

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра електроенергетики, електротехніки
та електромеханіки**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання лабораторних робіт
з дисципліни
*«ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ»***

Харків – 2018

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки 19 березня 2018 р., протокол № 8.

Методичні вказівки призначено для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» усіх форм навчання.

Укладачі:

доценти Н. П. Карпенко, О. Є. Зінченко,
старші викладачі А. В. Бондаренко, Ю. І. Приймак

Рецензент

доц. С. І. Яцько

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
з дисципліни
«ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ»

Відповідальний за випуск Зінченко О. Є.

Редактор Буранова Н. В.

Підписано до друку 03.04.18 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,25. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.

ЗМІСТ

Вказівки до підготовки і виконання лабораторних робіт.....	3
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1. Дослідження умовних позначень контактних комутаційних пристроїв та контактних з'єднань на електричних схемах.....	5
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2. Дослідження електромагнітного контактора та магнітного пускача.....	9
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3. Дослідження електромагнітних реле керування.....	15
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4. Дослідження електромагнітних реле часу.....	22
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5. Дослідження біметалевих розчіплювачів теплових реле та автоматичних вимикачів.....	28
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6. Дослідження конструкції та принципу дії апаратів захисту низької напруги.....	32
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 7. Дослідження конструкції низьковольтних апаратів захисту.....	34
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	37

ВКАЗІВКИ ДО ПІДГОТОВКИ І ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Для роботи, згідно з планом проведення лабораторних занять, студенти завчасно готуються до занять в лабораторії. Підготовка полягає у вивченні відповідних розділів теоретичного курсу за конспектами лекцій і навчальною літературою, виконанні необхідних розрахунків, а також охайному виконанні таблиць спостережень, у які студент повинен записувати усі дані, отримані під час проведення дослідів. Студенти, що виконали усі передбачені планом лабораторні роботи і своєчасно захистили звіти про них, одержують залік за відповідний розділ курсу. Розрахунково-графічну частину лабораторної роботи, оформлення звітів студенти виконують у формі домашньої роботи.

Для гарантування безпеки роботи у лабораторії і запобігання псуванню приладів студенти зобов'язані дотримуватись таких правил:

1) при першому відвідуванні лабораторії студенти повинні докладно ознайомитися з правилами техніки безпеки і правилами внутрішнього розпорядку в лабораторіях кафедри;

2) допуск студентів у лабораторію проводиться тільки в години, встановлені розкладом. Ті, хто пропустив зайняття з поважних причин, виконують роботи в спеціально заплановані кафедрою додаткові години;

3) у лабораторії студенти працюють біля своїх стендів, додержуючись встановленого порядку і тиші (ходіння по лабораторії без потреби не допускається). Вихід з лабораторії допускається тільки з дозволу викладача;

4) перед початком роботи стрілки електровимірювальних приладів мають бути встановлені на нуль, а прилади з декількома межами, крім того, мають бути ввімкнені на максимальні межі вимірювань;

5) результати вимірювань студенти зобов'язані подати для перевірки викладачу, який дає дозвіл на закінчення роботи;

б) за виконаною роботою кожний студент складає звіт, який подає викладачу перед наступною роботою.

ПОРЯДОК СКЛАДАННЯ ЗВІТІВ

1 Звіти про роботи виконуються на спеціальних бланках встановленої форми на аркушах білого паперу формату А4 відповідно до вимог [1].

2 Звіти виконують чорнилами чітко й акуратно, схеми і графіки – з використанням креслярського приладдя.

3 У звітах усі літерні позначення і умовні графічні позначення в схемах мають відповідати вимогам методичного посібника [1].

4 У звіті вказуються: прізвище та ініціали того, хто виконав роботу, номер групи, курсу і дата виконання роботи; номер роботи та її назва; таблиці з результатами вимірювань і розрахунків, графіки; висновки з роботи.

5 Звіт приймається до захисту за наявності у ньому відміток викладача про допуск до лабораторної роботи і про перевірку результатів вимірювань.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

Дослідження умовних позначень контактних комутаційних пристроїв та контактних з'єднань на електричних схемах

МЕТА РОБОТИ: вивчити умовні літерні та графічні позначення контактних комутаційних пристроїв та контактних з'єднань на електричних схемах.

ЗАВДАННЯ

1 Вивчити теоретичний матеріал з умовних позначень, використовуючи конспект лекцій і відповідні розділи підручників та посібників [2, 3].

2 За результатами досліджень підготувати звіт. У звіті навести умовні та літерні позначення відповідно до мети роботи та висновки з роботи.

СТИСЛІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Умовне літерно-цифрове позиційне позначення комутаційних пристроїв визначається комутуючим колом, способом керування і порядковим номером на схемі. В колах керування сигналізації, вимірювання комутаційний пристрій позначається латинською літерою S , а в силових колах – літерою Q . Друга літера позначення показує спосіб керування: кнопкові вимикачі та перемикачі позначають літерою B (SB), автоматичні – літерою F (SF), інші – літерою A (SA).

Літерні позначення найпоширеніших контактних комутаційних пристроїв наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1










Приклади видів елементів	Код
1	2
Розрядники, запобіжники, пристрої захисні:	F
дискретний елемент захисту за струмом миттєвої дії	FA
дискретний елемент захисту за струмом інерційної дії	FP
запобіжник плавкий	FU
дискретний елемент захисту за напругою, розрядник	FV
Реле, контактори, пускачі:	K
реле струмове	KA
реле вказівне	KH
реле електротеплове	KK
контактор, магнітний пускач	KM
реле часу	KT
реле напруги	KV
Вимикачі і роз'єднувачі в силових колах:	Q
вимикач автоматичний	QF
короткозамикач	QK
роз'єднувач	QS
Пристрої комутаційні в колах керування, сигналізації і вимірювання:	S
вимикач або перемикач	SA
вимикач кнопковий	SB
вимикач автоматичний	SF

Продовження таблиці 1.1

1	2
вимикачі, що спрацьовують від різних впливів:	
тиску	<i>SP</i>
частоти обертання	<i>SR</i>
температури	<i>SK</i>
З'єднання контактні:	<i>X</i>
струмознімач, контакт ковзання	<i>XA</i>
штир	<i>XP</i>
гніздо	<i>XS</i>
з'єднання розбірне	<i>XT</i>

Кваліфікаційні символи пояснюють принцип роботи комутаційних пристроїв (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Кваліфікаційні символи


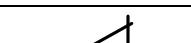
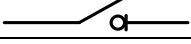
Символ	Функція
	контактора
	роз'єднувача
	шляхового або кінцевого вимикача
	самообертання
	вимикача-роз'єднувача
	дугогасіння
	вимикача
	автоматичного спрацьовування
	відсутності самообертання

Умовні графічні позначення найпоширеніших контактних комутаційних пристроїв наведені у таблиці 1.3.

На схемах комутаційні пристрої повинні бути зображені у вигляді на якому пускова система контактів знеструмлена.

Умовні графічні позначення контактів допускається виконувати в дзеркальному і поверненому на 90° положеннях.

Таблиця 1.3 – Приклади побудови позначень контактних пристроїв

Позначення	Пояснення функції
1	2
Контакт комутаційного пристрою:	
	замикальний
	розмикальний
	перемикальний
	перемикальний з нейтральним центральним положенням
Контакт без самоповернення:	
	замикальний
	розмикальний
Контакт із самоповерненням:	
	замикальний
	розмикальний
Контакт контактора:	
	замикальний
	розчіплювача
	розмикальний
	замикальний з дугогасінням
	розмикальний з дугогасінням
	замикальний з автоматичним спрацьовуванням
Контакт:	
	вимикача
	роз'єднувача
	вимикача-роз'єднувача
Двопозиційні перемикачі. Контакт замикальний вимикача:	
	однополюсний
	триполюсний
	триполюсний з автоматичним спрацьовуванням максимального струму

Продовження таблиці 1.3

1	2
	роз'єднувач триполюсний
	вимикач-роз'єднувач триполюсний
Кнопковий контакт:	
	натискувальний із замикальним контактом із самоповерненням
	витяжний із розмикальним контактом із самоповерненням
	поворотний з замикаючим контактом з самоповерненням
Контакти контактних з'єднань:	
 або 	роз'ємного з'єднання: штир
 або 	роз'ємного з'єднання: гніздо
	розбірного з'єднання
	нерозбірного з'єднання

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

Дослідження електромагнітного контактора та магнітного пускача

МЕТА РОБОТИ: ознайомлення з призначенням, принципом дії, особливостями конструкції та роботи електромагнітного контактора постійного струму і магнітного пускача, а також експериментальне визначення їхніх основних параметрів.

ЗАВДАННЯ

1 Ознайомитися зі стендом для досліджень, приладами та апаратами, які встановлені на стенді; призначенням, принципом дії та конструктивними особливостями апаратів, які досліджуються (контактами, дугогасними і магнітними системами).

2 Визначити величини напруг та струмів втягування і відпадання для контактора і магнітного пускача. Розрахувати коефіцієнт повернення.

3 Визначити власний час спрацьовування контактора та пускача при вимкненнях та ввімкненнях при номінальній напрузі.

4 Визначити власний час увімкнення залежно від величини напруги, яка подається на обмотки контактора та пускача.

ПІДГОТОВКА ДО РОБОТИ

1 Вивчити призначення, принцип дії і конструкцію контакторів. При цьому слід звернути увагу на таке: категорії застосування та режими роботи, номінальні параметри, час ввімкнення та вимкнення, конструктивні особливості.

2 Вивчити призначення, принцип дії і конструкцію магнітних пускачів. При цьому слід звернути увагу на склад і роботу окремих елементів – контактора, теплових реле, кнопкових станцій. Зрозуміти зміст основних назв та визначень: вставка спрацьовування, захисна характеристика, напруга та струм спрацьовування та відпускання, час ввімкнення та вимкнення, призначення кнопки повернення та важільця вставки теплового реле.

ОПИС СТЕНДА

1 Будова стенда:

- на горизонтальній панелі стенда зліва розташоване регульоване джерело напруги – ЛАТР;

- на вертикальній панелі стенда розташовані органи керування стендом, індикаторна лампа та вимірювальні прилади;

- на окремій вертикальній панелі стенда розташовані контактор **ПМ2** і магнітний пускач типу ПМЕ 211 – **ПМ1**. На цій панелі є також чотири реле, які в даній роботі не використовуються.

2 Органи керування стендом виконують такі функції:

- вимикач «сеть» здійснює ввімкнення-вимкнення живлення стенда;
- індикаторна лампа НІ 1 здійснює індикацію ввімкнення стенда;
- ЛАТР, «рег» здійснює регулювання напруги живлення стенда в межах 0 – 240 В;
- перемикач «РН-РТ» здійснює перемикання живлення для дослідження контактора та магнітного пускача (положення «РН») або дослідження реле (положення «РТ»);
- перемикач «конт-реле» здійснює ввімкнення напруги на котушку контактора (пускача) або реле;
- перемикач «пост-перем» здійснює ввімкнення котушок електромагнітів контактора постійного струму (положення «пост») та магнітного пускача (положення «перем») до джерела живлення;
- вимикач «сек» вмикає електросекундомір;
- перемикач «изм» здійснює перемикання електросекундоміра в режим вимірювання часу спрацьовування апаратів при ввімкненнях та вимкненнях;
- перемикач «реж» здійснює ввімкнення та вимкнення апаратів з одночасним ввімкненням електросекундоміра.

3 Електровимірювальні прилади стенда використовуються для вимірювання:

- вольтметр РV1 напруги змінного струму живлення стенда та напруги спрацьовування магнітного пускача;
- амперметр РА1 струму спрацьовування магнітного пускача;
- вольтметр РV2 напруги спрацьовування контактора постійного струму;
- амперметр РА4 струму спрацьовування контактора постійного струму;
- електросекундомір РТ часу спрацьовування апаратів.

Амперметри РА2 та РА3 в даній роботі не використовуються.

4 Підготовка стенда до роботи.

Встановити на стенді:

- вимикач «сеть» у положення «викл»;
- перемикач «реж» у нейтральне положення;

- регулятор ЛАТР «рег» у крайнє лівє положення.
- Увімкнути «сеть» і переконатися, що індикаторна лампа засвітилася.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1 Визначення напруги та струму спрацьовування контактора постійного струму.

1.1 Встановити на стенді таке розташування органів керування:

- ручку регулятора ЛАТР «рег» у крайнє лівє положення;
- перемикач «конт-реле» в положення «конт»;
- перемикач «РН-РТ» у положення «РН»;
- перемикач «пост-перем» у положення «пост»;
- перемикач «режим» у положення «вкл».

1.2 Виміряти напругу (вольтметр PV2) та струм (амперметр РА1) втягування та відпадання якоря електромагніту контактора. Напруга та струм втягування вимірюється при плавному підйомі напруги живлення від 0 до повного притягнення якоря. Напруга та струм відпадання визначається при плавному зниженні напруги від номінальної 220 В до напруги відпадання. Дослід повторити 3–5 разів. Результати вимірювань занести до таблиці 2.1.

2 Визначення напруги та струму спрацьовування магнітного пускача.

2.1 Встановити на стенді таке розташування органів керування:

- вимкнути «сеть»;
- ручку регулятора ЛАТР «рег» у крайнє лівє положення;
- перемикач «конт-реле» в положення «конт»;
- перемикач «РН-РТ» у положення «РН»;
- перемикач «пост-перем» у положення «перем»;
- перемикач «реж» у положення «вкл»;
- увімкнути «сеть» і розпочати дослідження.

2.2 Виміряти напругу (вольтметр PV1) та струм (амперметр РА1) втягування та відпадання аналогічно до дослідження контактора. Номінальна напруга котушки магнітного пускача 110 В. Дослід повторити 3 – 5 разів. Результати вимірювань занести до таблиці 2.1.

3 Розрахувати середні значення струмів та напруг. За середніми значеннями розрахувати коефіцієнт повернення, користуючись формулами:

$$K = \frac{I_{eid}}{I_{em}} \quad \text{або} \quad K = \frac{U_{eid}}{U_{em}}.$$

Дані розрахунків занести до таблиці 2.1.

4 Визначення власного часу спрацьовування контактора.

4.1 Для визначення часу ввімкнення встановити на стенді таке розташування органів керування:

- перемикач «конт-реле» у положення «конт»;
- перемикач «РН-РТ» у положення «РН»;
- перемикач «пост-перем» у положення «пост»;
- перемикач «реж» у положення «вкл»;
- перемикач «изм» у положення «вкл».

4.2 Увімкнути «сеть». Виставити на PV2 номінальну напругу контактора 220 В. Перевести перемикач «реж» у нейтральне положення. Увімкнути «сек» у верхнє положення. Перевести перемикач «реж» у положення «вкл», при цьому ввімкнеться секундомір і контактор. Після ввімкнення контактора секундомір зупиниться. Дослід повторити 10 разів без скидання показань секундоміра, результат поділити на 10. Для повторення дослідів маніпулювати перемикачем «реж», який переводиться в нейтральне положення, а потім у положення «вкл».

Дані вимірювань занести до таблиці 2.1.

4.3 Для визначення часу вимкнення встановити на стенді таке розташування органів керування:

- перемикач «конт-реле» в положення «конт»;
- перемикач «РН-РТ» у положення «РН»;
- перемикач «пост-перем» у положення «пост»;
- перемикач «реж» у положення «откл»;
- перемикач «изм» у положення «откл» (при цьому увімкнеться контактор).

4.4 Перевести перемикач «реж» у нейтральне положення. При цьому вимикається контактор і секундомір виміряє час відпадання. Дослід повторити 10 разів без скидання показань секундоміра, результат поділити на 10. Повторення дослідів проводиться перемиканням перемикача «реж» з положення «откл» у нейтральне положення. Дані вимірювань занести до таблиці 2.1.

5 Визначення власного часу спрацьовування магнітного пускача.

5.1 Для визначення часу ввімкнення встановити на стенді таке розташування органів керування:

- вимкнути «сеть»;
- встановити ручку «рег» у крайнє ліве положення;
- перемикач «конт-реле» у положення «конт»;
- перемикач «РН-РТ» у положення «РН»;
- перемикач «пост-перем» у положення «перем»;
- перемикач «реж» у положення «вкл»;
- перемикач «изм» у положення «вкл».

5.2 Виставити номінальну напругу 110 В по PV1. Увімкнути «сеть» та розпочати вимірювання. Вимірювання часу ввімкнення провести відповідно до методики підпункту 4.2. Дані вимірювань занести до таблиці 2.1.

5.3 Для визначення власного часу вимкнення магнітного пускача в положення перемикачів внести зміну – встановити перемикач «изм» у положення «откл» (при цьому вимкнеться пускач).

Час вимкнення визначити перемиканням перемикача «изм» у нейтральне положення. Методика вимірювання така сама, як у підпункті 4.2. Дані вимірювань занести до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Тип апарата	Номер досліду	$U_{вг}, В$	$U_{від}, В$	$I_{вг}, А$	$I_{від}, А$	K_B	$t_{вг}, с$	$t_{від}, с$
Контактор ПМ2	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	Середнє значення							
Пускач ПМ1								
	Середнє значення							

5.4 Визначення залежності ввімкнення від величини напруги живлення обмотки електромагніту виконується для контактора зміною напруги від 160 до 220 В через кожні 20 В, а для магнітного пускача – від 70 до 110 В через кожні 10 В.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3

Дослідження електромагнітних реле керування

МЕТА РОБОТИ: ознайомлення з конструктивним виконанням електромагнітних реле керування постійного та змінного струмів і напруг; визначення параметрів спрацьовування; дослідження факторів, які впливають на вставку реле та коефіцієнт повернення.

ЗАВДАННЯ

1 Ознайомитися зі стендом для досліджень, приладами та апаратами, а також з принципом дії, конструктивною будовою та способами регулювання вставки реле.

2 Визначити для реле змінного струму залежності струмів втягування та відпадання залежно від зтягу вимикальної пружини. Для реле змінної напруги – величини напруг втягування та відпадання.

3 Визначити для реле постійної напруги (струму) залежності напруг (струмів) втягування та відпадання у функції зтягів вимикальної пружини та величин робочих зазорів.

ПІДГОТОВКА ДО РОБОТИ

1 Вивчити призначення, принцип дії, конструкцію і способи регулювання реле. Особливості конструкції показано на макетних зразках. Регулювання реле здійснюється зягуванням вимикальної пружини, початковим кутом повороту якоря (початковим зазором) та кінцевим немагнітним зазором, який встановлюється за допомогою немагнітних прокладок.

2 При вивченні реле звернути увагу на основні терміни та назви, які належать до реле: параметри спрацьовування та

відпускання, вставка, коефіцієнт повернення, напруга (струм) втягування та відпадання. Встановити, яким чином вимірюється коефіцієнт повернення при зміні затягування вимикальної пружини, початкового та кінцевого зазорів.

ОПИС СТЕНДА

1 Будова стенда:

- на горизонтальній панелі стенда зліва розташоване регульоване джерело напруги – ЛАТР;

- на вертикальній панелі стенда розташовані органи керування стендом, індикаторна лампа та вимірювальні прилади;

- на окремій вертикальній панелі стенда розташовані реле постійної напруги **KV2**, реле змінної напруги **KV1**, реле постійного струму **KA1**, реле змінного струму **KA1**. Контакт ПМ2 і магнітний пускач ПМ1 у цій роботі не використовуються.

2 Органи керування стендом виконують такі функції:

- вимикач «сеть» здійснює ввімкнення-вимкнення живлення стенда;

- індикаторна лампа НІ 1 здійснює індикацію ввімкнення стенда;

- ЛАТР, «рег» здійснює регулювання напруги живлення стенда в межах 0 – 240 В;

- перемикач «РН-РТ» здійснює перемикання живлення для дослідження реле напруги (положення «РН») або дослідження реле струму (положення «РТ»);

- перемикач «конт-реле» здійснює вмикання обмоток реле (положення «реле») до джерела живлення;

- перемикач «пост-перем» здійснює ввімкнення реле постійного струму (положення «пост») або змінного (положення «перем») до джерела живлення;

- вимикач «сек» вмикає електросекундомір;

- перемикач «изм» здійснює перемикання електросекундоміра в режим вимірювання часу спрацьовування реле при ввімкненнях та вимкненнях;

- перемикач «реж» здійснює ввімкнення та вимкнення реле з одночасним ввімкненням електросекундоміра.

3 Електровимірювальні прилади стенда використовуються для вимірювання:

- вольтметр PV1 напруги змінного струму живлення стенда та напруги спрацьовування реле напруги змінного струму;
- амперметр PA1 струму ввімкнення та вимкнення реле напруги змінного струму;
- вольтметр PV2 напруги спрацьовування реле напруги постійного струму;
- амперметр PA4 струму спрацьовування реле напруги постійного струму;
- амперметр PA3 струму спрацьовування реле змінного струму;
- амперметр PA2 струму спрацьовування реле постійного струму;

Електросекундомір РТ у даній роботі не використовується.

4 Підготовка стенда до роботи.

Встановити на стенді:

- вимикач «сеть» у положення «викл»;
- перемикач «реж» у нейтральне положення;
- регулятор ЛАТР «рег» у крайнє ліве положення.

Увімкнути «сеть» і переконатися, що індикаторна лампа засвітилася.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1 Дослідження реле змінного струму.

1.1 Встановити на стенді таке розташування органів керування:

- перемикач «конт-реле» у положення «реле»;
- перемикач «РН-РТ» у положення «РТ»;
- перемикач «пост-перем» у положення «перем»;
- перемикач «реж» у нейтральне положення;
- перемикач «изм» у нейтральне положення;
- вимкнути «сек».

1.2 Плавним підйомом напруги регулятором «рег» виміряти струм втягування якоря електромагніту реле (амперметр PA1). Зменшенням напруги визначити струм відпадання реле (амперметр PA1). У момент протягування якоря необхідно реєструвати найбільші значення струму, оскільки після протягування якоря струм різко падає (зростає індуктивний опір котушки). При відпусканні реєструється найменше значення

струму. Дослід повторити 3–5 разів для трьох значень натягу пружини. Визначити середні значення струмів спрацьовування реле та коефіцієнт повернення K . Затяг пружини виконувати регулятором-важілем за шкалою струму реле.

Результати вимірювань занести до таблиці 3.1.

2 Дослідження реле змінної напруги.

2.1 При вимкненій мережі змінити на стенді розташування органів керування:

- перемикач «конт-реле» у положення «реле»;
- перемикач «РН-РТ» у положення «РН»;
- перемикач «пост-перем» у положення «перем»;
- перемикач «реж» у положення «вкл»;
- перемикач «изм» у нейтральне положення.

2.2 Плавним підйомом напруги регулятором «рег» виміряти напругу втягування якоря електромагніту реле (вольтметр PV1). Зменшенням напруги визначити напругу відпадання реле. Дослід повторити 3 рази. Розрахувати коефіцієнт повернення K . Результати вимірювань та розрахунків занести до таблиці 3.2.

3 Дослідження реле постійного струму.

3.1 Встановити на стенді таке розташування органів керування:

- перемикач «конт-реле» у положення «реле»;
- перемикач «РН-РТ» у положення «РТ»;
- перемикач «пост-перем» у положення «пост»;
- перемикач «реж» у нейтральне положення;
- перемикач «изм» у нейтральне положення.

3.2 Плавним підйомом напруги регулятором «рег» виміряти струм вмикання реле (амперметр PA2). Зменшенням напруги визначити струм відпадання реле (амперметр PA2).

Дослід повторюється для різних значень:

а) затягу вимикальної пружини n за відсутності немагнітних прокладок. Результати досліджень занести до таблиці 3.3;

б) кутів обертання якоря α . Величина α змінюється обертанням установлювального гвинта, рахуючи від стану притягнутого якоря $\delta = 0$, за відсутності немагнітних прокладок. Результати досліджень занести до таблиці 3.4;

в) повітряного зазору δ (товщини немагнітних прокладок). Результати досліджень занести до таблиці 3.5.

3.3 Визначити коефіцієнт повернення K за середніми значеннями струмів спрацьовування реле. За даними таблиць 3.3–3.5 побудувати залежності $K = f(n)$, $K = f(\lambda)$, $K = f(\delta)$.

4 Дослідження реле постійної напруги.

4.1 При вимкненій мережі на стенді перемикач «РН-РТ» встановити в положення «РН». Інші перемикачі залишаються в положеннях підпункту 3.1.

4.2 Виміряти напруги спрацьовування (вольтметр PV2) згідно з методикою підпункту 3.2. Результати досліджень занести до таблиць 3.6-3.8;

4.3 Визначити коефіцієнт повернення K за середніми значеннями напруг спрацьовування реле. За даними таблиць 3.6–3.8 побудувати залежності $K = f(n)$, $K = f(\lambda)$, $K = f(\delta)$.

Таблиця 3.1 – Реле КА2

Мітки струму на шкалі реле				
Струм втягування I_{VT}, A	Номер дослідду	1		
		2		
		3		
	Середнє значення			
Струм відпадання I_{VD}, A	Номер дослідду	1		
		2		
		3		
	Середнє значення			
$K=I_{VD}/I_{VT}$				

Таблиця 3.2 – Реле KV1

Номер дослідду	1	2	3	Середнє значення
U_{VT}, B				
U_{VD}, B				
$K=U_{VD}/U_{VT}$				

Таблиця 3.3 – Реле КА1 ($n = \text{var}, \alpha = 5, \delta = 0$)

Мітки струму на шкалі реле		1	2	3
Струм втягування $I_{\text{вт}}, \text{А}$	Номер дослід	1		
		2		
		3		
	Середнє значення			
Струм відпадання $I_{\text{від}}, \text{А}$	Номер дослід	1		
		2		
		3		
	Середнє значення			
$K = I_{\text{від}}/I_{\text{вт}}$				

Таблиця 3.4 – Реле КА1 ($n = 2, \alpha = \text{var}, \delta = 0$)

Кількість обертів гвинта		3	5	7
Струм втягування $I_{\text{вт}}, \text{А}$	Номер дослід	1		
		2		
		3		
	Середнє значення			
Струм відпадання $I_{\text{від}}, \text{А}$	Номер дослід	1		
		2		
		3		
	Середнє значення			
$K = I_{\text{від}}/I_{\text{вт}}$				

Таблиця 3.5 – Реле КА1 ($n = 2, \alpha = 5, \delta = \text{var}$)

Кількість обертів гвинта		3	5	7
Струм втягування $I_{\text{вт}}, \text{А}$	Номер дослід	1		
		2		
		3		
	Середнє значення			
Струм відпадання $I_{\text{від}}, \text{А}$	Номер дослід	1		
		2		
		3		
	Середнє значення			
$K = I_{\text{від}}/I_{\text{вт}}$				

Таблиця 3.6 – Реле KV2 ($n = \text{var}$, $\alpha = 7$, $\delta = 0$)

Мітки струму на шкалі реле		1	2	3
Струм втягування $U_{\text{ВТ}}, \text{А}$	Номер дослідів	1		
		2		
		3		
	Середнє значення			
Струм відпадання $U_{\text{ВІД}}, \text{А}$	Номер дослідів	1		
		2		
		3		
	Середнє значення			
$K=U_{\text{ВІД}}/U_{\text{ВТ}}$				

Таблиця 3.7 – Реле KV2 ($n = 2$, $\alpha = \text{var}$, $\delta = 0$)

Кількість обертів		1	2	3
Струм втягування $U_{\text{ВТ}}, \text{А}$	Номер дослідів	1		
		2		
		3		
	Середнє значення			
Струм відпадання $U_{\text{ВІД}}, \text{А}$	Номер дослідів	1		
		2		
		3		
	Середнє значення			
$K=U_{\text{ВІД}}/U_{\text{ВТ}}$				

Таблиця 3.8 – Реле KV2 ($n = 2$, $\alpha = 7$, $\delta = \text{var}$)

Немагнітні прокладки		1	2	3
Струм втягування $U_{\text{ВТ}}, \text{А}$	Номер дослідів	1		
		2		
		3		
	Середнє значення			
Струм відпадання $U_{\text{ВІД}}, \text{А}$	Номер дослідів	1		
		2		
		3		
	Середнє значення			
$K=U_{\text{ВІД}}/U_{\text{ВТ}}$				

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4

Дослідження електромагнітних реле часу

МЕТА РОБОТИ: ознайомлення з принципом дії, конструктивним виконанням та засобами регулювання витримки часу електромагнітних реле часу; визначення впливу різних параметрів на величину витримки часу.

ЗАВДАННЯ

1 Ознайомитися зі стендом для досліджень, приладами та апаратами, а також з принципом дії, конструктивним виконанням та способами регулювання витримки часу реле.

2 Визначити для реле КТ1 залежності витримки часу від товщини немагнітних прокладок та зусиль зтягів вимикальної пружини.

3 Визначити для реле КТ2 залежності витримки часу від товщини немагнітних прокладок та зусиль зтягів вимикальної пружини при ввімкненому та вимкненому діоді в колі живлення обмотки реле.

4 Визначити для реле КТ1 та КТ2 залежності витримки часу від величини напруги, яка подається на котушки.

ПІДГОТОВКА ДО РОБОТИ

1 Вивчити призначення, принцип дії, конструкцію реле часу. Особливості конструкції показано на макетних зразках.

2 Звернути увагу на способи регулювання витримки часу.

ОПИС СТЕНДА

1 Будова стенда:

- на вертикальній панелі стенда розташовані органи керування стендом, індикаторна лампа та вимірювальні прилади;

- на окремій вертикальній панелі стенда розташовані реле часу типу КУВ1А-М4 (позначення в описі **КТ1**) та КУВ31-ОМ4 (**КТ2**), два струмових реле силових автоматів та один автомат. У даній роботі досліджується тільки реле часу.

2 Органи керування стендом виконують такі функції:

- вимикач «сеть» здійснює ввімкнення-вимкнення живлення стенда;
- індикаторна лампа здійснює індикацію ввімкнення стенда;
- перемикач «РВ-РТ» здійснює перемикання живлення для дослідження реле часу (положення «РВ») або струму (положення «РТ»);
- перемикач «КТ1-КТ2» здійснює ввімкнення відповідного реле;
- регулятор «V» здійснює дискретне регулювання напруги живлення реле часу;
- перемикач «изм-уст» здійснює перемикання в режим виставлення напруги живлення реле часу та вимірювання часу його відпускання;
- вимикач «вент» здійснює вмикання-вимикання діода до обмотки реле КТ2;
- перемикач «1-2» здійснює вмикання-вимикання секундоміра. В положенні «2» (вниз) вимірюється час відпускання реле часу. Положення «1» (вгору) в цій роботі не використовується.

3 Електровимірювальні прилади стенда:

- вольтметр **PV1** використовується для вимірювання напруги живлення реле часу;
- інші електровимірювальні прилади в цій роботі не використовуються.

4 Підготовка стенда до роботи.

Встановити на стенді:

- вимикач «сеть» у положення «викл» (вниз);
- перемикач «РВ-РТ» у нейтральне положення;
- регулятор «V» у крайнє ліве положення;
- регулятор «I» повернути проти годинникової стрілки до упору (далі не використовується);

Увімкнути «сеть» і переконатися, що індикаторна лампа засвітилася.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1 Визначення залежності витримки часу від товщини немагнітних прокладок та величини натягу вимикальної пружини реле часу РТ1.

1.1 Встановити на стенді таке положення органів керування:

- перемикач «КТ1-КТ2» у положення «КТ1»;
- перемикач «РВ-РТ» у положення «РВ»;
- перемикач «сеть» у положення «1»;
- перемикач «изм-уст» у положення «уст».

1.2 Для визначення залежності витримки часу від зтягу вимикальної пружини необхідно її відрегулювати таким чином: зтягнути пружину до крайньої межі, регулятором «V» встановити напругу за вольтметром РV1 близько 130 В і потім відпустити пружину, поки не виникне чітке спрацьовування реле.

Після регулювання пружини розпочати дослідження. У зазор між якорем і осердяч увести немагнітну прокладку товщиною 0,4 мм. Регулятором «V» встановити напругу близько 180 В. Перевести перемикач «изм-уст» у положення «изм». При цьому електросекундомір «РТ» почне підрахунок витримки часу реле, після вимкнення реле зняти показання часу із секундоміра.

Дослід повторити 3 – 5 разів, дані занести до таблиці 4.1.

Після вимкнення реле робити витримку 1–2 с (час «зарядки» реле).

Змінити зтяг вимикальної пружини і повторити описані досліди. Зтяг пружини слід зменшувати, відпускаючи гайку, яка стискає пружину, з кроком 2 оберти від початкового положення n_{max} . Дані вимірювань витримки часу занести до таблиці 4.1.

Дослід повторити при товщині немагнітної прокладки 0,8 мм. Дані вимірювань занести до таблиці 4.1

1.3 Для визначення залежності витримки часу від товщини немагнітної прокладки використовується методика підпункту 1.2, але необхідно змінити товщину прокладки для значень зтягу пружини, яке відповідає 180 В у підпункті 1.2.

Дані вимірювань занести до таблиці 4.2.

2 Визначення залежності витримки часу від впливу розрядного резистора реле часу РТ2.

2.1 Встановити на стенді таке положення органів керування:

- перемикач «КТ1-КТ2» в положення «КТ2»;
- інші органи керування залишити в положеннях підпункту 1.1.

2.2 При дослідженні впливу розрядного резистора на величину витримки часу резистор вмикається паралельно котушці реле за допомогою діода.

Затяг пружини регулюється при 130 В згідно з методикою підпункту 1.2.

Регулятором «V» встановити напругу 180 В на котушці і розпочати вимірювання. Товщину немагнітної прокладки змінювати при незмінному затязгу вимикальної пружини, який дорівнює $n = n_{\max} - 2$. Витримку часу визначити при вимкненому та ввімкненому діоді. Вмикання та вимикання здійснювати вимикачем «вент».

Дані вимірювань занести до таблиці 4.3.

2.3 Провести дослід при незмінній товщині немагнітної прокладки $\delta_{np} = 0,4 \text{ мм}$, при зміні величини затязгу вимикальної пружини, при ввімкненому та вимкненому діоді. Методика дослідження не змінюється. Дані занести до таблиці 4.4.

3 Визначення залежності витримки часу від величини напруги, яка подається на котушки, для реле КТ1 та КТ2.

3.1 Встановити на стенді таке положення органів керування:

- діод «вент» вимкнути;
- перемикач «КТ1-КТ2» в положення згідно з реле, яке досліджується;
- інші органи керування залишити в положеннях підпункту 1.1.

3.2 Визначити витримку часу при $n = n_{\max} - 2$, $\delta_{np} = 0,4 \text{ мм}$ для обох реле. Напругу подавати на котушки регулятором «V», починаючи з мінімального значення. Подавати на котушки 6 значень напруги (на розсуд викладача) в діапазоні від V_{\min} до V_{\max} . Час вимкнення реле занести до таблиці 4.5.

4 За даними таблиць 4.1–4.5 побудувати графіки залежностей: $t = f(n)$, $t = f(\delta_{np})$, $t = f(V)$.

Таблиця 4.1 – Реле КТ1. U=180 В

Товщина немагнітної прокладки δ_{np} , мм	Номер досліду	Витримка часу t (с) при n, що дорівнює:					
		n_{max}	n_{max-2}	n_{max-4}	n_{max-6}	n_{max-8}	n_{max-10}
0,4	1						
	2						
	3						
	Середнє значення						
0,8	1						
	2						
	3						
	Середнє значення						

Таблиця 4.2 – Реле КТ1. U=180 В

Затяг пружини, n	Номер досліду	Витримка часу t (с) при δ_{np} , що дорівнює:					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
n_{max-2}	1						
	2						
	3						
	Середнє значення						
n_{max-6}	1						
	2						
	3						
	Середнє значення						

Таблиця 4.3 – Реле РТ2. $U=180\text{ В}$, $n = n_{max}-2$

Стан діода	Номер досліду	Витримка часу t (с) при δ_{np} , що дорівнює:					
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
<i>вимкнено</i>	1						
	2						
	3						
	Середнє значення						
<i>ввімкнено</i>	1						
	2						
	3						
	Середнє значення						

Таблиця 4.4 – Реле РТ2. $U=180\text{ В}$, $\delta_{np} = 0,4\text{ мм}$

Стан діода	Номер досліду	Витримка часу t (с) при n , що дорівнює:					
		n_{max}	$n_{max}-2$	$n_{max}-4$	$n_{max}-6$	$n_{max}-8$	$n_{max}-10$
<i>вимкнено</i>	1						
	2						
	3						
	Середнє значення						
<i>ввімкнено</i>	1						
	2						
	3						
	Середнє значення						

Таблиця 4.5 – Реле РТ1 і РТ2. $\delta_{np} = 0,4 \text{ мм}$, $n = n_{max} - 2$

Стан діода	Номер досліду	Витримка часу t (с) при U , що дорівнює:					
		U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6
РТ1	1						
	2						
	3						
	Середнє значення						
РТ2	1						
	2						
	3						
	Середнє значення						

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5

Дослідження біметалевих розчіплювачів теплових реле та автоматичних вимикачів

МЕТА РОБОТИ: ознайомлення з конструкцією та технічними даними біметалевих розчіплювачів теплових реле та автоматів, визначення їх часо-струмових характеристик.

ЗАВДАННЯ

1 Ознайомитися зі стендом для досліджень, приладами та апаратами, а також із принципом дії, призначенням та конструкцією теплових реле КА1, КА2 і автоматичного вимикача QF.

2 Визначити часо-струмові характеристики біметалевих розчіплювачів при заданому положенні струмової вставки реле КА1, КА2 і автоматичного вимикача QF (положення регулювального важільця).

3 Визначити залежність часу спрацьовування біметалевого розчіплювача від положення регулювального важільця (струмової вставки) при фіксованому значенні струму навантаження для теплового реле КА1.

ПІДГОТОВКА ДО РОБОТИ

1 Вивчити принцип дії, конструктивне виконання біметалевих елементів.

2 Звернути увагу на необхідність витримки часу для охолодження біметалу після спрацьовування реле для забезпечення можливості подальшої роботи апаратів.

ОПИС СТЕНДА

1 Будова стенда:

- на вертикальній панелі стенда розташовані органи керування стендом, індикаторна лампа та вимірювальні прилади;

- на окремій вертикальній панелі стенда розташовані реле часу, два струмових реле силових автоматів та один автомат. У цій роботі реле часу не досліджується;

- предмет дослідження у цій роботі – теплові реле ТРІ-10А, ТРН-25 (позначення в описі **КА1, КА2**) та вимикач автоматичний А3161 (20 А) (позначення в описі **QF**).

2 Органи керування стендом виконують такі функції:

- вимикач «сеть» здійснює ввімкнення-вимкнення живлення стенда;

- індикаторна лампа здійснює індикацію ввімкнення стенда;

- перемикач «РВ-РТ» здійснює перемикання живлення для дослідження реле часу («РВ») або струму (положення «РТ»);

- перемикачі «КТ1-КТ2», «изм-уст», «вент» у цій роботі не використовуються;

- регулятор «V» здійснює дискретне регулювання напруги живлення реле часу;

- перемикач «1-2» здійснює вмикання-вимикання секундоміра. В положенні «1» (вгору) вимірюється час спрацьовування реле струму. Положення «2» (вниз) у цій роботі не використовується;

- регулювання струму реле КА1, КА2 і автомата здійснюється амперметром;

- вибір типу теплових реле для досліджень здійснюється перемикачем з положеннями: КА1, КА2, АВ, «уст».

3 Підготовка стенда до роботи.

Встановити на стенді:

- вимикач «сеть» у положення «викл» (вниз);

- перемикач «РВ-РТ» у нейтральне положення;
 - регулятор «V» у крайнє ліве положення;
 - регулятор «I» повернути проти годинникової стрілки до упору;
 - перемикач вибору теплових реле у положення «уст».
- Увімкнути «сеть» і переконатися, що індикаторна лампа засвітилася.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1 Визначення часо-струмової характеристики теплового реле.

1.1 Встановити на стенді таке положення органів керування:

- перемикач «КТ1-КТ2» в положення «КТ1»;
- перемикач «РВ-РТ» у положення «РТ»;
- перемикач «сек» у верхнє положення.

1.2 Часо-струмова характеристика теплового реле являє собою залежність часу, необхідного для спрацьовування реле, від струму навантаження.

Для реле КА1 часо-струмову характеристику слід визначити при вставці регулювального гвинта в положення «0» для струмів 12, 14, 16 А (наладку реле виконано на струм спрацьовування 10 А).

Для реле КА2 часо-струмову характеристику визначити при вставці регулювального гвинта в положення «-» для струмів 25, 26, 27 А.

Для автомата QF – для струмів 22, 24, 26 А.

Величина струму виставляється регулятором «I» за амперметром. Для ввімкнення відповідного реле слід перевести перемикач у відповідне положення. Перед ввімкненням реле слід скинути показання секундоміра. Після ввімкнення реле слід скоректувати заданий струм регулятором «I». Після спрацьовування реле (вимкнення секундоміра) слід перевести без затримки перемикач у положення «уст». Далі розпочати до дослідження наступного реле, даючи можливість охолонути реле, яке досліджувалось перед цим.

Після досліду для першого значення струму спрацьовування всіх трьох реле зробити витримку часу для охолодження біметалу. На розчіплювачах КА1 і КА2 можливість подальшої

роботи визначається ввімкненням кнопок повернення. Аналогічно до цього затримується можливість увімкнення автомата після спрацьовування теплового захисту.

Після охолодження провести дослід для другого значення струму, а потім так само і для третього значення.

1.3 Результати вимірювань занести до таблиці 5.1. Побудувати залежність $t = f(I)$.

2 Визначення залежності часу спрацьовування від положення регулювального органа (гвинта).

2.1 Для реле КА1 використати дані таблиці 5.1 для струму 14 А та положення гвинта «0» (за потреби дослід можна повторити). Далі вимкнути «сеть» і встановити гвинт у положення «-», і для струму 14 А знайти час спрацьовування реле. Аналогічно до цього визначити час спрацьовування при установленні гвинта в положення «+». Перестановка регулятора (гвинта) має виконуватися тільки при вимкненій мережі живлення. Не забувати про необхідність витримки часу для охолодження біметалу до робочого стану (можливості ввімкнення кнопки повернення).

2.2 Результати вимірювань занести до таблиці 5.2. Побудувати залежність часу спрацьовування від положення гвинта.

Таблиця 5.1 – Часо-струмові характеристики теплових реле

Тип реле	КА1			КА2			КА3		
I, А									
t, с									

Таблиця 5.2 – Час спрацьовування реле КА1 при 14 А

Положення регулятора	«-»	«0»	«+»
t, с			

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6

Дослідження конструкції та принципу дії апаратів захисту низької напруги

МЕТА РОБОТИ: ознайомлення з конструкцією та принципом роботи низьковольтних апаратів захисту.

ЗАВДАННЯ

1 Ознайомитися зі стендом для досліджень, приладами та апаратами, а також з принципом дії, призначенням та конструкцією запобіжників з плавкими вставками змінного поперечного перерізу.

2 Визначити дослідним шляхом часо-струмові характеристики не менш, як для двох плавких вставок у вигляді мідного дроту різного діаметра.

3 Розрахувати часо-струмові характеристики плавких вставок, які досліджувались експериментальним шляхом.

ОПИС СТЕНДА

1 Будова стенда:

- на вертикальній панелі стенда розташовані органи керування стендом, індикаторна лампа та вимірювальні прилади;

- для ввімкнення плавкої вставки спеціальні клеми, закриті захисним кожухом;

- предмет дослідження у даній роботі – набір плавких вставок (мідного дроту) різного діаметра однієї довжини.

2 Органи керування стендом виконують такі функції:

- вимикач «сеть» здійснює ввімкнення-вимкнення живлення стенда;

- індикаторна лампа здійснює індикацію ввімкнення стенда;

- перемикач «изм-уст» здійснює перемикання в режим виставлення струму плавкої вставки (положення «уст») та вимірювання часу її перегорання (положення «изм»);

- регулятор «I» здійснює встановлення струму плавкої вставки;

- вимірювання струму здійснюється амперметром зі шкалою до 30 А;

- електросекундомір «РТ» здійснює вимірювання часу перегорання плавкої вставки;
- клеми Х3 та Х4 використовуються для кріплення плавких вставок.

3 Підготовка стенда до роботи.

Встановити на стенді:

- вимикач «сеть» у положення «викл»;
- перемикач «изм-уст» в положення «уст»;
- регулятор «I» повернути проти годинникової стрілки до упору.

Увімкнути «сеть» і переконатися, що індикаторна лампа засвітилася.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1 Дослідне визначення часо-струмових характеристик плавких вставок.

1.1 Вибрати 2 – 3 діаметри мідних дротів. При значеннях струму 10, 15, 20, 25 А визначити час до моменту перегорання вставок. Величина струму виставляється за амперметром при положенні перемикача на позначці «уст». Скинути показання секундоміра на нуль та встановити перемикач на позначку «изм». Після перегорання вставки зареєструвати показання секундоміра. Для заміни вставки слід вимкнути «сеть» і перевести перемикач на позначку «уст». Далі встановити новий струм та повторити дослід.

1.2 Дані занести до таблиці 6.1. За дослідними даними побудувати часо-струмові характеристики $t=f(I)$ плавких вставок.

2 Розрахункове визначення часо-струмових характеристик плавких вставок.

2.1 Розрахунок часу плавлення вставки визначити за формулою:

$$t = A' \cdot \frac{q^2}{I^2} ,$$

де A' – стала, яка визначається тільки властивостями матеріалу; для міді $A' = 80 \cdot 10^3 \text{ A}^2 \cdot \text{с} / \text{мм}^4$;

q – площа поперечного перерізу вставки, мм^2 ;

I – струм, А.

2.2 Результати розрахунків занести до таблиці 6.1. За результатами розрахунків побудувати часо-струмові характеристики $t=f(I)$ плавких вставок.

3 Порівняти дослідні та розрахункові результати роботи.

Таблиця 6.1

Діаметр плавкої вставки, мм	Вид даних	Показання секундоміра (с) при струмі, А:			
		10	15	20	25
	Дослід				
	Розрахунок				
	Дослід				
	Розрахунок				
	Дослід				
	Розрахунок				

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 7

Дослідження конструкції низьковольтних апаратів захисту

МЕТА РОБОТИ: ознайомлення з конструкцією та принципом дії найбільш поширених апаратів захисту.

ЗАВДАННЯ

1 Вивчити конструкцію та призначення основних частин плавких запобіжників, побутових відмикачів та відмикачів, керованих різницеvim струмом, використовуючи конспект лекцій і відповідні розділи підручників та посібників [2, 4, 7].

2 За результатами досліджень підготувати звіт.

СТИСЛІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

До найбільш поширених апаратів захисту можна віднести: запобіжники, відмикачі промислового та побутового призначення, відмикачі, керовані різницеvими струмами.

Запобіжник – це апарат, який шляхом розтоплення одного або декількох спеціально спроектованих деталей розмикає коло, у

якому він встановлений, відмикаючи струм, коли той перевищує задане значення впродовж обумовленого часу. Таким чином, запобіжник здійснює захист електричних мереж та обладнання від перевантажень й коротких замикань, забезпечуючи, за певних умов, ефект струмообмеження.

Основними елементами запобіжника є топкий елемент, що вмикається послідовно з колом, що захищається, і дугогасний пристрій. Процес спрацьовування запобіжника полягає в нагріванні вставки до температури плавлення, її плавленні, виникненні і гасінні електричної дуги.

Важливою захисною характеристикою запобіжника є *часо-струмова характеристика* – крива, що показує залежність часу, наприклад переддугового часу або часу спрацьовування, від очікуваного струму при заданих умовах роботи. Час спрацьовування складається з переддугового часу, тобто проміжку між моментом виникнення надструму й моментом початку розтоплення топкого елемента та часу горіння дуги, що виникає після розтоплення топкого елемента.

Під *селективністю захисту* розуміють координацію робочих характеристик двох або декількох запобіжників таким чином, що при виникненні надструмів у певних межах, запобіжник, призначений спрацьовувати у цих межах, спрацьовує, у той час, як інші запобіжники не спрацьовують.

Відмикач (англ. circuit-breaker, рос. автоматический выключатель) – це електромеханічний комутаційний апарат, здатний вмикати, проводити та відмикати струми за нормальних умов у колі, а також вмикати, проводити впродовж обумовленого часу та відмикати струми за обумовлених ненормальних умов у колі, таких як коротке замикання. Хоча протягом майже усього робочого часу ці апарати перебувають у замкненому стані і працюють за нормальних умов у колі, основним їх призначенням є захист електроустановок від надструмів – перевантажень та коротких замикань та надмірного зниження напруги.

Основною частиною, яка забезпечує відмикання в ненормальних умовах, є розчіплювач. *Розчіплювачі* – це пристрої, які вивільняють засоби утримання головних контактів у замкненому стані та дозволяють розмикання або замикання відмикачів. Таким чином, здійснюють захист електричних кіл та

обладнання від ненормальних режимів. У відмикачах зазвичай застосовуються розчіплювачі у вигляді електромагнітів або біметалів.

Відмикач, керований різницеvim струмом, – це електромеханічний комутаційний апарат, призначений вмикати, проводити та відмикати струми за нормальних умов роботи, а також приводити до розмикання контактів, коли різницеvim струм за певних умов доходить до заданого значення. Апарат позначається аббревіатурою RCCB (**R**esidual **C**urrent operated **C**ircuit-**B**reaker without integral overcurrent protection) або RCD (residual current device), в російськомовній технічній літературі позначається аббревіатурою УЗО (Устройство Защитного Отключения).

Різницеvim струм (диференційний струм) у двополюсних апаратах – це різниця між струмами у лінійному та нейтральному полюсах. Він може виникнути у разі пошкодження ізоляції в електроустановці або внаслідок дотику людини до лінійного провідника. Різницеvim струм може виникнути також при непрямому дотику (дотик до корпусу електроустановки у разі пошкодження ізоляції та пошкодження безперервності захисного провідника, що заземлює корпус електроустановки).

Апарат захисту від струмів витоку у своєму складі містить диференційний трансформатор, який виявляє різницю між струмами у лінійному та нейтральному полюсах (струм витоку) і, якщо ця різниця доходить до заданого небезпечного значення, реле, яке підключене до вторинної обмотки трансформатора, спрацьовує й, завдяки механізму вільного розчеплення, забезпечує розмикання контактів, а відтак і відмикання небезпечних струмів витоку.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1 Користуючись підручниками [2, 4, 7], ознайомитися з конструкцією запобіжників. Зробити ескіз деяких типів запобіжників.

2 Вивчити конструкцію відмикачів побутового призначення ВА-101-1/16, ПАР-25 УХЛ4. Ознайомитися з принципами роботи електромагнітного та біметалевого розчіплювачів, а також механізму вільного розчеплювання. Зробити ескіз відмикача.

3 Вивчити конструкцію відмикача, керованого різницеvim струмом УЗО-ВАД2. Пояснити роботу диференційного трансформатора. Зробити ескіз основних функціональних блоків. Вивчити схему ввімкнення.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1 Стислий опис та схематичне зображення апаратів захисту, розглянутих у роботі.

2 Схема ввімкнення відмикача, керованого різницеvim струмом.

3 Висновки з роботи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Коновалов, Є. В. Студентська навчальна звітність [Текст] / Є. В. Коновалов, Л. М. Козар. – Харків : УкрДАЗТ, 2005. – 36 с.

2 Клименко, В. Б. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс [Текст] : навч. посібник / В. Б. Клименко. – Харків : Точка, 2012. – 320 с.

3 Юхимчук, В. Д. Умовні графічні позначення на електротехнічних схемах [Текст] : методичні вказівки з електротехніки для викладачів і студентів електротехн. спец. / В. Д. Юхимчик. – Харків : НТУ «ХП», 2009. – 52 с.

4 Чунихин, А. А. Электрические аппараты: общий курс [Текст] : учебн. для электротехн. и электроэнергет. спец. вузов / А. А. Чунихин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 720 с.

5 Козлов, В. Д. Електричні апарати. Модуль 1. Загальні питання електричних апаратів [Текст] : посібник / В. Д. Козлов – К. : НАУ, 2005. – 92 с.

6 Козлов, В. Д. Електричні апарати. Модуль 2. Комутаційні апарати низької та середньої напруги [Текст] : посібник / В. Д. Козлов, М. І. Соломаха. – К. : НАУ, 2006. – 84 с.

7 Козлов, В. Д. Електричні апарати. Модуль 3. Вимірювальні, контролювальні та захисні апарати [Текст] : посібник / В. Д. Козлов, С. В. Єнчев. – К. : НАУ, 2007. – 72 с.

