифікують ТС?

20. Яким чином на кривій намагнічування позначають наявність короткозамкнених витків у вторинній обмотці?

Перелік питань до лабораторної роботи № 6.

1. Які трансформатори називають трансформаторами напруги (ТН)?

2. Наведіть принципову схему ТН.

3. На якому явищі заснована дія ТН?
4. Від яких параметрів і яким чином залежить миттєве значення електрорушійної сили?
5. Які магнітні потоки утворюються при роботі ТН?
6. Наведіть і поясніть рівняння електричного стану первинного кола ТН.
7. Наведіть і поясніть рівняння електричного стану вторинного кола ТН.
8. Наведіть і поясніть векторну діаграму ТН на холостому ході?
9. Наведіть схему заміщення ТН.
10. Наведіть векторну діаграму ТН під навантаженням.
11. Наведіть векторну діаграму ТН приведену до первинної обмотки.
12. Чим визначаються втрати напруги в ТН?
13. Наведіть формулу, що визначає втрати напруги в ТН.
14. Які величини визначають похибку ТН?
15. Покажіть за допомогою векторної діаграми, від чого залежить похибка ТН.
16. Які класи точності мають ТН і як вони забезпечуються?
17. Покажіть за допомогою векторної діаграми, за рахунок чого утворюються кутові похибки ТН?
18. Які потужності вказують у каталогах ТН?
19. Що розуміють під навантаженням ТН?
20. Перерахуйте основні технічні показники ТН.

9 ОСНОВНІ ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Електричні апарати – це пристрої електротехніки, що використовуються для вмикання, вимикання електрокіл, контролю, захисту, керування, регулювання роботою установок, що призначені для передачі, перерозподілу та споживання енергії.

Класифікація електричних апаратів може проводитись по-різному. Це зв'язано з різноманітністю апаратів та функцій, які вони виконують, із суміщенням в одному апараті декількох функцій. По одній ознаці їх класифікувати дуже важко, бо ознак по яких можна розділяти або об'єднати апарати є багато: габарити, призначення, допустимі струми і напруги, температурні режими експлуатації, кліматичні умови та багато інших. Найбільш прийнятною є класифікація електричних апаратів по призначенню, що передбачає їх поділ на наступні великі групи:

- 1) *комутаційні апарати* – призначені для вмикання, вимикання та перемикавання електричних кіл. Це рубильники, пакетні вимикачі, вимикачі навантаження, автоматичні вимикачі, перемикачі, роз'єднувачі;
- 2) *захисні* – для захисту електричних кіл від короткого замикання (запобіжники високої та низької напруги);
- 3) *обмежуючі* – для обмеження струмів короткого замикання (реактори) і перенапруги (розрядники);

4) *пускорегулюючі* – для пуску, регулювання частоти обертання, струму, напруги електричних машин та інших споживачів електроенергії (контактори, пускачі, силові і командні контролери, реостати);

5) *контролюючі* – це апарати для контролю заданих електричних і неелектричних параметрів (реле, датчики);

б) електричні апарати для вимірювань шляхом ізолювання первинних кіл від вторинних (трансформатори струму і напруги);

7) *регулюючі електричні апарати* – для автоматичного неперервного регулювання заданого параметра електричної сітки або автоматичного підтримування неперервної стабілізації.

В межах однієї групи апарати поділяються на апарати низької напруги, як правило до 660 В, і високої (вище 1000 В або 3000 В).

По виду струму розрізняють апарати:

- змінного струму;
- постійного струму;
- промислової частоти;
- високої частоти(відбійні молотки).

По роду захисту від оточуючого середовища апарати поділяють на ті, що працюють у відкритому середовищі, закритому, водозахисному, вибухонебезпечному та на повітрі.

По способу дії (електромагнітні, магнітоелектричні, електродинамічні, індукційні, теплові і т.п.).

По принципу роботи апарати розділяють на контактні і безконтактні. Контактні мають рухомі контакти; безконтактні діють на принципі зміни їх параметрів: індуктивності, ємності, електричного опору.

За ступенем автоматизації застосування електричні апарати можна поділити на автоматичні, що діють в залежності від заданого режиму, і ручного перемикачів, що працюють від волі оператора.

Електрична зносостійкість визначається тим, як зношуються контакти внаслідок вигорання під дією електричної дуги або стирання внаслідок спрацювання.

Механічна зносостійкість – це зносостійкість, що обумовлюється зношуванням деталей під час їх обертального і поступального руху поверхонь, коли контакти вдаряються або труться.

Комутаційна здатність – здатність відключати струми (менші струми відключаються гірше, чим великі).

Ізоляційна стійкість як в холодному, так і в нагрітому стані (при струмі $1.05 I_{ном}$) повинна витримувати випробувальну напругу струму з $f=50$ Гц на протязі 1-ї хвилини (випробувальні напруги залежать від номінальних і становлять від 500 В (при $U_{ном}=24$ В) до 3 кВ (при $U_{ном}=750$ В)) і мати запас, що враховує погіршення ізоляції внаслідок старіння матеріалу або осадження пилу, бруду, вологи.

Термостійкість – визначається діючим значенням струму, протікання якого на протязі всієї роботи апарату не викликає його нагрівання вище допустимих температур (іноді вводять як характеристику величини $I_{\text{терм.стійк}} \cdot t_{\text{терм.стійк}}$).

Електродинамічна стійкість визначається максимально допустимим струмом, який може витримувати апарат не руйнуючись ні електрично, ні механічно і не відключаючись самовільно.

Номінальна напруга $U_{\text{ном}}$ – напруга, при якій передбачена довготривала нормальна робота електротехнічного пристрою. Вона обумовлює необхідну електричну ізоляцію апарата.

Номінальний струм $I_{\text{ном}}$ – струм, тривале протікання якого викликає нагрівання струмопровідних елементів та ізоляції електротехнічного пристрою не більше встановлених значень температур при номінальній температурі навколишнього середовища.

Номінальна температура навколишнього середовища $\theta_{\text{ном}}$ – умовна температура навколишнього середовища, при якій розраховують інші номінальні параметри.

Значення кліматичних чинників, у яких зберігається працездатність апарату при допустимих відхиленнях точності та забезпечується збереження номінальних параметрів з гарантованим терміном служби апаратів, називаються робочими.

Значення кліматичних чинників, які діють за межами робочих кліматичних чинників, і після припинення дії яких точність і номінальні параметри апарату відновлюються, прийнято називати граничними.

Всі електричні апарати, залежно від навколишнього середовища, де вони повинні експлуатуватися, підрозділяються на п'ять категорій розміщення.

Вироби першої категорії призначені для експлуатації на відкритому повітрі.

Вироби другої категорії призначені для експлуатації під накриттям, або в приміщеннях, де відсутнє пряме попадання сонячних променів та осадків, і де коливання температури та вологості не суттєво відрізняється від коливань на відкритому повітрі (намети, кузови, металеві приміщення без теплоізоляції та ін.).

Вироби третьої категорії призначені для експлуатації в закритих приміщеннях з природною вентиляцією без штучного регулювання клімату, де коливання температури та вологості, дія піску та пилу суттєво менші, ніж на відкритому повітрі (кам'яні, бетонні, дерев'яні і металеві з теплоізоляцією приміщення без опалення або з опаленням, яке здійснюється дуже рідко).

Вироби четвертої категорії призначені для експлуатації в приміщеннях з штучно регульованими кліматичними умовами. Ця категорія, в свою чергу, поділяється на підкатегорії:

- вироби для експлуатації в приміщеннях з частковим кондиціонуванням повітря;

- вироби для експлуатації в лабораторіях, капітальних, житлових та подібних приміщеннях.

Вироби п'ятої категорії призначені для експлуатації у приміщеннях підвищеної вологості, де можлива довготривала наявність води та інтенсивна конденсація вологості (шахти, підвали, корабельні приміщення та ін.).

Під електричним контактом розуміють з'єднання двох провідників, яке дозволяє проводити струм. Ці провідники називаються контактними елементами або контактами, а поверхні провідників, що прилягають, контактними поверхнями.

За умовами роботи контактні з'єднання поділяються на дві основні групи: нерозмикаючі та розмикаючі.

До нерозмикаючих контактних з'єднань належать такі контактні з'єднання, при роботі яких не відбувається відокремлення однієї контактної поверхні від іншої. Здійснюються вони у більшості випадків шляхом механічного з'єднання провідників болтами, заклепками та іншими способами. Суцільнометалеві рухомі контактні з'єднання отримуються шляхом паяння або зварювання.

До розмикаючих контактних з'єднань належать такі з'єднання, в яких повинно бути забезпечено відокремлення однієї контактної поверхні від іншої таким чином, щоб електричне коло між ними було повністю перерване і за необхідності знов створене.

У залежності від геометричної форми контактів і кількості точок дотику розрізняють три типи контактів: точковий, лінійний, поверхневий.

Контакти, в яких з'єднання відбувається в одній точці (практично по дуже малій поверхні), називаються точковими.

Контакти, в яких з'єднання відбувається на лінії (практично по дуже вузькій поверхні), називаються лінійними.

Контакти, в яких з'єднання відбувається по широкій поверхні, називаються поверхневими.

У контакторах, пускачах, реле та інших апаратах розривні контакти поділяються:

– на замикаючі (за відсутності струму в обмотці електромагнітного механізму вони розімкнені, а за наявності струму в обмотці відбувається притягання якоря і контакти замикаються);

– розмикаючі (вони замкнені при знеструмленому реле і розмикаються при його спрацьовуванні, коли по обмотці протікає струм).

Контакти, що розраховані на середні та великі струми, можуть бути поділені на пальцеві, місткові, врубні, роликові, торцеві, розеткові. З'єднання можуть виготовлятися одноступінчастими і багатоступінчастими.

Запобіжник – це комутаційний електричний апарат, призначений для вимкнення електричного кола, яке захищається, руйнуванням спеціально передбачених для цього струмоведучих частин під дією струму, що перевищує певні значення.

Найбільший струм, який плавкий запобіжник може відключити без будь-яких пошкоджень або деформацій, називається граничним струмом вимкнення.

Привод вимикача призначений для операції вмикання, для утримання у увімкненому положенні і для вимкнення вимикача. Привод – це спеціальний пристрій, що створює необхідне зусилля для здійснення перерахованих операцій.

Неавтоматичні вимикачі призначені для відокремлення від окремих знеструмлених частин від напруги або для включення та виключення електричного кола вручну в нормальних режимах роботи при струмах, що не перевищують 0,2-1 номінального струму вимикача.

Перемикач – це контактний комутаційний апарат, який призначений для перемикання електричних кіл.

Автоматичний повітряний вимикач (автомат) – це електричний апарат, призначений для автоматичного розімкнення електричних кіл. Повітряним він називається тому, що електрична дуга гаситься в середовищі навколишнього повітря на відміну від вимикача, в якому дуга гаситься в маслі або в іншому середовищі.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Конспект лекцій курсу «Електричні апарати» (для студентів 3 курсу денної і 4 курсу заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.050701–«Електротехніка та електротехнології», а також для слухачів другої вищої освіти за спеціальністю «Електротехнічні системи електроспоживання») / С.В. Швець ; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2013 – 152 с.
2. Буряк В.М. Електричні апарати. Навчально-методичний посібник до лабораторного практикуму. / Буряк В.М., Дейнеко Н.А. – Харків, 2008 р. – 138 с.
3. Буряк В.М. Вибір електричних апаратів захисту в мережах до 1000 В. Навчально-методичний посібник до практичних занять та самостійної роботи. / Буряк В.М., Дейнеко Н.А. – Харків, 2007. – 62 с.
4. Буряк В.М. Експлуатація високовольтних вимикачів. Навчально-методичний посібник до практичних занять та самостійної роботи. / Буряк В.М., Дейнеко Н.А. – Харків, 2006. – 74 с.
5. Буряк В.М., Дейнеко Н.А. Електрообладнання тягових підстанцій. Навчально-методичний посібник. Харків, ХНАМГ, 2005 р. – 76 с.
6. Чунихин А.А. Электрические аппараты. Учебное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1989 г. – 397 с.
7. Буряк В.М. Визначення струмів короткого замикання в електричних мережах. / Буряк В.М., Дейнеко Н.А. – Харків, 2003 р. – 88 с.
8. Дейнеко Н.А. Електричні установки, апарати, вторинні кола й електричні проводки напругою до 1000 В. Методичний посібник. – Харків, ХНАМГ, 2004 р. – 128 с.
9. Буряк В.М. Контроль технічного стану електрообладнання трансформаторних підстанцій. Навчально-методичний посібник до практичних та лабораторних робіт з дисципліни "Експлуатація електрообладнання тягових підстанцій". / Буряк В.М., Дейнеко Н.А. – ХНАМГ, 2005. – 156 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки до самостійного вивчення
курсу

«ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ»

*(для студентів 3,4 курсів денної і 4 курсу заочної форм навчання
за напрямом підготовки 6.050701– "Електротехніка та електротехнології",
а також для слухачів другої вищої освіти
за спеціальністю "Електротехнічні системи електроспоживання")*

Укладачі: **СКОПЕНКО** Василь Вікторович
ШВЕЦЬ Сергій Вікторович

Відповідний за випуск: *В. А. Маляренко*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання: *І. В. Волосожарова*

План 2014, поз. 204М

Підп. до друку 09.12.2014
Друк на ризографі
Тираж 50 пр.

Формат 60x84/16
Ум. друк арк. 1,4
Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК №4705 від 28.03.2014р.