

Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний технічний університет

Методичні вказівки
до лабораторних робіт з дисципліни
“Теорія надійності та ефективності”
для студентів спеціальності 8.05070201
“Електричні апарати”
та для студентів спеціальності 8.05070207
“Електромеханічне обладнання енергоємних
виробництв”
всіх форм навчання

2015

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Теорія надійності та ефективності” для студентів спеціальності 8.05070201 Електричні та електронні апарати та для студентів спеціальності 8.05070207 Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв всіх форм навчання / Укл.: О.І.Афанасьєв. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2015 - 24с.

Укладач: О.І. Афанасьєв, доцент, к.т.н.

Рецензент: О.Г. Стаценко, доцент, к.т.н.

Відповідальний
за випуск: О.В. Близняков, доцент, к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри
“Електричні та електронні
апарати”
Протокол № 2 від 15.09.2015р

ЗМІСТ

1.Лабораторна робота №1. Випробування та діагностика високовольтного регулювача напруги.....	4
2.Лабораторна робота №2. Підготовка початкових даних та розрахунок надійності індукційно-динамічного вимикача	11
3.Лабораторна робота №3. Випробування та діагностика вакуумного вимикача	16
4.Лабораторна робота №4. Розробка та випробування системи технічної діагностики трансформатора струму...	19
Перелік посилань.....	24

Лабораторна робота №1

ВИПРОБУВАННЯ ТА ДІАГНОСТИКА ВИСОКОВОЛЬТНОГО РЕГУЛЮВАЧА НАПРУГИ

1.1 Мета роботи

Дана робота має за мету вивчити конструкцію, принцип дії, особливості роботи і випробувань високовольтного регулювача напруги (ВРН) у нормальному і аварійному режимах.

1.2 Предмет дослідження

ВРН призначений для живлення однофазним струмом активних і активно-індуктивних навантажень, що допускають фазове регулювання напруги.

Регулювач, який досліджується, складається з таких функційних систем: силова частина, система керування, система захисту і сигналізації.

Основна функція регулювача здійснюється силовою частиною. Тиристорний блок складається з послідовно увімкнених тиристорів, регулювання величини напруги здійснюється зміненням фазового зсуву імпульсів керування відносно лінійних напруг мережі живлення.

Потрібна форма, фаза і амплітуда імпульсів керування забезпечується системою керування. Електрична частина регулювача розміщена у шафі. Двері шафи, які відкривають доступ до високовольтних мереж, мають кінцевий вимикач, який підключає високу напругу, коли відчиняються двері. У верхній частині шафи є прохідні ізолятори, через які проходять шини змінної напруги живлення силової мережі, а знизу – отвір для проходу кабелів, які підключають напругу, що регулюється, до споживачів.

В конструкції регулювача використовується вимушене повітряне охолодження. Охолоджене повітря подається і далі виводиться в атмосферу через спеціальний отвір у корпусі шафи.

1.2.1 Силова частина

Тиристорний блок складається з семи послідовно з'єднаних тиристорів з елементами їхнього захисту і керування. Конструктивно послідовно з'єднані силові тиристиори разом з охолоджувачами розміщені в склопоксидному циліндрі – повітроводі. У верхній частині циліндру є прижимний пристрій. За його допомогою створюється необхідне вісьове зусилля стику тиристорів: для блоку із тиристорів ТЗ-320-(10000-11000)Н, для блоку з тиристорів Т2-800-(2000-22000)Н. Для заміни тиристорів у циліндрі передбачено вікно, у стані праці регулювача воно зачинено кришкою.

Захисні ланцюги служать для зниження рівня комутаційних перенапруг на тиристорах, які викликані розкидом параметрів тиристорів, і забезпечують рівномірний розподіл напруги на тиристорах плеча. Розподіл постійної складової напруги здійснюють постійні резистори, а змінної – RC – ланцюги.

В окремих випадках, коли RC – ланцюги не в змозі обмежити перенапругу до потрібного рівня, захист тиристорів від прямих і оборотних перенапруг здійснюють варистори. Запобіжники, які ввімкнені послідовно з варисторами, охороняють захисні ланцюги від проходження силового струму, коли одні з тиристорів плеча втрачають можливість піддаватись керуванню.

Захисні ланцюги вмикаються паралельно тиристорам і розташовані на поворотній панелі, кронштейни якої прикріплені до циліндру.

Пристрій розмноження імпульсів керування служить для передачі останніх від системи керування до тиристорів, при цьому здійснюється потенціальне роз'єднання кіл. Пристрій складається з імпульсних трансформаторів, кількість яких дорівнює числу тиристорів і первинні обмотки яких з'єднанні послідовно і являють собою петлю кабелю з ізоляцією на повну робочу напругу.

Блоки тиристорні кріпляться у шафі до короба – повітроводу, розташованого на дні шафи.

Навантажуючий пристрій являє собою активний опір, розташований у верхній частині шафи.

Вимірювальний трансформатор струму служить для гальванічного розділення ланцюгів захисту і керування від силової напруги і встановлюється на верхній кришці шафи на прохідному ізоляторі шини змінної напруги. Електрична схема силового блока показана на рисунку 1.1.

1.2.2 Система керування (СК)

СК виконана у вигляді окремого блока, розташованого у нижній частині шафи. Блок керування являє собою регулюючий фазозмінюючий пристрій, з вихідним каскадом на тиристорах малої потужності. Запуск системи керування здійснюється кнопкою SP, яка міститься на передній дверці шафи. Регулювання кута відкривання тиристорів у відношенні до напруги живлення частотою 50Гц здійснюється змінним опором R, розташованим на дверці шафи. Кут відкривання змінюється від 0 до 180 електричних градусів.

1.3 Завдання

1.3.1 Ознайомитись з конструкцією ВРН, методикою випробувань, схемами і принципами дії обладнання для випробувань. Схема стенду випробувань подана на рисунку 1.2.

1.3.2 Вивчити питання техніки безпеки під час проведення випробувань високовольтного обладнання.

1.3.3 Здійснити контроль ізоляції елементів струмоведучого контуру ВРН.

1.3.4 Осцилографуванням провести контроль стану елементів силового блока, виявити можливі види відмов і пояснити процеси, отримані на осцилограмах.

1.4 Методичні вказівки

1.4.1 Для виконання пунктів 1.3.1 та 1.3.2 необхідно ознайомитись з принципом дії, особливостями конструкції ВРН, а також схемами силової частини та стенду для випробувань, які подані відповідно на рисунках 1.1 та 1.2. Обов'язкове знання методу проведення операцій, їхню сутність і особливості, а також вимоги техніки безпеки при проведенні випробувань. Основні умови безпеки випробувань подані в пункті 1.5. Рекомендована література [1,2,3,6].

1.4.2 При виконанні пункту 1.3.3 контроль ізоляції здійснюється на відімкненому від мережі ВРН шляхом вимірювання опору ізоляції омметром постійного струму. Перед вимірюванням необхідно перевірити відсутність напруги на конденсаторах RC – ланцюга.

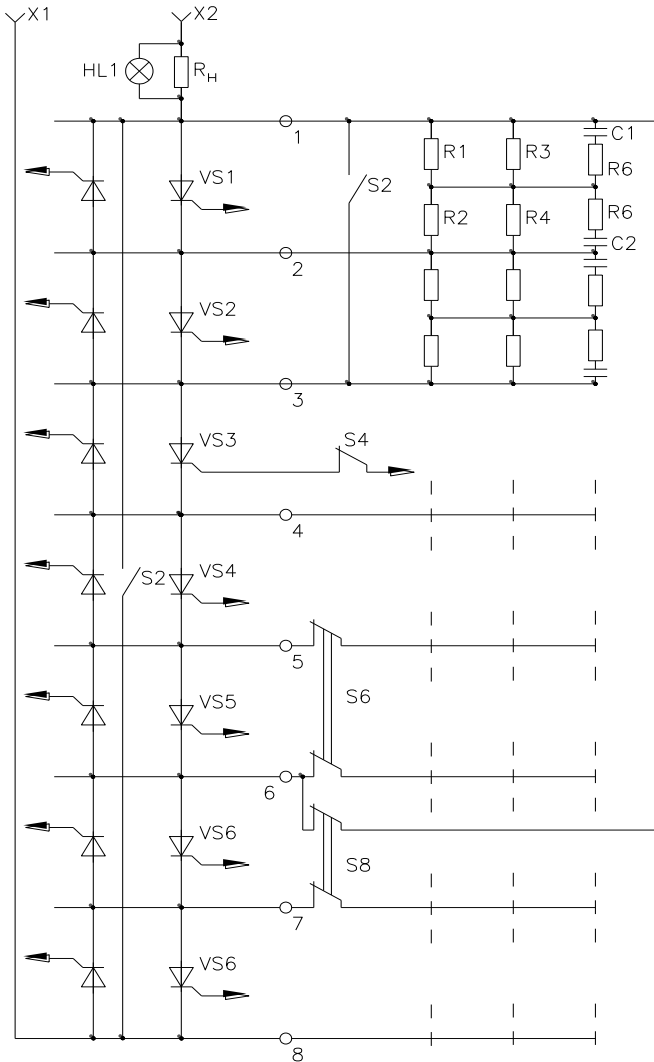


Рисунок 1.1 – Схема силового блока

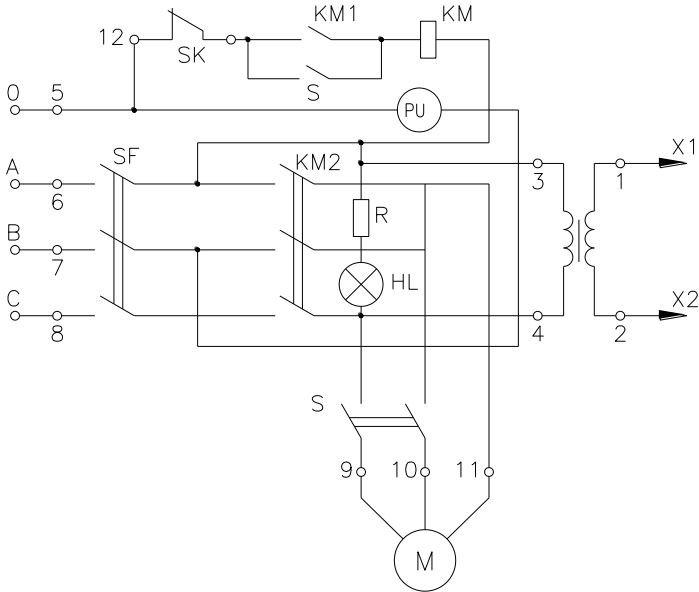


Рисунок 1.2 – Схема живлення ВРН

Якщо на них є напруга, треба розрядити їх через резистор. Норми електричної міцності ізоляції подані в [1,4]. Під час перевірки електричної міцності ізоляції напругу випробувань по черзі прикладають:

- поміж сусідніми електрично незалежними струмоведучими частинами апарата;
- поміж всіма струмоведучими частинами, які електрично роз'єднуються в процесі роботи апарата;
- поміж всіма струмоведучими частинами апарата і частинами, до яких при обслуговуванні можливі доторкання (оболонка, рукоятки і т. п.);
- поміж всіма струмоведучими частинами і заземленими металевими частинами апарату;

Порівнюючи результати випробувань з нормативними показниками роблять висновок про стан обладнання.

При проведенні контролю ізоляції провідники омметра повинні закріплюватись на обладнанні спеціальними зажимами. Утримання їх руками забороняється. Конденсатори повинні бути закорочені.

1.4.3 При виконанні пункту 1.3.4 повинні бути забезпечені такі засоби безпеки:

- металевий корпус повинен бути заземлений з виконанням умови $R_{\text{заз}} < 0,5 \text{ Ом}$;

- збирання і змінення схем випробувань проводити тільки при повному зніманні напруги і відсутності напруги на конденсаторах. Для цього передбачено блокування дверей шафи;

- перевірити відсутність сторонніх предметів в шафі;

Прогріти і настроїти осцилограф, перед цим підключити його до гнізд 1-2 на дверях шафи.

Ввімкнення ВРН відбувається у такій послідовності. Тумблери S1-S8, розташовані на передніх дверях ВРН та S9 на панелі блока живлення стола, встановити в верхнє положення. Ввімкнути SF і S. Запустити систему живлення, для цього натиснути кнопку SP (на дверях шафи). Обертаючи R, перевірити працездатність ВРН по яскравості горіння лампи, розташованій у верхній частині шафи. Для зниження рівня шуму в ході виконання роботи можливо вимкнути двигун охолодження тумблером S9 (вниз).

Для зручності аналізу характеристик, які отримуються, встановити регулятором R кут $\alpha = 90$.

При проведенні випробувань бівентилів силового блока почерговим вмиканням тумблерів S1 – S8 (вниз) вводять різні види несправностей, які можуть мати місце як в новому обладнанні, так і з'явитись в процесі експлуатації.

При проведенні кожного експерименту необхідно зняти осцилограми з кожного з семи послідовно ввімкнених бівентилів, виявити елементи, які відмовили і причини відмов, змалювати та пояснити осцилограми елементів, які відмовили.

При проведенні експериментів оцінюються такі стани бівентилів:

а) нормальний (працездатний) стан. Зняти осцилограми з кожного бівентиля, підключаючи осцилограф відповідно до гнізд 1-2, 2-3, 3-4 і т. д. Виявити бівентиль з внутрішнім дефектом тиристора. Зняти і пояснити осцилограму;

б) коротке замикання ланцюга тиристорів. Для забезпечення цього режиму перевести S1 у нижнє положення. Після закінчення експерименту S1 повернути у початкове положення;

в) коротке замикання RC – ланцюга. Перевести S2 в нижнє положення. Виявити бівентиль, який відмовив, зняти з нього осцилограму і порівняти з осцилограмою справного бівентиля. Після закінчення експерименту S2 повернути в початкове положення;

г) обрив електроду керування. Перевести S4 в нижнє положення. Під час знімання осцилограми з тиристора VS3 необхідно змінити масштаб підсилювача “У” до 5 В/см. Зняти і порівняти осцилограми з бівентилів VS3 та VS5. Після закінчення експерименту тумблер S4 перевести в початкове положення;

д) обрив RC – ланцюга. Перевести S6 в нижнє положення. Зняти і пояснити осцилограми з бівентилів VS1, VS4, VS5, VS6. Після закінчення експерименту повернути S6 в початкове положення;

е) розподіл напруги поміж послідовно ввімкненими бівентиліями (тиристорами) при відсутності RC – ланцюгів. На підсилювачі “У” встановлюється масштаб 5 В/см. S8 переводиться в нижнє положення. Зняти і пояснити осцилограми бівентилів VS6 та VS7.

Увага! Гнізда підключення осцилографа мають потенціал 380 В. При підключенні осцилографа його вилка повинна утримуватись рукою тільки за ізоляційну ручку!

1.5 Засоби безпеки при проведенні роботи

1.5.1 Металевий корпус повинен мати заземлення з виконанням умови $R_{\text{ізол}} \leq 0,5 \text{ Ом}$.

1.5.2 Збирання і змінення схем випробувань проводиться тільки при повному знятті напруги.

1.5.3 Роботи всередині шафи проводити при відсутності напруги на конденсаторах.

1.5.4 Перевірити відсутність сторонніх предметів у шафі.

1.5.5 При контролі ізоляції провідники омметра повинні закріплюватись на обладнанні спеціальними зажимами.

1.5.6 Під час виконання роботи не допускати:

а) замикання гнізд виводів тиристорів на корпус регулювача;

б) підключення осцилографа на декілька тиристорів одночасно (підключення до несуміжних гнізд);

1.6 Контрольні питання

1.6.1 Назвіть основні функційні блоки і поясніть принцип дії ВРН.

1.6.2 Які конструктивні особливості силового блоку?

1.6.3 Види відмов елементів ВРН, їхня характеристика.

1.6.4 Призначення РС – ланцюгів в силовому блоці, їхній вплив на роботу схеми.

1.6.5 Поясніть призначення і принцип дії окремих елементів схеми стенду випробувань.

1.6.6 Як вимірювати величину струму в колі навантаження ВРН?

1.6.7 Система охолодження і принцип дії в конструкції ВРН.

1.6.8 Поміж якими елементами конструкції ВРН необхідно виконати контроль ізоляції? Чи можливо виконати контроль ізоляції омметром з напругою 3,6 В?

1.6.9 Що таке кут α ?

1.6.10 Чим пояснити нерівномірність розподілу напруги уздовж послідовно увімкнених елементів (тиристири, міжконтактні проміжки, опорні та підвісні ізолятори і т. п.) в ланцюгах високої напруги?

1.7 Тривалість лабораторної роботи

Тривалість лабораторної роботи складає 6 годин, а саме: 4 години – аудиторна робота, 2 години – самостійна робота.

Лабораторна робота №2

ПІДГОТОВКА ПОЧАТКОВИХ ДАНИХ ТА РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ ІНДУКЦІЙНО – ДИНАМІЧНОГО ВИМИКАЧА

2.1 Мета роботи

Дана робота має мету – ознайомитися з методикою розрахунку надійності, вивчитись вибиранню необхідної кількості початкових даних згідно умов функціонування пристрою та визначенню їх числових значень.

2.2 Загальні відомості

Оцінка надійності є обов'язковим етапом проектування та виготовлення будь-якого електричного апарату. Види розрахунків надійності та послідовність їх проведення наведені у [10, 11, 12, 13].

Одним з найважливіших етапів оцінки надійності є підготовка початкових даних, яка містить такі основні складові.

По-перше, це аналіз функціонування досліджуваної схеми пристрою, його комплектуючих елементів, за допомогою якого визначаються основні чинники, які впливають на надійність і підлягають оцінюванню.

По-друге, формулюється суть відмови пристрою та його комплектуючих елементів, їх взаємозв'язок, здійснюється класифікація відмов та складається логічна розрахункова схема [12, 14]. Вона характеризує стан досліджуваної схеми в залежності від працездатності комплектуючих елементів. Ця складова завершується вибиранням теоретичного закону розподілу напрацювання до відмови [13, 14].

Завершальною складовою етапу визначення параметрів, які описують логічну розрахункову схему, та способів їх числового визначення. Основні вимоги та приклади визначення приведені у [10, 13]. Значення потрібних параметрів та коефіцієнтів отримуються за допомогою необхідних вимірних процедур, план проведення яких та необхідне матеріальне забезпечення визначається з урахуванням конкретних особливостей досліджуваної схеми та умов її експлуатації.

2.3 Завдання

2.3.1 Ознайомитись з видами, методикою та особливостями проведення розрахунків надійності згідно з рекомендованою літературою.

2.3.2 Скласти електричну схему живлення індукційно - динамічного приводу, елементи якого розташовані на чільній панелі стенду та випробувати її роботу.

2.3.3 Для кожного елемента схеми встановити фізику процесу відмови та визначальний параметр, котрий його описує. Обрати спосіб визначення цього параметру.

2.3.4 Для кожного визначального параметра розробити схему його вимірювання та здійснити необхідні експерименти.

2.3.5 Виконати необхідні розрахунки та отримати значення таких параметрів:

- інтенсивність відмов для нормальних умов – λ_0 ;
- інтенсивність відмов для режиму відсутності навантаження – λ_n ;
- інтенсивність відмов для режиму навантаження – λ_n ;
- коефіцієнт навантаження – k_n ;
- температура довкілля (завдається викладачем);
- поправкові коефіцієнти, які визначають особливості експлуатації (вологість, вібрації, температура, електричне навантаження та ін.).

2.3.6 Розрахувати надійність за допомогою ПК.

2.3.7 Провести аналіз і зробити висновки відносно отриманих результатів.

2.4 Методичні вказівки

2.4.1 Загальні відомості, основні показники та методика розрахунку надійності приведені у [10, 11, 12, 13, 15].

2.4.2 Методичні вказівки для виконання пункту 2.3.2 приведені у відповідній документації з дисципліни ЕАВН. Принципова схема живлення приводу ІДМ приведена на рисунку 2.1.

2.4.3 Причина відмови встановлюється на основі аналізу фізичних процесів відмов. Для більшості елементів можливо обрати один найбільш вагомий параметр, який має назву визначальний. Рекомендації по обранню визначального параметра приведені в [13, 14]. Вимірювання того чи іншого параметра здійснюється найбільш зручним способом з використанням існуючих у лабораторії вимірювальних засобів.

2.4.4 Способи розрахунку коефіцієнтів навантаження для окремих елементів схеми приведені в [13]. В загальному випадку коефіцієнт навантаження можливо визначити:

$$K_n = \frac{X_p}{X_{ном}}$$

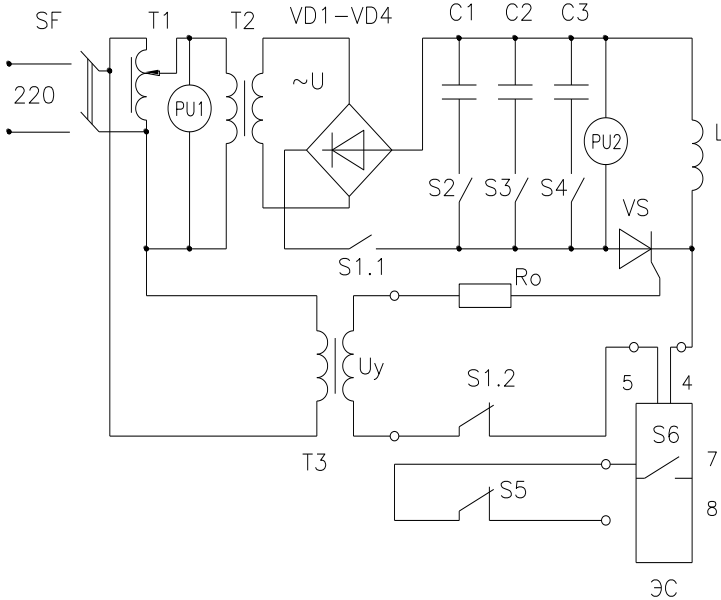


Рисунок 2.1 – Схема живлення ІДМ

де X_p , $X_{ном}$ – відповідно робоче та номінальне значення визначального параметра.

Інтенсивність відмов для нормальних умов експлуатації λ_0 ($\theta = 20^\circ\text{C}$, $K_n = 1,0$) визначається згідно з довідковою літературою [10, 11, 12]. Інтенсивність відмов з урахуванням того чи іншого режиму роботи:

$$\lambda_i = \lambda_0 K_i,$$

де K_i – поправковий коефіцієнт, який враховує вплив діючих чинників (температура, вологість, електричне та механічне навантаження та ін.) [10, 11].

Еквівалентна інтенсивність відмов з урахуванням вище означеного:

$$\lambda_{ек} = \frac{\lambda_p t_p + \lambda_n t_n}{t_p + t_n},$$

де t_n , t_p - час дії відповідно режимів навантаження та паузи (відсутності навантаження).

Отримані початкові дані оформлюються у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати вимірювань

Тип елементів	Позначення	Кількість	Λ_0 , 1/год.	K_n	Λ_n , 1/год.	Λ_p , 1/год.	Λ_c

2.4.5 Розрахунок надійності необхідно здійснити за допомогою ПК. Інструкція користувача та необхідні довідкові матеріали приведені у [15].

2.4.6 Побудувати функцію надійності та зробити висновки відносно термінів технічного обслуговування, ремонту та заміни обладнання.

2.5 Контрольні питання

2.5.1 Дати визначення основних показників надійності.

2.5.2 Привести алгоритм розрахунку надійності.

2.5.3 Пояснити принцип дії основних функційних блоків схеми живлення індукційно – динамічного приводу.

2.5.4 Привести класифікацію відмов.

2.5.5 Охарактеризувати поняття визначаючого параметра.

2.5.6 Що таке коефіцієнт навантаження?

2.5.7 Привести засоби вимірювання великих струмів.

2.5.8 Привести алгоритм визначення інтенсивності відмов для елемента, який працює у декількох режимах.

2.5.9 Що таке закон розподілу часу напрацювання до відмови?

2.5.10 Пояснити фізику процесів відмов окремих елементів досліджуваної схеми.

2.6 Тривалість лабораторної роботи

Тривалість лабораторної роботи складає 6 годин, а саме: 4 години – аудиторна робота, 2 години – самостійна робота.

Лабораторна робота №3

ВИПРОБУВАННЯ ТА ДІАГНОСТИКА ВАКУУМНОГО ВИМИКАЧА

3.1 Мета роботи

Дана робота має мету вивчити конструкцію та особливості роботи основних функційних блоків вакуумного вимикача, а також виконати комплекс процедур діагностування для виявлення характерних відмов, які можуть мати місце під час налагодження та в процесі експлуатації.

3.2 предмет дослідження

Конструкція, основні характеристики та особливості експлуатації вакуумного модульного контактора типу КВМ-10-5/400 У2.1 приведені у [7]. Принципова схема підключення вакуумного контактора показана на рисунку 3.1. Виводи основних елементів схеми розташовані на чільній панелі стенду. Для виконання роботи з цих елементів необхідно зібрати робочу схему рисунку 3.1 та випробувати її роботу, забезпечивши номінальні параметри живлячих напруг.

Перед тим, як подавати напругу у зібрану схему, треба переконатися, що перемикачі “Відмови – 1-9”, розташовані на чільній панелі блоку живлення, знаходяться у верхньому положенні.

Випрямляючий міст в силовому ланцюгу контактора збирається з елементів, розташованих на панелі стенду, а струм в ланцюзі контролюється за допомогою РА2. Міст змонтований в корпусі контактора, а його виводи знаходяться на блоці живлення стенду.

Відмови, які можуть зустрічатися під час налагоджування та в процесі експлуатації, запроваджуються в схему за допомогою вмикання по черзі перемикачів “Відмови – 1-9” (у нижньому положенні).

При цьому можуть імітуватися такі відмови:

- залипання (зварювання) контактів геркона в ланцюзі сигналізації вмикання;
- перегорання сигнальної лампи в ланцюзі вмикання вимикача;

- “обрив” діоду моста ланцюга керування контактором;
- “обрив” котушки електромагніта керування контактором;
- “обрив” живлення ланцюга керування контактором;
- “підгортання” головного контакту контактора;
- коротке замикання в ланцюзі головних контактів;
- “обрив” проводу в ланцюзі сигналізації вмикання;
- відмова кнопки дистанційного вмикання контактора.

3.3 Завдання

3.3.1 Ознайомитись з принципом дії контактора, особливостями функціонування схеми та окремих елементів.

3.3.2 Зібрати схему згідно рисунка 3.1, обрати та встановити робочі параметри схеми та випробувати її роботу.

3.3.3 Вмиканням по черзі вмикачів з групи “Відмови – 1-9” (завдається викладачем) уводити відповідні несправності в робочу схему та визначити їх характер і причини виникнення.

3.3.4 Зробити висновки за результатами експериментів.

3.4 Методичні вказівки

3.4.1 Загальні відомості для виконання пункту 3.3.1 приведені в [7,8].

3.4.2 Схема контактора збирається з елементів, розташованих на чільній панелі стенду. Номінальні параметри схеми вказані на рисунку 3.1.

3.4.3 Перед тим, як проводити за допомогою перемикачів “Відмови 1-9” будь-яку несправність, треба попередньо виконати 2-3 цикли спрацьовування контактора і зафіксувати основні робочі перемерти, а також поведінку індикаторів схеми керування. Після цього вмикається (у нижнє положення) один з перемикачів “Відмови 1-9” та здійснюється контрольний цикл спрацьовування контактора (цикл вмикання - вимикання). При цьому фіксуються основні робочі параметри, виявляються відхилення від норми і за допомогою комбінованого приладу Ц4341 виявляється несправність.

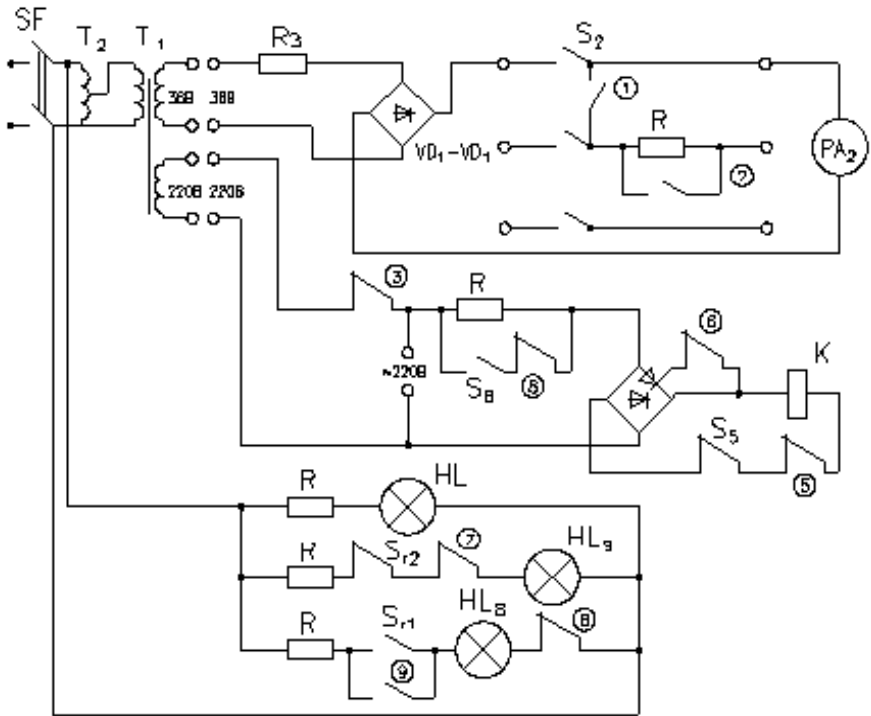


Рисунок 3.1 – Схема принципова вмикання тиристора

Для зручності пошуку несправностей та локалізації процедур діагностування усю електричну схему рисунку 3.1 зручно поділити на три складові частини:

- силовий ланцюг контактора (блок 2);
- ланцюг керування;
- ланцюг сигналізації.

Виявляється несправний блок та за допомогою відповідних процедур діагностування, що виконуються за допомогою комбінованого приладу Ц4341, встановлюється причина відмови. Процедури діагностування зручно проводити, починаючи від джерела живлення схеми.

3.5 Контрольні запитання

3.5.1 Простежити та вказати ланцюг протікання струму в схемах окремих блоків контактора.

3.5.2 Приведіть осцилограму струму в однофазному ланцюзі моста у випадку обриву одного з плечей моста (рисунок 3.1). Чому при цьому не спрацьовує привод?

3.5.3 Як виміряти величину струму в ланцюзі головних контакторів за допомогою цифрового вольтметра? Що для цього потрібно?

3.5.4 Чому в процесі роботи вакуумного контактора в комутуємому ланцюзі виникають перенапруги?

3.5.5 Поясніть графічно фізику процесу виникнення комутаційних перенапруг.

3.5.6 Як можна виявити відмови типу “виткове замикання” в котушці електромагніта?

3.6 Тривалість лабораторної роботи

Тривалість лабораторної роботи складає 6 годин, а саме: 4 години – аудиторна робота, 2 години – самостійна робота.

Лабораторна робота №4

РОЗРОБКА ТА ВИПРОБУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТРАНСФОРМАТОРА СТРУМУ

4.1 Мета роботи

Дана лабораторна робота має мету ознайомитись з комплексом діагностичних процедур і застосуванням при цьому обладнання для виявлення характерних відмов, котрі мають місце у процесі наладки і експлуатації вимірювального трансформатора струму або аналогічних вимірювальних і контрольних систем.

4.2 Предмет дослідження

Призначення, основні параметри, конструкція та принцип дії досліджуваного трансформатора струму приведені у [9].

Одним із заходів підвищення надійності складних електротехнічних систем у процесі експлуатації є технічне діагностування (ТД) – процес визначення технічного стану на різних етапах експлуатації.

ТД призвана розв'язувати такі основні задачі:

- перевірка справності (працездатності) контрольного мого об'єкта;
- визначення вірності функціонування апарата у цілому та його окремих вузлів;

- пошук несправностей.

Засіб діагностування полягає у подачі на входи функціональних вузлів різних комбінацій дій, при яких значення сигналів на виході будуть різними для справного та несправного становища контрольного мого об'єкта. Діагностична процедура складається з окремих частин. Кожна частина впливає на об'єкт і характеризується оберненою реакцією і має назву елементарна перевірка або тест.

Вибір типу діагностичної процедури визначається наступними чинниками:

- глибиною пошуку дефектів, які залежать від числа давачів і набору текстових сигналів;

- організацією процесу діагностування (поелементна, поблочна і т. д.).

Діагностичні процедури можна розділити на два типи:

- умовні, коли контролюється кожне становище об'єкта з урахуванням попередніх перевірок. Цей тип процедур відрізняється підвищеною складністю їх організації;

- безумовні, коли контролюється багато нерозпізнаваних становищ без адресного вказання відданого елемента. Цей тип відрізняється більш простою організацією і характерний для блочних конструкцій апаратів.

Процедура діагностування являє собою певну послідовність операцій, які завдаються у вигляді алгоритму.

Розрізняють два види алгоритмів діагностування:

- перевіряючі, служать для перевірки вірності функціонування апарату, відповідності електричних режимів ланцюга та параметрів

окремих елементів їх розрахунковим (паспортним) значенням. Застосовуються для виявлення як раптових, так і параметричних відмов;

- діагностуючі, призначені для того, щоб розрізнити можливі стани апарату експлуатації (вихід зі строю резерву і т. д.).

При побудові алгоритму діагностування потрібно керуватися такими положеннями:

- вибір тестових сигналів і контрольних точок повинен забезпечити мінімальну ємність алгоритму;

- необхідно намагатися використовувати в якості реакції напруг, що дозволить забезпечити відсутність вбудованих датчиків струму;

- датчик струму встановлюється так, щоб струм джерела тестового сигналу повністю або частково протікав через діагностуємий елемент або паралельно діагностуючому були ввімкнені тільки несправні елементи;

- при виборі перевірок для тиристорних ланцюгів застосовуються імпульсні тестові сигнали, що забезпечує природну комутацію тиристорів та дозволяє використовувати один генератор для анодної та управляючої напруг;

- для елементів, які мають три можливих стани – справне, пробій та обрив, для одержання діагнозу необхідно мінімум дві перевірки. Їх проведення рекомендується у такій послідовності: виявлення пробою, виявлення обриву, що мінімізує кількість перевірок.

4.3 Завдання

4.3.1 Ознайомитись з принципом дії досліджуваної схеми і вибрати необхідні типи діагностичних процедур для виявлення можливих видів відмов досліджуваної схеми.

4.3.2 Вибрати типи давачів і настроїти їх вихідні параметри. Зняти вихідну характеристику давача - перетворювача струму і напруга (по завданню викладача).

4.3.3 Розробити схему діагностики і порівняти з запропонованою у лабораторній роботі схемою рисунка 4.1. При необхідності внести поправки робочої схеми.

4.3.4 Зібрати схему діагностики і перевірити їх роботу за допомогою введення відповідних типів відмов. Визначити тип відмови і перевірити результат за допомогою світлової сигналізації.

4.3.5 Зробити висновок за результатами роботи.

4.3.6 Розробити схему електротехнічного пристрою за вказівкою викладача.

4.4 Методичні вказівки

4.4.1 Загальні відомості для виконання пункту 4.3.1 приведені у [2]. Об'єктом діагностики є елемент схеми розподільчого пристрою високої напруги (РП), який вміщує в себе струмопровід і встановлений на ньому трансформатор струму, який має дві обмотки – вимірювальну (клас 0.5) і для релейного захисту (рисунок 4.1).

Розробляема система діагностування повинна виділяти три види відмов РП:

- відсутність живлення;
- обрив первинної обмотки у межах РП;
- обрив ланцюга вторинної обмотки.

При виборі діагностичних процедур слід використовувати вимірювальне обладнання, яке розміщене на чільній панелі стенду (реле струму та напруги, вимірювальні шунти, вимірювальні прилади, осцилограф і т. д.).

4.4.2 Для вказаного викладачем давача – перетворювача визначити його основні параметри, технічні характеристики і межі вимірювань. Зняти вихідну характеристику. Результати вимірювань порівняти з паспортними даними.

4.4.3 Зібрати на чільній панелі лабораторного стенду розроблений на основі існуючого обладнання варіант робочої схеми діагностики. Перевірити працездатність світлової сигналізації.

4.4.4 Перераховані вище типи відмов схеми РП вводяться шляхом почергового вмикання. За допомогою комбінованого приладу або осцилографа виявляється тип відмови. Світлова сигналізація вмикається за допомогою вимикача.

4.5 Контрольні запитання

4.5.1 Призначення трансформатору струму.

4.5.2 Які основні задачі розв'язує технічна діагностика?

4.5.3 Що таке діагностична процедура? Наведіть приклад.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Петин О. В., Щербаков Е.Ф. Испытания электрических аппаратов. - М.: Высшая школа, 1985. - 215 с.
- 2 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. - М.: Энергоатомиздат, 1986.– 432 с.
- 3 Регуляторы напряжений серии РН.- ЗПО "Преобразователь". 1981.- 60 с.
- 4 Электрический справочник /в 3-х томах/. Под общей редакцией И.Н. Орлова - 6-е изд. исп. и доп. - М.: Энергия, 1980.
- 5 Чунихин А.А., Жаворонков М.А.- Аппараты высокого напряжения. - М.: Энергоатомиздат, 1985.- 432 с.
- 6 Преобразовательная техника. Руденко В.С., Сенько В.И., Чиженко И.М. – К.: Высш. школа , 1987. - 427 с.
- 7 Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу Апарати високої напруги. Укл. Афанасьєв О.І.,ЗНТУ, 2015.- 25с.
- 8 Электрические аппараты высокого напряжения/. Под ред. Г. Н. Александрова. -Л.: Энергоатомиздат. 1989. - 344с.
- 9 Афанасьев В. В. Трансформаторы тока. - Л.: Энергоатомиздат,1989.- 416 с.
- 10 Теория надежности радиоэлектронных схем в примерах и задачах /. Под ред. Г.В. Дружинина.- М.: Энергия , 1976.- 448с.
- 11 Гук Ю. Б. Анализ надежности электроэнергетических установок , Л.: Энергоатомиздат , 1988.-246с.
- 12 Трифонов В. В. Надійність пристроїв промислової електроніки. - К.: Либідь , 1993.-64с.
- 13 Оцінка надійності електричних апаратів з використанням ПК. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування для студентів спеціальності 8.05070201"Електричні та електронні апарати" всіх форм навчання / Укл. О.І. Афанасьєв, - Запоріжжя : ЗНТУ ,2015.- 16 с.
- 14 Дружинин Г. В. Надежность автоматизированных систем. М.: Энергия , 1976.- 448с.