



Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет енергетики, робототехніки та
комп'ютерних технологій
Кафедра електропостачання та
енергетичного менеджменту

ЕЛЕКТРИЧНІ УСТАНОВКИ І СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

**Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи
«Дослідження та налагодження релейного захисту та
протиаварійної автоматики реклоузера РВА/TEL-10» для
здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
денної форми навчання
зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»**

**Харків
2023**

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет енергетики, робототехніки та
комп'ютерних технологій
Кафедра електропостачання та
енергетичного менеджменту

ЕЛЕКТРИЧНІ УСТАНОВКИ І СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи
«Дослідження та налагодження релейного захисту та противарійної
автоматики реклоузера РВА/TEL-10» для здобувачів другого
(магістерського) рівня вищої освіти
денної форми навчання
зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

Затверджено рішенням
науково-методичної ради
факультету енергетики,
робототехніки та
комп'ютерних технологій
Протокол № 3
від 22 лютого 2023 року

Харків
2023

УДК 621.31

С 31

Схвалено на засіданні кафедри
електропостачання та енергетичного
менеджменту Протокол №7 від 8.02.2023 р.

Рецензенти:

С. О. Тимчук, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій ДБТУ;

Ю. М. Хандола, канд. техн. наук, зав. кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки ДБТУ.

С 31 Електричні установки і системи електропостачання: метод. вказівки до виконання лабораторної роботи «Дослідження та налагодження релейного захисту та протиаварійної автоматики реклоузера РВА/TEL-10» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної форми навч. зі спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Держ. біотехнол. ун-т; авт.-уклад.: О. А. Савченко, С.А. Попадченко – Харків: [б. в.], 2023. – 32 с.

Методичні вказівки розроблено відповідно до програми навчальної дисципліни. Видання включає теоретичну частину, алгоритм виконання лабораторної роботи, контрольні запитання та перелік рекомендованої літератури.

Видання призначена для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

УДК 621.31

Відповідальний за випуск: О. О. Мірошник, д-р техн. наук

© Савченко О. А., Попадченко С.А., 2023.

© ДБТУ, 2023

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА НАЛАГОДЖЕННЯ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ТА ПРОТИАВАРІЙНОЇ АВТОМАТИКИ РЕКЛОУЗЕРА РВА/TEL-10

МЕТА РОБОТИ:

1. Вивчення улаштування та функціональних можливостей релейного захисту та протиаварійної автоматики реклоузера типу РВА/TEL-10.
2. Отримання практичних навичок розрахунку параметрів спрацювання струмового захисту та автоматики реклоузера.
3. Опанування методики налагодження та перевірки релейного захисту реклоузера РВА/TEL-10.

1 ПРОГРАМА РОБОТИ

1. Ознайомлення з особливостями улаштування та функціональними можливостями мікропроцесорного релейного захисту реклоузера РВА/TEL-10. Вивчення методики вибору параметрів спрацювання мікропроцесорних захистів секціонованих повітряних ліній електропередавання (ПЛ) 6–10 кВ: максимального струмового захисту (МСЗ), струмової відсічки (СВ), автоматичного повторного ввімкнення (АПВ).
2. Розрахунок параметрів спрацювання МСЗ та СВ для випадку використання реклоузера у якості секціонуального вимикача на ПЛ 10 кВ з одностороннім живленням.
3. Налаштування уставок МСЗ, СВ та АПВ реклоузера РВА/TEL-10 за допомогою програмного забезпечення TELUS.
4. Перевірка в лабораторних умовах струмового захисту і протиаварійної автоматики реклоузера шляхом імітації нормального та аварійного режимів лінії.

2 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

1. Назву та мету роботи.
2. Розрахункову схему лінії 10 кВ з реклоузером, для якого визначаються параметри спрацювання струмового захисту та протиаварійної автоматики, рис. 3.5.
3. Вихідні дані та результати розрахунку параметрів струмового захисту від міжфазних к.з. для вказаного реклоузера, табл. 4.1 та 4.2 відповідно.
4. Карту селективності струмових захистів, встановлених на ділянці секціонованої лінії 10 кВ (за прикладом рис. 3.6).
5. Протокол налагодження та перевірки релейного захисту реклоузера, додаток А.

3 ПОЯСНЕННЯ ДО РОБОТИ

3.1 Загальні відомості про улаштування та функціональні можливості релейного захисту та автоматики реклоузера РВА/TEL-10

Реклоузер (від англійського «reclosure» – повторне ввімкнення) – комутаційний апарат, що об'єднує в собі технології мікропроцесорного релейного захисту, автоматики та комутаційної техніки.

Реклоузер типу РВА/TEL-10, що випускається підприємством «Таврида Електрик» [1], призначений для використання в розподільних мережах трифазного змінного струму з номінальною напругою 6–10 кВ у якості:

- а) високовольтного вимикача у складі відкритого розподільного пристрою;
- б) пункту автоматичного секціонування мережі;
- в) пункту автоматичного ввімкнення резерву.

Реклоузер РВА/TEL-10 складається з комутаційного модуля, основною частиною якого є вакуумний вимикач, та шафи керування, яка з'єднується з комутаційним модулем гнучким багатожильним кабелем, рис. 3.1.

Особливістю реклоузера типу РВА/TEL-10 є застосування мікропроцесорного релейного захисту, адаптованого до використання на ПЛІ 6–10 кВ. Цифрові мікропроцесорні комплекси релейного захисту є інтелектуальними технічними засобами. Вони характеризуються важливими позитивними властивостями, які відсутні у аналогових пристроїв:

- багатofункціональність та малі розміри;
- низьке споживання енергії у вимірювальних колах;
- безперервна самодіагностика;
- висока апаратна надійність;
- зменшення витрат коштів на технічне обслуговування.



а) комутаційний модуль; б) шафа керування; в) з'єднувальний кабель.

Рисунок 3.1 – Елементи реклоузера РВА/TEL-10

Цифрові пристрої релейного захисту мають багато спільного, а їх структурні схеми дуже схожі й подібні до схеми, що наведена на рис. 3.2 [2, 3]. Основними елементами цифрового пристрою релейного захисту є:

- мікропроцесор $U8$;
- давачі струму ($ДС$) та напруги ($ДН$);
- вхідні $U1-U4$ та вихідні $KL1-KLj$ перетворювачі сигналів;
- тракт аналого-цифрового перетворення $U6, U7$;

- кнопки керування й введення інформації $SB1, SB2$;
- дисплей H для відображення інформації;
- блок живлення $U5$;
- пристрої запам'ятовування – постійний $U9$ (ППЗ), перепрограмований $U10$ (ПППЗ), оперативний $U11$ (ОПЗ);
- комунікаційний порт $X1$.

Мікропроцесор $U8$ є центральним елементом цифрового пристрою релейного захисту. Він забезпечує обробку вхідних величин та виконання функцій релейного захисту та автоматики. Модуль мікропроцесора реклоузера РВА/TEL-10 розміщено у шафі керування, див. рис. 3.1 (б).

Давачі струму $ДС$ та напруги $ДН$ є джерелом вихідної інформації, яка необхідна для роботи пристрою релейного захисту. У якості вхідних перетворювачів струму та напруги в реклоузері РВА/TEL-10 використано комбіновані давачі, вбудовані у високовольтні вводи комутаційного модуля.

Давачем струму є котушка Роговського, яка виконана проводом, що намотаний на немагнітне осердя, рис. 3.3 (а). Котушка розміщується навколо провідника, по якому проходить струм, що вимірюється.

Первинний струм, що проходить усередині котушки, створює магнітний потік. Як наслідок, на виводах котушки наводиться е.р.с., пропорційна величині вимірюваного струму. Для синусоїдального вхідного струму $i_{ex} = I_{ex\ m} \sin \omega t$ миттєве значення е.р.с. на виводах котушки визначається за рівнянням

$$e_{вих} = \frac{\mu_0 S w}{l} \omega I_{ex\ m} \sin \omega t + \frac{\pi}{2}, \quad (3.1)$$

де μ_0 – магнітна постійна;
 S – площа перерізу витка котушки;
 w – кількість витків котушки;
 l – довжина контура котушки; ω – кутова частота;
 $I_{ex\ m}$ – амплітуда вхідного струму; t – час.

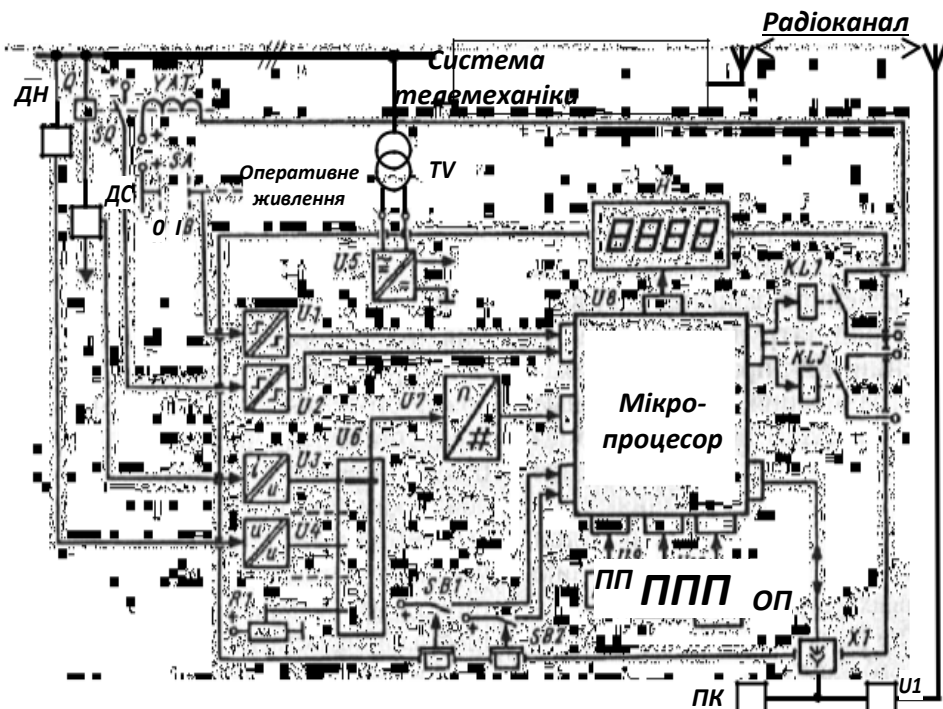


Рисунок 3.2 – Узагальнена структурна схема мікропроцесорного пристрою релейного захисту

На відміну від традиційних трансформаторів струму, вихідним сигналом котушки Роговського є напруга. Завдяки відсутності магнітопроводу, що насичується, залежність вихідного сигналу від вхідного є лінійною у всьому діапазоні вимірюваних значень, що дозволяє отримати високу точність вимірювань.

У якості давача напруги використовується ємнісний дільник, вихідна напруга якого пропорційна первинній напрузі мережі, рис. 3.3 (б).

Перевагами відмічених перетворювачів струму та напруги є компактність, висока точність та низька собівартість. Всього у вводи комутаційного модуля вмонтовано 6 давачів напруги (по 3 з кожного боку реклоузера для контролю фазних напруг) та 6 давачів струму (3 – для контролю фазних струмів, інші 3 –

з'єднані в розімкнутий трикутник і призначені для контролю струму нульової послідовності).

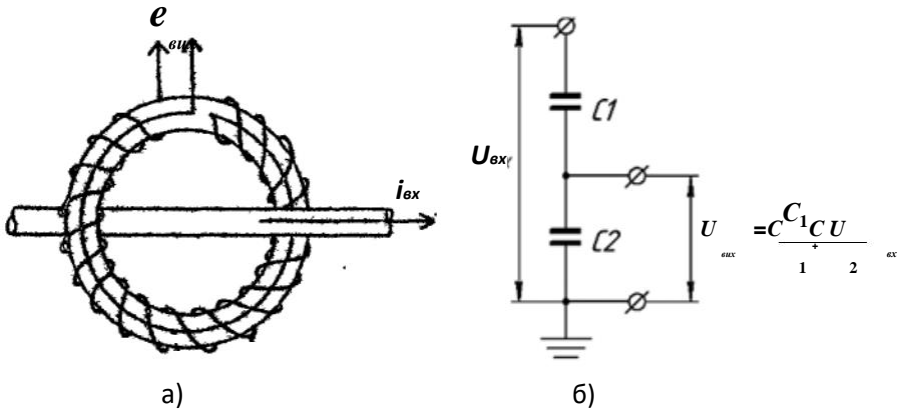


Рисунок 3.3 – Котушка Роговського (а) та ємнісний дільник

Вхідні перетворювачі забезпечують гальванічну розв'язку зовнішніх та внутрішніх електричних кіл пристрою, попередню частотну фільтрацію вхідних сигналів до їх аналого-цифрового перетворення, здійснюють приведення контрольованих сигналів до єдиного параметру (як правило, до напруги) та нормованого рівня. В них також забезпечуються заходи щодо захисту внутрішніх елементів пристрою від впливу завад та перенапруг. Відрізняють аналогові ($U3$, $U4$) та логічні ($U1$, $U2$) перетворювачі вхідних сигналів. Перші виконують так, щоб забезпечити лінійну (або нелінійну, але з відомим законом) передачу контрольованого сигналу у всьому діапазоні його зміни. Перетворювачі логічних сигналів, навпаки, виконують чутливими тільки до вузького діапазону можливого знаходження контрольованого сигналу.

Вихідні перетворювачі пристрою $KL1-KLj$ призначені для реалізації команд вмикання та вимикання вимикача Q , а також для забезпечення сигналізації про спрацювання різних захистів. Вихідні реле виконуються таким чином, щоб забезпечити

гальванічну розв'язку кіл, що комутуються, як між з собою, так і щодо внутрішніх кіл пристрою.

До тракту аналого-цифрового перетворення входить мультиплексор *U6* та аналого-цифровий перетворювач *U7*. Мультиплексор – це електронний комутатор, який по чергово подає контрольовані сигнали на вхід аналого-цифрового перетворювача. Застосування мультиплексора дозволяє використовувати один аналого-цифровий перетворювач для декількох каналів. В перетворювачі *U7* здійснюється перетворення миттєвого значення аналогового вхідного сигналу в пропорційне йому цифрове значення.

Дисплей *H* та клавіатура *SB1*, *SB2* є обов'язковими атрибутами будь-якого цифрового пристрою. Вони дозволяють операторові одержувати інформацію від пристрою, змінювати режими його роботи, вводити нову інформацію, проводити тестову перевірку пристрою.

Імпульсний блок живлення *U5* забезпечує стабілізованою напругою постійного струму всі елементи мікропроцесорного пристрою незалежно від можливих змін напруги в живильній мережі. Джерелом живлення мікропроцесорних пристроїв релейного захисту найчастіше є знижувальний трансформатор напруги *TV*. В модулі безперебійного живлення реклоузера РВА/TEL-10 передбачена можливість використання різних значень вхідних напруг змінного струму – 100, 127 або 220 В. Оперативне живлення реклоузера забезпечується від одного або двох (у випадку використання в мережі з двостороннім живленням) однофазних трансформаторів з литою ізоляцією 10000/100 В, приєднаних до лінії 10 кВ. У випадку зникнення напруги в лінії, живлення автоматично перемикається на акумуляторну батарею напругою 12 В, що встановлена в шафі керування.

Сучасні цифрові пристрої оснащуються комунікаційним портом *X1* для зв'язку з іншими пристроями, наприклад персональним комп'ютером *ПК*. За допомогою комунікаційного порту *X1* та модему *U12* може бути створений канал зв'язку (наприклад, радіоканал), який дозволяє інтегрувати

мікропроцесорний пристрій релейного захисту в систему телемеханіки (SCADA-систему). Реклоузер РВА/TEL-10 оснащено комунікаційними портами типу RS-232 та RS-485. Підключення реклоузера РВА/TEL-10 до SCADA-системи дозволяє диспетчеру виконувати операції дистанційного керування вимикачем Q та різними видами захистів, отримувати інформацію про стан реклоузера в режимі реального часу.

Налаштування функцій релейного захисту та автоматики реклоузера РВА/TEL-10 здійснюється за допомогою рідкокристалічного дисплею та кнопок керування мікропроцесора, що розміщені на його передній панелі (рис. 3.4), або за допомогою комп'ютера, підключеного до порту RS-232 мікропроцесора. Для налаштування релейного захисту реклоузера за допомогою комп'ютера використовується спеціальне програмне забезпечення TELUS.

Реклоузер РВА/TEL-10 має такі види захистів та автоматики:

- струмовий захист від міжфазних к. з. та однофазних замикань на землю (у тому числі напрямлений, по три ступеня в кожному напрямку);
- захист мінімальної напруги;
- автоматичне повторне ввімкнення;
- автоматичне ввімкнення резервного живлення;
- автоматичне частотне розвантаження.

Додатково релейний захист реклоузера дозволяє здійснювати:

- відлаштування від кидків струму намагнічування силових трансформаторів, пускових струмів двигунів та при вмиканні на «холодне навантаження»;
- реалізацію режиму «Робота на лінії»;
- координацію послідовності зон у циклах АПВ.

У пам'ять мікропроцесора записується інформація про параметри чотирьох груп уставок, які можуть оперативнo вводитись в дію. Для налаштування струмових захистів може бути використано 12 стандартних часострумових характеристик (ЧСХ), а також ЧСХ, створені користувачем. Параметри різних

видів релейного захисту та автоматики реклоузера РВА/TEL-10 та методика їх налаштування детально викладені в [1].

3.2 Розрахунок параметрів МСЗ, СВ та АПВ для випадку використання реклоузера у якості секціонувального вимикача на ПЛ 10 кВ з одностороннім живленням

Одним з найпоширеніших випадків застосування реклоузера РВА/TEL-10 на практиці є використання його у якості секціонувального вимикача на ПЛ 6–10 кВ. Загальна схема секціонованої ПЛ 10 кВ з одностороннім живленням наведена на рис. 3.5. Для кожного з реклоузерів $Q1-Q3$ необхідно вибрати параметри спрацювання релейного захисту та автоматики.

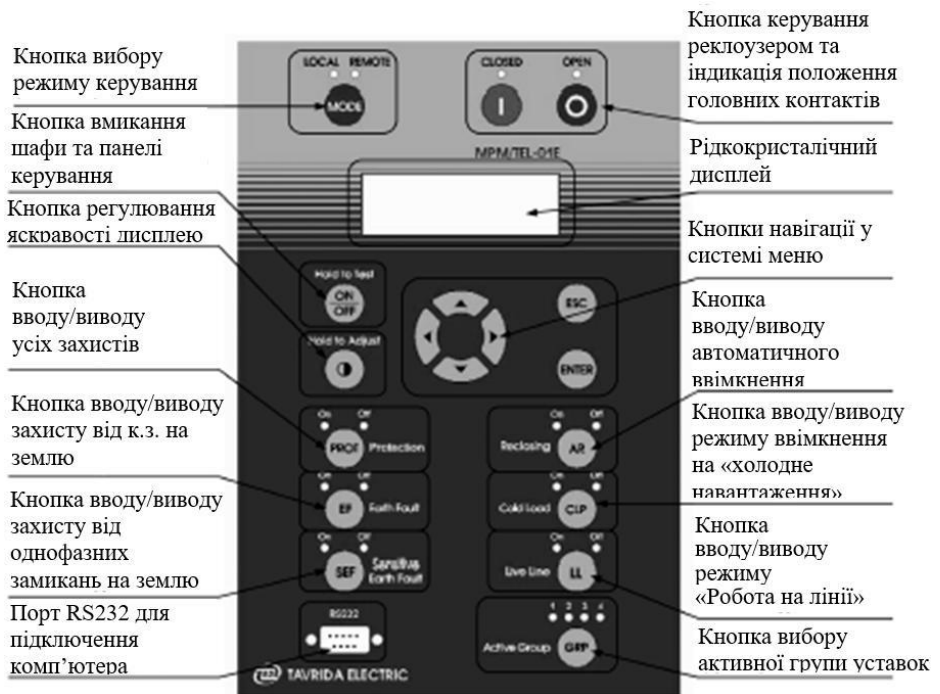


Рисунок 3.4 – Панель керування мікропроцесора реклоузера РВА/TEL-10

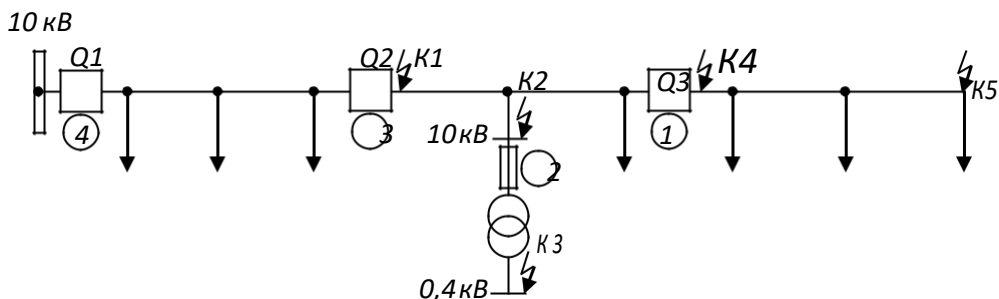


Рисунок 3.5 – Схема секціонованої ПЛ 10 кВ з одностороннім живленням

Згідно ПУЕ [4], на таких лініях необхідно передбачати релейний захист від багатозафазних замикань та однофазних замикань на землю.

Для захисту від багатозафазних замикань як правило повинен встановлюватись двоступінчатий струмовий захист з дією на вимикання пошкодженої ділянки. Перший ступінь захисту виконується у вигляді швидкодіючої СВ, а другий – у вигляді МСЗ з витримкою часу.

Захист від однофазних замикань на землю в сільських мережах 6–10 кВ як правило улаштується на районній підстанції 35–110/6–10 кВ та діє на сигнал [5].

Згідно [4], на ПЛ 10 кВ з одностороннім живленням рекомендується передбачати двократне АПВ. Прискорення струмового захисту після повторного вмикання на к.з. необхідно передбачати у випадку, якщо при к.з. в місці встановлення захисту витримка часу $t \geq 1,5$ с.

Розрахунок МСЗ полягає у виборі струму спрацювання та ЧСХ захисту. В загальному випадку, струм спрацювання $I_{с.з.п}$ захисту n вибирається за умовами [6]:

а) неспрацювання захисту під час післяаварійних перевантажень

$$I_{с.з. n} = k_n \frac{k_{сзн}}{I_{p.max n}} I_{п.у.}, \text{ А}, \quad (3.2)$$

де k_n – коефіцієнт надійності, який враховує неточність роботи реле, для мікропроцесорного захисту реклоузера $k_n = 1,2$; $k_{сзн}$ – коефіцієнт самозапуску, який враховує явище самозапуску двигунів в перехідному режимі, для сільських мереж 6–10 кВ $k_{сзн} = 1,2$;

k_n – коефіцієнт повернення реле, для мікропроцесорних реле $k_n = 0,95$;

$I_{p.max n}$ – максимальний робочий струм в точці встановлення захисту, А.

б) узгодження за чутливістю з попереднім захистом (узгодження за струмом спрацювання):

1) у випадку узгодження з запобіжниками

$$I_{с.з. n} = 1,4 \cdot I_{пл 5}, \text{ А}, \quad (3.3)$$

де $I_{пл 5}$ – струм, за якого плавка вставка запобіжника розплавляється за 5 с, А.

2) у випадку узгодження з попереднім МСЗ

$$I_{с.з. n} = k_{н.у.} \left[I_{с.з. n-1} + \left(I_{п.у.} - I_{п.у.} \right) \right], \text{ А}, \quad (3.4)$$

де $k_{н.у.}$ – коефіцієнт надійності узгодження, для мікропроцесорних захистів $k_{н.у.} = 1,1$;

$I_{с.з. n-1}$ – струм спрацювання попереднього захисту $n-1$, А;

$I_{p.max n-1}$ – максимальний робочий струм в точці встановлення попереднього захисту, А.

Наприклад, для схеми на рис. 3.5 захист 3 реклоузера $Q2$ повинен бути узгоджений за струмом спрацювання із захистами 1 та 2, причому в якості ЧСХ захисту 2 приймається характеристика запобіжника з найбільшим номінальним струмом плавкої вставки $I_{н.вст}$ на ділянці лінії між реклоузерами $Q2$ та $Q3$. Розрахунковий струм спрацювання МСЗ приймається

рівним найбільшому із значень, отриманих за виразами (3.2) – (3.4). Далі, в залежності від параметрів пристрою релейного захисту, приймається найближча більша від розрахункового значення уставка за струмом МСЗ $I_{у.к.з.п}$.

Надійність спрацювання МСЗ перевіряється за допомогою коефіцієнта чутливості

$$k_{ч.МСЗп} = \frac{I_{к.мін}}{I_{у.к.з.п}}, \quad (3.5)$$

де $I_{к.мін}$ – найменше значення струму при к.з. в кінці зони захисту, А.

Згідно ПУЕ [4], при дії МСЗ в основній зоні $k_{ч.МСЗ} \geq 1,5$. Якщо МСЗ діє як резервний захист, то $k_{ч.МСЗ} \geq 1,2$. Для захисту 3 (рис. 3.5) основною зоною є ділянка лінії між вимикачами Q2 та Q3, при цьому $I_{к.мін} = I_{к(2)4}$. При к.з. на кінцевій ділянці лінії (за вимикачем Q3) захист 3 резервує захист 1 у випадку відмови останнього, при цьому $I_{к.мін} = I_{к(2)5}$.

ЧСХ МСЗ вибирається за умовою забезпечення селективності захистів, згідно якої при виникненні к.з. в мережі повинен спрацювати найближчий до точки пошкодження захист. Наприклад, при к.з. на кінцевій ділянці лінії 10 кВ, наведеної на рис. 3.5, повинен спрацювати захист 1 вимикача Q3. Виконання умови селективності досягається за рахунок узгодження витримки часу суміжних захистів. МСЗ виконують з витримками часу, які зростають при пересуванні від споживачів до джерела живлення на певний мінімальний ступінь Δt . Внаслідок цього, спрацьовує найближчий до місця к.з. захист з найменшою витримкою часу та вимикає пошкоджену ділянку. Всі інші захисти спрацювати не встигнуть і повернуться у вихідний стан. Узгодження часу спрацювання суміжних захистів зручно проводити за допомогою карти селективності, на якій наводяться графіки залежностей часу спрацювання різних захистів від величини струму к.з. $t=f(I_k)$, рис. 3.6.

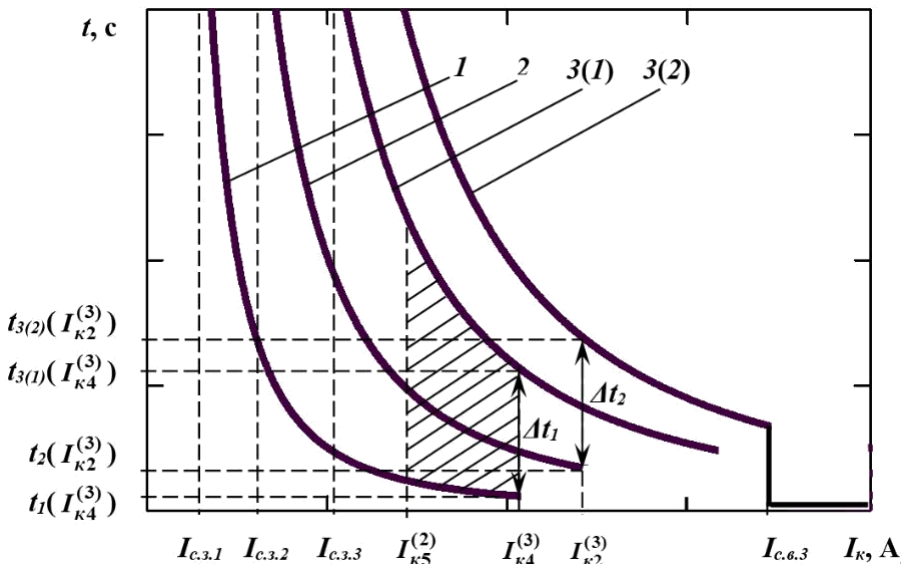


Рисунок 3.6 – Карта селективності захистів (відповідно до схеми рис. 3.5)

Для забезпечення селективної роботи суміжних захистів необхідно узгодити їх характеристики в зоні одночасної дії. Наприклад, для характеристики захисту 1 та відлаштованої від неї характеристики захисту 3(1) захисту 3 (див. рис. 3.5, 3.6) такою зоною буде діапазон струмів к.з. $I_{K(25)} \dots I_{K(4)}^{(3)}$ (заштрихована зона на рис. 3.6).

Мінімальний ступінь витримки часу Δt повинен забезпечуватись для контрольного значення струму к.з. $I_{конт}$, за якого характеристики захистів максимально зближуються. В загальному випадку, необхідна витримка часу $t_n(I_{конт})$ захисту n в контрольній точці $I_{конт}$ розраховується за формулою

$$t_n(I_{конт}) = t_{n-1}(I_{конт}) + \Delta t, \text{ с}, \quad (3.6)$$

де $t_{n-1} (I_{\text{конт}})$ – витримка часу попереднього захисту в контрольній точці, с;

Δt – ступінь селективності, який залежить від часу вимикання вимикачів та точності реле. Для вакуумних вимикачів при узгодженні мікропроцесорних захистів між собою приймають $\Delta t_1=0,2$ с, при їх узгодженні з запобіжниками $\Delta t_2=0,4$ с [5].

З метою зменшення витримки часу, узгодження характеристик МСЗ ліній 6–10 кВ з характеристиками запобіжників рекомендується проводити з використанням екстремально інверсних залежностей типу ІЕС ЕІ, час спрацювання яких описується рівнянням [2]

$$t(I_{\kappa}) = \frac{A \cdot TM}{I_{\kappa}^p - 1}, \text{ с}, \quad (3.7)$$

де A, p – постійні величини, $A=80, p=2$;

TM – часовий коефіцієнт, що впливає на крутизну характеристики і підлягає вибору;

$I_{\text{с.з.}}$ – струм спрацювання захисту, А.

Для залежностей типу ІЕС ЕІ контрольною точкою узгодження витримки часу суміжних захистів є максимальний струм к.з. в зоні одночасної їх дії. Так, для характеристик 1 та 3(1) контрольний струм $I_{\text{конт}}=I_{\kappa}^{(3_4)}$, для характеристик 2 та 3(2) $I_{\text{конт}}=I_{\kappa}^{(3_2)}$. За виразом (3.6), витримка часу захисту 3 в контрольних точках, що необхідна для селективної роботи із захистами 1 та 2 складає відповідно

$$t_{3(1)}(I_{\kappa}^{(3_4)})=t_1(I_{\kappa}^{(3_4)})+\Delta t_1; \quad (3.8)$$

$$t_{3(2)}(I_{\kappa}^{(3_2)})=t_2(I_{\kappa}^{(3_2)})+\Delta t_2. \quad (3.9)$$

Після розрахунку за формулами (3.8) – (3.9) необхідної витримки часу захисту 3 в контрольних точках, з виразу (3.7) визначають часові коефіцієнти $TM_{3(1)}$ і $TM_{3(2)}$ характеристик 3(1)

та 3(2), що забезпечують селективну роботу захистів 1 і 3 та 2 і 3 відповідно

$$TM_{3(1)} = \frac{t_{3(1)} (I_{к4}^{(3)})^p \cdot \frac{I_{к4}^{(3)}}{A} - 1}{A}; \quad (3.10)$$

$$TM_{3(2)} = \frac{t_{3(2)} (I_{к2}^{(3)})^p \cdot \frac{I_{к2}^{(3)}}{A} - 1}{A}. \quad (3.11)$$

За розрахункове приймають більше з двох значень, отриманих за виразами (3.10) – (3.11). Це значення відповідає пологішій кривій, яка проходить вище (в даному випадку крива 3(2)). Це дозволяє одночасно забезпечити селективність захисту 3 із захистами 1 та 2. Далі, в залежності від параметрів пристрою релейного захисту, вибирають найближчу більшу від розрахункового значення уставку часового коефіцієнта $TM_{у.з.}$.

Струмова відсічка є додатковим захистом ліній 6–10 кВ, який дозволяє швидко вимкнути пошкоджену ділянку. Струм спрацювання СВ без витримки часу вибирається за умовами [5, 6]:

а) відлаштування від максимального струму к.з. поза зоною захисту $I_{к. зовн. тах}$

$$I_{с.в.п} = k I_{н. к. зовн. тах}, \text{ А.} \quad (3.12)$$

Для ліній 6–10 кВ значення $I_{к. зовн. тах}$ приймається рівним струму трифазного к.з. на шинах 6–10 кВ найближчої споживчої підстанції 6–10/0,38 кВ.

б) відлаштування від стрибка струму намагнічування трансформаторів споживчих підстанцій 6–10/0,38 кВ, під'єднаних за точкою встановлення захисту

$$I_{с.в.п} = 5 \frac{\sum S_H}{\sqrt{3} U_H}, \text{ А,} \quad (3.13)$$

де ΣS_n – сума номінальних потужностей трансформаторів споживчих підстанцій 6–10/0,38 кВ, під'єднаних за точкою встановлення захисту, кВА;

U_n – номінальна напруга мережі, $U_n = 10$ кВ.

За розрахункове приймається більше з двох значень, отриманих за виразами (3.12) та (3.13). Далі, за шкалою уставок пристрою релейного захисту, вибирають найближчу більшу від розрахункового значення уставку СВ $I_{y.c.v.n}$.

Коефіцієнт чутливості відсічки

$$I_{(3)} \quad k_{ч.в.н} = \frac{I_{к.маx}}{I_{y.c.v.n}}, \quad (3.14)$$

де $I_{к(3).маx}$ – найбільший струм к.з. в зоні дії відсічки, А (для захисту 3 на рис. 3.5 $I_{к(3).маx} = I_{к1(3)}$).

Згідно ПУЕ [4], струмова відсічка є ефективною, якщо коефіцієнт її чутливості $k_{ч.в.н} \geq 1,2$.

АПВ ліній дозволяє зменшити тривалість перерв електроживлення споживачів за рахунок швидкого відновлення подачі електроенергії у випадку виникнення нестійких к.з. Безструмова пауза першого циклу АПВ вибирається за умовами [7]:

а) готовності приводу вимикача до повторного ввімкнення

$$t_{1АПВ} \geq t_{г.прив} + t_{зан}, \text{ с}, \quad (3.15)$$

де $t_{г.прив}$ – час готовності приводу вимикача до повторного ввімкнення, для вакуумного вимикача реклоузера РВА/TEL-10 $t_{г.прив} = 0,1$ с;

$t_{зан}$ – час запасу, що враховує неточність роботи апаратури $t_{зан} = 0,4$ с.

б) деіонізації середовища в місці виникнення к.з.

$$t_{1АПВ} \geq t_{\partial} + t_{зан}, \text{ с}, \quad (3.16)$$

де t_0 – час деіонізації середовища, для мереж напругою 6–10 кВ $t_0 \approx 0,2$ с.

в) готовності вимикача до вимикання у випадку АПВ на стійке к.з.

$$t_{1АПВ} \geq t_{2.6} - t_{6.6} + t_{зап}, \text{ с}, \quad (3.17)$$

де $t_{2.6}$ – час готовності вимикача, для вакуумних вимикачів $t_{2.6\text{вум}} \approx 0,2$ с;

$t_{6.6}$ – час вмикання вимикача, для реклоузера РВА/TEL-10 $t_{6.6} = 0,06$ с.

За результатами розрахунків приймається найбільше значення $t_{1АПВ}$. З урахуванням досвіду експлуатації ліній 6–10 кВ, зазвичай приймають $t_{1АПВ} = 2 \dots 3$ с [7], що дозволяє підвищити успішність дії АПВ. Тривалість безструмової паузи другого циклу АПВ приймають більшою, $t_{2АПВ} = 10 \dots 20$ с. Час готовності АПВ до повторної дії приймають $t_{2. АПВ} = 40 \dots 50$ с, що дозволяє захистити вимикач від пошкодження внаслідок багаторазових повторних вмикань та вимикань струму к.з.

4 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

4.1. Уважно ознайомтесь з відомостями про улаштування та функціональні можливості релейного захисту та протиаварійної автоматики реклоузера РВА/TEL-10 (підрозділ 3.1). Вивчіть порядок розрахунку параметрів МСЗ, СВ та АПВ для випадку використання реклоузера у якості секціонуального вимикача на ПЛ 6–10 кВ з одностороннім живленням (підрозділ 3.2).

4.2. За вихідними даними, що наведені в табл. 4.1, визначте параметри спрацювання МСЗ та СВ реклоузера Q2 (захист 3) секціонованої лінії 10 кВ з одностороннім живленням, схема якої наведена рис. 3.5. Розрахунок проведіть у такій послідовності:

а) визначте розрахункове значення струму спрацювання $I_{с.з. 3}$ МСЗ за умовами (3.2)–(3.4). Прийміть уставку струму

спрацювання МСЗ $I_{y \text{ с.з. } 3}$, врахувавши, що крок шкали уставок для реклоузера рівний 1 А;

б) за формулою (3.5) визначте коефіцієнти чутливості МСЗ в основній зоні та зоні, що резервується, і порівняйте їх з допустимими значеннями;

в) за виразом (3.7) визначте витримку часу захисту $I t_1(I_{K(34)})$ для струму узгодження з захистом $3 I_{K(34)}$;

г) за формулами (3.8), (3.9) визначте необхідні витримки часу $t_{3(1)}(I_{K(34)})$ і $t_{3(2)}(I_{K(32)})$ захисту 3 в контрольних точках $I_{K(34)}$ та $I_{K(32)}$;

д) за формулами (3.10), (3.11) визначте часові коефіцієнти $TM_{3(1)}$ і $TM_{3(2)}$ та в якості розрахункового TM_3 прийміть більше з двох значень. Прийміть уставку часового коефіцієнта TM_{y3} , врахувавши, що крок шкали уставок цієї величини для реклоузера складає 0,01;

е) за виразами (3.12), (3.13) визначте розрахункове значення струму спрацювання струмової відсічки $I_{с.в.3}$ захисту 3 , прийнявши, що найближчою до захисту 3 споживчою підстанцією 10/0,38 кВ є підстанція, під'єднана в точці $K2$. Прийміть уставку струму спрацювання СВ $I_{y \text{ с.в. } 3}$ захисту 3 , врахувавши, що крок шкали уставок складає 1 А;

є) за формулою (3.14) визначте коефіцієнт чутливості СВ та порівняйте його з допустимим значенням.

Результати розрахунків занесіть до табл. 4.2 та покажіть викладачу. Отримайте дозвіл на проведення подальших робіт.

4.3. З дозволу викладача, увімкніть автоматичний вимикач «Живлення комп'ютерів» для подачі живлення до персонального комп'ютера, що встановлений у лабораторії поряд з реклоузером РВА/TEL-10. Під'єднайте кабель передачі даних до порту RS-232, який знаходиться на панелі керування мікропроцесора реклоузера (див. рис. 3.4). Увімкніть комп'ютер та завантажте програму налаштування реклоузера TELUS, ярлик якої знаходиться на робочому столі комп'ютера. Введіть пароль для входу – + + + (три знаки плюс) та натисніть кнопку «ОК». У вікні «Devices» («Пристрої») двічі клікніть лівою кнопкою «миші» на рядку з номером реклоузера «711». У відкритому

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для розрахунку параметрів МСЗ та СВ реклоузера

Номер бригади	Максимальні робочі струми в точках встановлення захистів $I_{p, \max}$, А		Сума номінальних потужностей трансформаторів за точкою встановлення захисту 3 ΣS_n , кВА	Параметри попереднього МСЗ (захист 1)			Параметри запобіжника споживчої підстанції (захист 2)			Струми к.з. в точках лінії, А				
	Захист 1	Захист 3		Тип ЧСХ МСЗ	Струм спрацювання МСЗ $I_{c.з.1}$, А	Часовий коефіцієнт TM_1	$I_{н. \text{вст}}$, А	$I_{нл 5}$, А	$t_2(I_{к1}^{(3)}, I_{к2}^{(3)})$, с	$K1$	$K2$	$K4$		$K5$
										$I_{к1}^{(3)}$	$I_{к2}^{(3)}$	$I_{к4}^{(3)}$	$I_{к4}^{(2)}$	$I_{к5}^{(2)}$
1	5	8	185	ІЕС ЕІ	10	0,21	2	7	0,01	450	170	150	131	87
2	9	18	350	ІЕС ЕІ	18	0,12	5	22	0,02	320	141	125	109	73
3	7	11	240	ІЕС ЕІ	14	0,16	3	12	0,01	420	158	140	122	81
4	8	12	265	ІЕС ЕІ	16	0,11	2	7	0,01	310	147	130	113	75
5	10	21	410	ІЕС ЕІ	20	0,09	5	22	0,02	370	136	120	104	70
6	5	12	255	ІЕС ЕІ	10	0,18	3	12	0,01	410	153	135	117	78

вікні налаштувань реклоузера «Device» натисніть кнопку редагування першої групи уставок «Group1». У новому вікні «Group of settings: Group 1, МРМ #711» натисніть кнопку налаштування уставок струмового захисту від міжфазних к.з. «OC1+». Після цього повинно з'явитись вікно налаштування часострумових характеристик «Protection curve: OC, Group 1, МРМ #711» з картою селективності захистів. Надалі подібні операції переходу в середовищі TELUS вказуються значком →.

4.4. У вікні «Protection curve: OC, Group 1, МРМ #711» зробіть видимими фонові ЧСХ захисту 1 (МСЗ попереднього секціонувального вимикача Q3) та захисту 2 (запобіжник типу ПК-10 споживчої підстанції 10/0,38 кВ), задані згідно номера бригади. Для цього натисніть кнопку «Background curves» («Фонові криві») та в новому вікні «Background TCC's» поставте галочку у стовпчику «V» навпроти ЧСХ «Бригада_(номер бригади)_захист 1» та «Бригада_(номер бригади)_захист 2». Галочки навпроти інших характеристик приберіть, клікнувши на них один раз. Натисніть кнопку «Close». Фонові криві відобразяться у випадку наявності галочки навпроти напису «Background curves» і матимуть рожевий колір.

Таблиця 4.2 – Результати розрахунку параметрів МСЗ та СВ реклоузера

Параметри МСЗ					Параметри СВ	
Тип ЧСХ	Уставка струму спрацювання	Уставка часового коефіцієнта	Коефіцієнт чутливості в основній зоні	Коефіцієнт чутливості в резервній зоні	Уставка струму спрацювання	Коефіцієнт чутливості
	<i>I_{у.с.з.} 3, А</i>	<i>T_{Му3}</i>	<i>к_{ч.} МСЗ 3 осн</i>	<i>к_{ч.} МСЗ 3 рез</i>	<i>I_{у.с.з.} 3, А</i>	<i>к_{ч.} в. 3</i>

4.5. У вікні «Protection curve: OC, Group 1, МРМ #711» встановіть режим відображення ЧСХ ступенів струмового захисту «1+» та «3+», поставивши галочки навпроти відповідних написів. Галочки навпроти інших написів, окрім написів «Background curves» та «Minimum curves» («Мінімальні криві»),

приберіть, клікнувши на них один раз. Виберіть вкладку «1+», що розміщена з правої сторони вікна, та введіть параметри характеристики МСЗ:

- тип характеристики (TCC type) – IEC EI;
- уставку струму спрацювання (Pickup current, A) $I_{y.c.v.3}$;
- уставку часового коефіцієнта (Time multiplier) $TM_{y.3}$.

Виберіть вкладку ступеня «3+» та задайте уставку струму спрацювання відсічки (Pickup current, A) $I_{y.c.v.3}$. Витримку часу відсічки (Tripping time, s) прийміть рівною нулю (миттєва дія відсічки).

Параметри задайте шляхом видалення попереднього значення та введення нового. Дроби вводьте через кому. Побудуйте ЧСХ двоступеневого струмового захисту реклоузера, клікнувши один раз на вільному полі карти селективності. Побудуйте карту селективності захистів 1, 2 та 3 у звіті, показавши контрольні точки узгодження захисту 3. Значення витримки часу захистів для даного струму к.з. зніміть з відповідної ЧСХ шляхом наведення курсора на криву. Поточні значення цих величин відображаються у нижній частині вікна «Protection curve: OC, Group 1, MPM #711» (величини t та I). Обов'язково натисніть кнопку «ОК» для внесення змін у налаштування уставок струмового захисту.

4.6. У вікні «Group of settings: Group 1, MPM #711» у зоні «OCEF reclosing (AR OCEF)» («Налаштування АПВ захистів від к.з.») введіть задані в табл. 4.3 для кожної бригади параметри АПВ реклоузера:

- тривалість безструмової паузи першого циклу АПВ (1st reclose time ($Tr1$), s);
- тривалість безструмової паузи другого циклу АПВ (2nd reclose time ($Tr2$), s);
- час готовності АПВ до повторної дії (Reset time ($Tres$), s).

Для внесення змін у налаштування першої групи уставок «Group 1» обов'язково натисніть кнопку «ОК».

4.7. За допомогою програмного забезпечення TELUS, завантажте вибрані уставки МСЗ, СВ та АПВ в

мікропроцесорний пристрій реклоузера РВА/TEL-10 у такій послідовності:

Таблиця 4.3 – Параметри АПВ реклоузера

Номер бригади	Тривалість безструмової паузи першого циклу АПВ <i>t₁ АПВ, с</i>	Тривалість безструмової паузи другого циклу АПВ <i>t₂ АПВ, с</i>	Час готовності АПВ до повторної дії <i>t_{г.} АПВ, с</i>
1	3,0	10	40
2	3,0	12	42
3	3,0	14	44
4	3,0	16	46
5	3,0	18	48
6	3,0	20	50

а) натисніть кнопку «Пуск» подачі живлення до лабораторії та увімкніть живлення ліній «Лабораторні столи 1, 2, 3» та «Кімната для роботи аспірантів та СНТ». Увімкніть автоматичний вимикач «Живлення реклоузера» для подачі оперативного живлення до реклоузера. Зачекавши 15 секунд, натисніть кнопку «ON/OFF» на панелі керування реклоузера. Повторно натисніть кнопку «ON/OFF» для увімкнення панелі керування (світлодіоди на панелі засвітяться);

б) встановіть On-line з'єднання персонального комп'ютера з реклоузером. Для цього в меню головного вікна TELUS виберіть команди On-line → Switch to on-line mode. Після цього з'явиться вікно з'єднання «Connection log», в якому відображається розвиток on-line сеансу. З'єднання буде завершено приблизно за 3 хвилини, коли індикатор «Protocols uploaded», що знаходиться на панелі інструментів TELUS, прийме зелений колір;

в) у вікні налаштувань реклоузера «Device» поставте галочку навпроти напису «Group 1» та виберіть в меню головного вікна TELUS команди On-line → Download settings into device (Завантажити уставки в пристрій). Зачекайте, поки зникне вікно з написом «Preparing the settings. Please, wait».

Натисканням кнопки «PROT» на панелі керування, увімкніть всі захисти реклоузера (підсвічується світлодіод з написом «ON»). АПВ реклоузера виведіть з дії натисканням кнопки «AR» (підсвічується світлодіод з написом «OFF»). Вакуумний вимикач реклоузера увімкніть натисканням кнопки «I» (підсвічується світлодіод з написом «CLOSED»). У випадку, якщо панель керування вимкнеться, повторно натисніть кнопку «ON/OFF».

4.8. Проведіть перевірку роботи струмового захисту та протиаварійної автоматики реклоузера, використавши лабораторну установку, яка являє собою джерело змінного струму частотою 50 Гц та межами регулювання $0 \div 100$ А. Принципова електрична схема лабораторної установки наведена на її передній панелі. Перевірку роботи релейного захисту та автоматики реклоузера здійсніть у такій послідовності:

а) проведіть імітацію нормального режиму роботи лінії. Для цього переведіть рубильник *QS1*, встановлений поряд з автоматом подачі оперативного живлення до реклоузера, в положення «Вимкнено». Тумблер 9, розміщений на передній панелі лабораторної установки, переведіть в положення «Реклоузер», а тумблер 8 – в положення «Перевірка МСЗ реклоузера». Тумблери 2 – 6, 10 вимкніть (нижнє положення), а тумблер 7 увімкніть (верхнє положення). Увімкніть живлення установки пакетним перемикачем 1 та, впевнившись, що регулятор струму знаходиться у крайньому лівому положенні, подайте живлення в схему натисканням кнопки *SB1* «Пуск». За амперметром *PA2* виставте струм, що рівний за величиною максимальному робочому струму в точці встановлення реклоузера $I = I_{p. \max 3}$ (див. табл. 4.1). Впевніться, що захист не приходить в дію.

б) проведіть імітацію режиму двофазного к.з. на лінії. Для цього спочатку виведіть струмовий захист реклоузера з дії натисканням кнопки «PROT» (підсвічується світлодіод з написом «OFF»). Виставте регулятором величину струму, що наведена в табл. 1 протоколу перевірки та налагодження релейного захисту реклоузера, додаток А. Вимкніть живлення кнопкою *SB2* «Стоп». Ввімкніть тумблер 10 та введіть захист в

дію натисканням кнопки «PROT». Ввімкніть живлення кнопкою *SB1* «Пуск». При цьому повинен запуститись секундомір на передній панелі лабораторної установки. З певною витримкою часу релейний захист спрацює, реклоузер вимкнеться, а секундомір зупиниться. Фактичну витримку часу МСЗ, яку покаже секундомір, занесіть до табл. 1 протоколу. Секундомір обнулите та виведіть з дії, вимкнувши тумблер *10*. Виведіть струмовий захист реклоузера з дії натисканням кнопки «PROT». Реклоузер увімкніть, натиснувши кнопку «I». Витримку часу МСЗ для інших значень струму, що наведені в табл. 1 протоколу, визначте аналогічно.

в) перевірте правильність роботи АПВ реклоузера в режимі стійкого двофазного к.з. на лінії. Для цього введіть в дію АПВ натисканням кнопки «AR» (підсвічується світлодіод з написом «ON»). Виставте регулятором величину струму 40 А. Перед проведенням досліду тумблер *8* переведіть в положення «Перевірка АПВ реклоузера». Увімкніть тумблер *10*. Вимкніть живлення кнопкою *SB2* «Стоп». Введіть струмовий захист реклоузера в дію натисканням кнопки «PROT». Ввімкніть живлення кнопкою *SB1* «Пуск». При цьому МСЗ реклоузера відразу ж прийде в дію, з витримкою часу реклоузер вимкнеться. Одночасно з вимиканням реклоузера запуститься секундомір і почне відраховувати тривалість першої безструмової паузи. Приготуйтеся після першого повторного вмикання реклоузера, яке викличе зупинку секундоміра, відразу ж записати покази останнього та обнулити їх протягом часу, що рівний витримці часу МСЗ. Після нового вимикання реклоузера від дії МСЗ секундомір почне відраховувати тривалість другої безструмової паузи. Приготуйтеся після другого повторного вмикання відразу ж записати покази секундоміра та вивести його з дії вимиканням тумблера *10*. З витримкою часу реклоузер повинен вимкнутись втретє без подальшого повторного вмикання. Після цього регулятор струму переведіть в крайнє ліве положення та вимкніть живлення лабораторної установки пакетним перемикачем *1*. Тумблер *9* переведіть в положення «МСЗ-М».

Фактичну тривалість першої та другої безструмових пауз занесіть до табл. 1 протоколу.

4.9. Результати експериментальних досліджень покажіть викладачу. Реклоузер залиште увімкненим, натиснувши кнопку «I». Вимкніть живлення шафи керування реклоузера, використовуючи команди меню TELUS On-line → Power off (у вікні, що з'явиться, виберіть команду «Так»). Зачекайте, поки панель керування погасне та вимкніть автоматичний вимикач «Живлення реклоузера». Рубильник *QSI*, встановлений поряд з автоматичним вимикачем «Живлення реклоузера», переведіть в положення «Увімкнено». Закрийте програму TELUS, вимкніть персональний комп'ютер та автоматичний вимикач «Живлення комп'ютерів». Від'єднайте кабелі передачі даних від порту RS-232 мікропроцесора реклоузера.

4.10. На карту селективності нанесіть контрольні точки ЧСХ МСЗ реклоузера, отримані експериментальним шляхом. Розрахуйте відносну різницю між заданою та фактичною витримками часу струмового захисту в контрольних точках за формулою

$$\Delta_t = \frac{t_3 - t_{\phi}}{t_3} 100, \%, \quad (4.1)$$

де t_3 – задана витримка часу, с, визначена за формулою (3.7) для прийнятих параметрів МСЗ (табл. 4.2) та значень струму к.з. I_k , що наведені у табл. 1 протоколу;

t_{ϕ} – фактична витримка часу, с, отримана під час випробувань (табл. 1 протоколу).

Аналогічно розрахуйте відносну різницю між заданою та фактичною тривалістю безструмових пауз АПВ. Прийміть за допустиме значення $\Delta_t_{\text{дон}} = 10 \%$ та зробіть висновки за результатами випробувань релейного захисту та автоматики реклоузера. Заповніть протокол налагодження та перевірки релейного захисту реклоузера, додаток А.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Основні елементи мікропроцесорних пристроїв релейного захисту та їх призначення.
2. Принципи роботи давачів струму і напруги реклоузера РВА/TEL-10.
3. Види захистів і автоматики реклоузера РВА/TEL-10.
4. Послідовність розрахунку МСЗ секціонованих ліній 6–10 кВ.
5. Послідовність розрахунку СВ секціонованих ліній 6–10 кВ.
6. Параметри АПВ повітряних ліній 6–10 кВ та умови їх вибору.
7. Послідовність налагодження релейного захисту і автоматики реклоузера РВА/TEL-10 перед введенням в експлуатацію.

ЛІТЕРАТУРА

1. АРТА 674153.101РЭ Вакуумный реклоузер РВА/TEL-10-12.5/630У1. Руководство по эксплуатации.
(www.teu.tavrida.com/doc/arta674153101re0510.pdf)
2. Шнеерсон Э.М. Цифровая релейная защита / Э.М. Шнеерсон. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 549 с.
3. Дьяков А.Ф. Микропроцессорная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учебное пособие для студентов вузов. / А.Ф. Дьяков, Н.И. Овчаренко – М.: Издательство МЭИ, 2000. – 199 с.
4. Правила влаштування електроустановок. 3-тє вид., перероб. і доп. – Х.: Вид-во «Форт», 2010. – 736 с.
5. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения / В.А. Андреев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2007. – 639 с.
6. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей / М.А. Шабад – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985. – 286 с.
7. Будзко И.А. Электроснабжение сельского хозяйства: / И.А. Будзко, Н.М. Зуль – Агропромиздат, 1990. – 496 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
8. СОУ-Н_ЕЕ 35.514:2007 Технічне обслуговування мікропроцесорних пристроїв релейного захисту, протиаварійної автоматики, електроавтоматики, дистанційного керування та сигналізації електростанцій та підстанцій від 0,4 до 750 кВ. Правила. / Затв. Наказом №514 Мінпаливенерго України від 30.10.2007 р. – 79 с.

ДОДАТОК А

ПРОТОКОЛ

налагодження та перевірки релейного захисту
реклоузера РВА/TEL-10-12.5/630 У1

Номер комутаційного модуля реклоузера №

Дата виготовлення комутаційного модуля реклоузера

Серійний номер модуля мікропроцесора реклоузера №

Бригада в складі:

провела налагодження та перевірку релейного захисту
реклоузера в обсязі:

1. Налаштування уставок релейного захисту та автоматики реклоузера згідно результатів розрахунку.
2. Перевірка МСЗ реклоузера в нормальному режимі лінії 10 кВ (перевірка на неспрацювання).
3. Перевірка роботи МСЗ реклоузера в аварійному режимі двофазного к.з. на лінії 10 кВ.
4. Перевірка роботи АПВ реклоузера.

Результати перевірки:

1. Спрацювання МСЗ в нормальному режимі лінії 10 кВ

(є чи немає)

2. Результати перевірки МСЗ та АПВ реклоузера

Таблиця 1

Фактична (t_{ϕ}), задана (t_3) витримка часу МСЗ та відносна різниця між ними (Δt) для струму к.з. I_k, A												Фактична (t_{ϕ}), задана (t_3) тривалість безструмових пауз АПВ та відносна різниця між ними (Δt) для циклу					
40			60			80			100			1 АПВ			2 АПВ		
t_{ϕ} , с	t_3 , с	Δt , %	t_{ϕ} , с	t_3 , с	Δt , %	t_{ϕ} , с	t_3 , с	Δt , %	t_{ϕ} , с	t_3 , с	Δt , %	t_{ϕ} , с	t_3 , с	Δt , %	t_{ϕ} , с	t_3 , с	Δt , %

Висновок:

(допускається чи не допускається релейний захист в експлуатацію)

Дата:

Підписи:

Навчальне видання

ЕЛЕКТРИЧНІ УСТАНОВКИ І СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи
«Дослідження та налагодження релейного захисту та противарійної
автоматики реклоузера РВА/TEL-10»

Автори-укладачі:
САВЧЕНКО Олександр Анатолійович
ПОПАДЧЕНКО Світлана Анатоліївна

Формат 60×84/16. Гарнітура Times New Roman Папір для цифрового друку. Друк
ризографічний. Ум. друк. арк. 0,6. Наклад 100 пр.
Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44

