

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА
ПОЛІТЕХНІКА»**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з вивчення дисципліни
«Електричні апарати високої напруги»
для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка усіх форм навчання
Частина 2

2020

Методичні вказівки до самостійної роботи з вивчення дисципліни “Електричні апарати високої напруги” для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка усіх форм навчання Частина 2 / Укл.: О.І. Афанасьєв, В. В. Василевський, – м. Запоріжжя, НУ «Запорізька політехніка», 2020 р. – 18с.

Укладачі: О.І. Афанасьєв, доцент, к.т.н.
В. В. Василевський, ст. викладач, к.т.н.

Рецензент: М.О. Поляков, професор, к.т.н.

Відповідальний за випуск: В. В. Василевський, ст. викладач, к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри
“Електричні і електронні апарати”.
Протокол № 5
від 27 січня 2020 р.

Рекомендовано до видання
НМК ЕТФ.
Протокол №7
від 20 лютого 2020 р.

ЗМІСТ

1. Програма курсу «Електричні апарати високої напруги».....	4
1.1 Вступ.....	4
1.2 Контактно–напівпровідникові (гібридні) вимикачі.....	5
1.3 Синхронні вимикачі.....	5
1.4 Пристрої РПН.....	5
1.5 Комплектний розподільчий пристрій.....	6
1.6 Вимірювальні трансформатори струму.....	6
1.7 Вимірювальні трансформатори напруги.....	7
1.8 Електричні апарати керування режимом електропередач.....	7
1.9 Старіння та руйнування матеріалів та комплектуючих елементів АВН. Статистика відмов.....	8
1.10 Комплектний екранований струмопровід.....	8
2 Контрольні питання.....	9
2.1 Вступ.....	9
2.2 Контактно–напівпровідникові (гібридні) вимикачі.....	9
2.3 Синхронні вимикачі.....	9
2.4 Пристрої РПН.....	10
2.5 Комплектно–розподільчі пристрої.....	10
2.6 Вимірювальні трансформатори струму.....	11
2.7 Вимірювальні трансформатори напруги.....	11
2.8 Електричні апарати керування режимом електропередач.....	12
2.9 Старіння та руйнування матеріалів та комплектуючих елементів АВН. Статистика відмов.....	12
2.10 Комплектний екранований струмопровід.....	13
3. Задачі по курсу ЕАВН.....	13
3.1 Задача №1.....	13
3.2 Задача №2.....	15
4. Методичні вказівки до вивчення курсу та виконання завдань.....	16
4.1 Задача №1.....	16
4.2 Задача №2.....	17
Перелік посилань.....	19

1 ПРОГРАМА КУРСУ “ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ ВИСОКОЇ НАПРУГИ”

У курсі вивчається група апаратів, які використовуються в загальнопромислових та спеціальних установках для розподілення та регулювання електроенергії у системах високої напруги і є продовженням попереднього курсу “Апарати високої напруги”.

Основна мета – вивчення принципів роботи розглядаємих апаратів, а також фізичних процесів та закономірностей, які відбуваються при їх роботі.

Задача вивчення курсу – навчити студентів розрахунковому дослідженню, проектуванню електричних апаратів з використанням ПК, а також подальший розвиток творчого підходу до інженерної діяльності.

Після закінчення вивчення курсу студент повинен знати:

- принципи дії, основні вузли, параметри та характеристики вивчаємих апаратів;
- фізичні принципи та основні закономірності, які мають місце у тому чи іншому апараті чи його вузлі;
- математичні співвідношення для розрахунку параметрів окремих елементів та вузлів апаратів;
- основні вимоги, які пред’являються до діючих систем ЕА існуючими ДСТУ;
- шляхи удосконалення конструкцій;
- вміти спроектувати струмоведучий контур, електричну ізоляцію та включити апарат в електричну мережу.

1.1 Вступ

Мета та задачі курсу. Призначення та особливості роботи енергосистем, вимоги до тих чи інших груп апаратів. Роль в підвищенні надійності функціонування електричних мереж. Питання охорони праці при роботі з високою напругою.

Необхідно уявити застосування електричних апаратів в мережах високої напруги, їх особливості, перспективні напрямки їх створення, взаємозв’язок з надійністю та якістю.

Література:[1] вступ, [4] гл.1, [7] вступ, гл.1[8] гл.1.

1.2 Контактно–напівпровідникові (гібридні) вимикачі

Принцип дії гібридного вимикача. Особливості режиму роботи тиристорів. Обрання тиристорів з урахуванням особливостей праці. Безконтактні високовольтні вимикачі. Перспективи розвитку гібридних вимикачів.

При вивченні цієї теми, важливо знати принцип дії та особливості функціонування окремих елементів вимикача з обліком фізики протікаючих процесів; звернути увагу на обрання типу і схеми з'єднання напівпровідникових приладів блока комутації залежно від параметрів схеми та умов комутації.

Література:[4] гл.8, [6] гл.7.

1.3 Синхронні вимикачі

Негативні явища при вимиканні електричного кола, їх кількісна оцінка, зв'язок між експлуатаційними та економічними чинниками. Контактні та гібридні системи синхронних вимикачів. Конструкції, принцип дії, основні характеристики. Перспективи розвитку синхронних вимикачів.

Необхідно уявити собі фізику процесів, які протікають у міжконтактному проміжку та їх вплив на експлуатаційні характеристики вимикачів; вміти провести зрівняльну характеристику у кількісному відношенні та негативних чинників використання синхронних вимикачів; знати принципи створення синхронних вимикачів.

Література:[4] гл.7, [6] гл.7

1.4 Пристрої РПН

Засоби регулювання напруги. Призначення та різновиди пристроїв РПН. Основні параметри. Принцип дії, особливості та конструкції обирача та контактора. Спеціальні схеми РПН, призначення, особливості використання. Конструктивні особливості

складаючих систем окремих різновидів пристроїв РПН. Контактно-напівпровідникові конструкції. Перспективи розвитку пристроїв РПН.

Необхідно уявити особливості процесів, протікаючих при спрацьовуванні контактної частини пристрою та особливостей схемних рішень; вміти обирати необхідні конструктивні рішення в залежності від співвідношення параметрів та особистості експлуатації; знати призначення та конструктивні особливості окремих функційних вузлів та приводу пристрою РПН.

Література:[9].

1.5 Комплектний розподільчий пристрій

Призначення та класифікація КРП, шафи внутрішнього та зовнішнього розміщення. Склад комірок, структура головних та допоміжних кіл КРП. Характеристика комплектуючого обладнання.

Призначення та класифікація КРПЕ. Конструкція КРПЕ, структура та конструкція окремих комплектуючих модулів.

Необхідно знати принцип дії та конструкцію апаратів, які входять до структури КРП, вміти обрати необхідний тип апарату з урахуванням співвідношення головних параметрів. Для пристрою КРПЕ необхідно вміти скласти будь – яку електричну схему зі стандартних модулів та побудувати конструктивну схему пристрою.

Література: [1] гл. 13, [5] гл. 9; [6] гл. 13; [7,8]

1.6 Вимірювальні трансформатори струму

Повітряні трансформатори струму (ТС). Принцип дії, особливості конструкції та галузь використання. Оптико–електронні ТС, засоби, які використовуються при модуляції світлового сигналу. Оптичні канали зв'язку. Вимірювальні трансформатори постійного струму. Каскадні ТС.

Необхідно знати принцип дії вимірювальних ТС та уявляти собі фізику процесів, які відбуваються як у електричних, так і у магнітних та оптичних колах; мати уявлення о процесі вимірювання і вплив різних чинників на похибку ТС; необхідно знати напрямки

поліпшення технічних та економічних показників, вивчити конструктивні особливості ТС та їх основних вузлів.

Література: [1] гл. 9, [2], [4] гл. 9; [6] гл. 9

1.7 Вимірювальні трансформатори напруги

Каскадні трансформатори напруги (ТН), електрична схема, особливості конструкції. Конденсаторні ТН, трансформатори постійної напруги, принцип дії, елементна база.

Оптико – електронні ТН, види та особливості первинних давачів.

Необхідно знати принцип дії вимірювальних ТН та уявляти собі фізику процесів у електричних, магнітних та оптичних колах, вміти пояснити процес вимірювання і вплив різних чинників на похибку ТН, необхідно уявляти напрямки покращення технічних та економічних показників, конструктивні особливості ТН та їх головних вузлів.

Література:[1] гл.10, [3], [5] гл.7, [6] гл. 9,[4] гл. 9.

1.8 Електричні апарати керування режимом електропередач

Реактори енергетичного призначення, класифікація, основні параметри та характеристики. Шунтуючі реактори, призначення та різновиди. Нерегулюємі, керуємі та насичуючі реактори. Особливості, напрямки використання. Системи статичної компенсації реактивної потужності та їх структура. Заземлюючі реактори, параметри та конструкції. Реактори з нелінійною вольт–амперною характеристикою (ВАХ).

Особливу увагу треба звернути на фізику процесів, які протікають при роботі реакторів, а також на особливості використання тій чи іншій системи. Важливо уявляти собі переваги та енергосистеми; уявляти собі основні характеристики та способи керування.

Література:[6] гл.11.

1.9 Старіння та руйнування матеріалів та комплектуючих елементів АВН. Статистика відмов

Статистика відмов основних видів АВН та засоби підвищення надійності. Старіння та руйнування матеріалів комплектуючих елементів під впливом експлуатаційних чинників. Фізика процесів, коефіцієнти та параметри, які їх характеризують, способи їх аналітичної оцінки. Засоби урахування при визначенні надійності та довговічності.

Необхідно уявляти собі співвідношення відмов по окремим комплектуючим елементам з урахуванням умов експлуатації. Знати фізику процесів старіння під впливом експлуатаційних чинників та їх взаємодію, вміти обрати основні для подальшого визначення їх числових значень. Орієнтуватись в науково-технічній літературі для обрання потрібної методики підготовки початкових даних для розрахунку надійності.

Література:[4] гл.11, [8] гл.4, [10] гл.1,2.

1.10 Комплектний екранований струмопровід

Використання та класифікація струмопроводів, головні вимоги. Пофазно – екранований струмопровід, особливості конструкції та комплектуючих елементів. Структура та особливості монтажних блоків та секцій. Конструкції струмопроводів власних потреб, види та особливості окремих елементів траси.

Необхідно уявити особливості функціонування окремих елементів та негативні чинники, які мають місце у процесі експлуатації; вміти провести формування траси струмопроводу з урахуванням конкретних умов завдання на проектування та конструктивних особливостей окремих елементів.

Література: [11] роз. 5.9; [12]

2 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

2.1 Вступ

2.1.1 Призначення та роль комутаційних апаратів.

2.1.2 Основні напрямки розвитку гібридних та синхронних вимикачів

2.1.3 Основні напрямки розвитку вимірювальних апаратів

2.1.4 Основні напрямки розвитку КРП.

2.1.5 Питання охорони праці в процесі експлуатації КРПЕ

2.2 Контактно–напівпровідникові (гібридні) вимикачі

2.2.1 Принцип дії, функціональна та електрична схема, перевага та недоліки гібридного вимикача.

2.2.2 Пояснити процес комутації кола змінного струму в умовах активно–індуктивного навантаження.

2.2.3 Обрання схеми вмикання та параметрів напівпровідникових приладів, аналіз чинників, які впливають на цей процес.

2.2.4 Привести схему та стислий аналіз комплектуючих елементів трифазної схеми гібридного вимикача.

2.2.5 Привести конструкцію і стислий аналіз елементів тиристорного модуля.

2.2.6 Привести приклад і пояснити особливості системи керування гібридним вимикачем змінного струму.

2.2.7 Привести схему і діаграму її праці для вимикача постійного струму.

2.3 Синхронні вимикачі

2.3.1 Переваги та недоліки синхронних вимикачів (СВ). Перспективи розвитку.

2.3.2 Конструкція, принцип дії та аналіз комплектуючих елементів СВ.

2.3.3 Системи керування СВ, їх стислий аналіз.

2.3.4 За допомогою осцилограми пояснить процеси, які мають місце при вимиканні електричного кола за допомогою СВ.

2.3.5 Привести зрівняльну характеристику вакуумного та СВ за основними параметрами.

2.4 Пристрій РПН

2.4.1 Способи регулювання напруги в електричних мережах. Пристрій РПН. Основні параметри.

2.4.2 Реакторні та резисторні пристрої РПН, їх зрівняльна характеристика.

2.4.3 Обирачі. Призначення, конструкції, аналіз комплектуючих елементів.

2.4.4 Контактори. Призначення, конструкції, аналіз комплектуючих елементів.

2.4.5 Спеціальні схеми пристроїв РПН. Призначення, різновиди.

2.4.6 Пристрій типу РНГА. Принцип дії, особливості праці окремих елементів.

2.4.7 Кінематична та електрична схема пристрою РПН. Принцип дії.

2.4.8 Ізоляційні конструкції, які використовуються у пристроях РПН.

2.4.9 Види контактів та їх особливості.

2.4.10 Механізм швидкодії, структура, принцип дії, елементна база.

2.5 Комплектно–розподільчі пристрої

2.5.1 Призначення та класифікація пристроїв КРП.

2.5.2 Структура комірки КРП та характеристика обладнання, що використовується.

2.5.3 Апаратура головних кіл комірки КРП. Вимоги, правила обрання.

2.5.4 Правила та методика обрання струмоведучого контуру КРП.

2.5.5 Правила та методика розрахунку ізоляційної системи КРП.

2.5.6 Зрівняльна характеристика КРП з твердою, рідкою та газовою ізоляцією.

2.5.7 Призначення та класифікація КРП з елегазовою ізоляцією (КРПЕ).

2.5.8 Конструкція та структура КРПЕ на 110 кВ.

2.5.9 Вимикач та збірні шини КРПЕ. Структура, принцип дії.

2.5.10 Роз'єднувач та короткозамикач КРПЕ. Структура, принцип дії.

2.5.11 Вимірювальні трансформатори КРПЕ. Структура, принцип дії.

2.5.12 Вводи та оболонки КРПЕ. Особливості структури.

2.6 Вимірювальні трансформатори струму

2.6.1 Повітряні трансформатори струму (ТС), структура, процес вимірювання.

2.6.2 Оптико – електронні ТС.

2.6.3 Трансформатори постійного струму.

2.6.4 Каскадні ТС. Особливості конструкції в залежності від класу напруги.

2.6.5 Оптичні канали зв'язку. Принцип дії, конструкції, різновиди.

2.6.6 Конструкції ТС та перспективи їх розвитку.

2.7 Вимірювальні трансформатори напруги

2.7.1 Каскадні трансформатори напруги (ТН). Особливості конструкції на різні класи напруги.

2.7.2 Схеми конструкції та особливості праці ТН.

2.7.3 Конденсаторні ТН; їх особливості та фізика процесів.

2.7.4 Дільники напруги у конденсаторних ТН. Особливості та методика розрахунку.

2.7.5 Принцип дії та особливості праці трансформаторів постійної напруги.

2.7.6 Оптико–електронні ТН. Принцип дії та структура вимірювального перетворювача.

2.7.7 Екрани, їх призначення, види та принцип дії у конструкціях ТН.

2.7.8 Різновиди та особливості праці перетворювачів, які живляються в конструкціях оптико – електронних ТН.

2.8 Електричні апарати керування режимом електропередач

2.8.1 Класифікація, основні параметри та характеристики реакторів.

2.8.2 Шунтуючі реактори. Призначення, різновиди, використання.

2.8.3 Схеми статичної компенсації реактивної потужності. Призначення, різновиди, використання.

2.8.4 заземлюючі реактори. Принцип дії. Особливості, використання.

2.8.5 Реактори з нелінійною та лінійною вольт–амперними характеристиками.

2.8.6 Реактори з родиною ВАХ.

2.8.7 Тиристорно – керуємі реактори, основні характеристики, особливості експлуатації.

2.8.8 Реактивна енергія у силових електричних колах. Призначення, засоби регулювання.

2.9 Старіння та руйнування матеріалів та комплектуючих елементів АВН. Статистика відмов.

2.9.1 Зробити зрівняльний аналіз основних видів відмов комутаційної апаратури високої напруги (у вигляді таблиці) та привести засоби по підвищенню її працездатності.

2.9.2 Зробити зрівняльний аналіз основних видів вимірювальної апаратури високої напруги (у вигляді таблиці) та привести засоби по підвищенню її працездатності.

2.9.3 Фізика відмов та способи оцінки коефіцієнтів навантаження для характеристик комплектуючих АВН (ізолятори, обмотки, котушки, контакти, резистори). Засоби підвищення надійності.

2.9.4 Фізика відмов та способи оцінки коефіцієнтів навантаження електронної частини АВН (конденсатори, тиристори, транзистори, мікросхеми та ін.). Засоби підвищення надійності.

2.10 Комплектний екранований струмопровід

2.10.1 Класифікація та головні вимоги до струмопроводів.

2.10.2 Які особливості присутні конструкції оболонки пофазноекранованого струмопроводу.

2.10.3 Опорний ізолятор у пофазноекранованому струмопроводі, особливості конструкції та встановлення.

2.10.4 Комплектує обладнання головних кіл струмопроводу типу ТЕНС – 20.

2.10.5 Привести та пояснити схему підключення трансформатора напруги.

2.10.6 Привести розріз струмопроводу власних потреб та пояснити обладнання в ньому.

2.10.7 Пояснити конструкцію опорно – компенсаційного елемента струмопроводу.

3 ЗАДАЧІ ПО КУРСУ ЕАВН

3.1 Задача №1.

Розрахувати загальне механічне навантаження, яке діє на електричний апарат під впливом чинників оточуючого середовища та електричного навантаження. Початкові дані приведені у таблиці 3.1 для видів апаратів: Р – роз'єднувачі; В – відокремлювачі; К – короткозамикачі; З – заземлювачі; ВМ – вимикачі; ТС – трансформатори струму; ТН – трансформатори напруги; РВ – розрядники.

Таблиця 3.1– Початкові дані задачі

№	Тип апарату	Вид апарату	Наявність гололеду, мм	Довжина шин, проводу АС, м	Сила вітру, м/с	Напрямок вітру відносно осі
1	РНДЗ-35/2000ХЛІ	Р	20	5	11	Уздовж
2	РНДЗ-110/1000У1	Р	18	6	16	450
3	РНДЗ-220/3200У1	Р	16	7	20	Поперек
4	РНДЗ-330/3200У1	Р	–	8	35	300
5	РНДЗ-500/3200ХЛІ	Р	14	9	21	Уздовж
6	РНВЗ-750/4000У1	Р	–	10	33	400
7	РПД-500/3200У1	Р	12	12	25	Поперек
8	РТЗ-1-1150/4000У1	Р	10	11	12	150
9	ОД(З)-35/630У1	В	–	11	43	Уздовж
10	ОД-220/1000У1	В	8	10	38	Поперек
11	КРН-35У1	К	–	9	26	Уздовж
12	КЗ-220У1	К	6	8	29	450
13	ЗОН-110У1	З	–	7	48	Уздовж
14	ЗР-500УХЛІ	З	4	16	20	Поперек
15	У-100-2000У1	ВМ	–	15	32	350
16	ВВ-500-2000	ВМ	5	16	16	Уздовж
17	ВВБК-220Б-3150	ВМ	–	13	18	Поперек
18	ВНВ-500Б-4000	ВМ	7	18	32	250
19	ТФЗМ 150-1200	ТС	–	17	37	Поперек
20	ТФЗМ 500-2000	ТС	9	14	33	Уздовж
21	ТФЗМ 750-3000	ТС	–	19	27	400
22	НКФ 500	ТН	11	12	18	Поперек
23	НТП 400	ТН	–	13	23	Уздовж
24	РВМГ 220	РВ	13	14	24	150
25	ТФУМ 330-2000	ТС	12	13	13	Уздовж
26	НОМ-35	ТН	–	12	42	Поперек

3.2 Задача №2

Розробити систему діагностування електричного апарату згідно таблиці 3.2. Обрати необхідні давачи, перетворювачі та розробити систему індикації. Розрахувати основні ізоляційні проміжки з урахуванням умов експлуатації.

Таблиця 3.2 – Типи електричних апаратів для задачі №2

Номер варі-анта	Тип апарату
1	Маломасляний вимикач
2	Камірка КРП типу КМ-1
3	Роз'єднувач типу РВ-35/1000ХЛ1
4	Відокремлювач типу ОД-150/1000У1
5	Короткозамикач типу КЗ-220У1
6	Заземлювач типу ЗР-35У3
7	Електродвигунний привід роз'єднувача типу ПДМ
8	Баківий масляний вимикач типу У-110-2000
9	Повітряний вимикач типу ВВБ-110/2000
10	Вакуумний вимикач типу ВВС-20/1600
11	Електромагнітний вимикач типу ВСМ-10/1250
12	Трансформатор струму типа ТФЗМ 150
13	Трансформатор напруги типу НОМ-35
14	Трансформатор напруги типу НДЕ-500
15	Трансформатор постійного струму типу НІПТ 400
16	Отрумообмежуючий реактор тороїдального типу РОД-3000/35
17	Малонаповнений ввод типу ГМВБ-15-110/2000
18	Розрядник вентільний типу РВМА-66 Т1
19	Обмежувач перенапруг типу ОПН-150 У1
20	Контактно-напівпровідниковий вимикач $U_n = 35$ кВ

Продовження табл. 3.2

21	Електрогазовий компресійний вимикач $U_n = 110$ кВ
22	Вихлопний запобіжник типу ПС–110 У1
23	Тиристорний регулювач високої напруги $U_n = 6$ кВ
24	Пристрій РПН типу РНТА–35/125. Силова частина.
25	Пристрій РПН типу РНТА–35/125. Шафа керування.
26	Вимикач навантаження типу ВНР–10/400
27	Маломасляний вимикач типу ВК–10/1600

4 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ КУРСУ ТА ВИКОНАННЯ ЗАДАЧ

4.1 Задача №1

Для рішення задачі №1 необхідні матеріали приведені у [1,4,5]. Методика розрахунку та необхідні довідкові матеріали приведені у [5]. Розрахунок здійснюється у наступній послідовності.

Виконується ескіз апарату с позначенням основних функційних вузлів. При цьому студент повинен знати принцип дії апарату, його структуру, особливості комплектуючих елементів. До цього ж необхідно розробити систему підключення апарату до збірних шин розподільчого пристрою, розрахувати площу зрізу та обрати тип з'єднуючих проводів.

В залежності від типу апарату та категорії розміщення визначаються види навантажень діючих на нього. В загальному випадку на апарат можуть діяти слідуючі навантаження:

- тяжіння підводящих проводів;
- тиск вітру на поверхню апарата, з урахуванням ожеледиці або без нього;
- електродинамічні сили, які виникають при короткому замиканні;
- сила особистої ваги;

Навантаження від тяжіння проводів залежить від довжини та площі зрізу проводів. Останнє вивчається з урахуванням номінального

струму апарату. Реальне навантаження не повинно перевищувати припустиме [5].

Навантаження, що створюється тиском вітру на поверхню апарату визначається для збігу даних, які приведені у таблиці 3.1, згідно варіанту завдання. Необхідні геометричні розміри та коефіцієнти обираються на основі [5,11]. Для

розрахунку навантаження, яке створюється електродинамічними силами при проходженні струму короткого замикання, необхідно скласти розрахункову модель з урахуванням геометрії та розмірів струмоведучого контуру та підводячих проводів

Для визначення сумарного розрахункового навантаження будується план діючих сил, згідно якого виконуються необхідні розрахунки.

Визначаються згинаючі напруження, які виникають під впливом найбільшого розрахункового навантаження у небезпечному зрізі опорної ізоляційної конструкції.

4.2 Задача №2

Виконання задачі №2 необхідно проводити в наступній послідовності.

Виконати ескіз з позначенням та стислою характеристикою окремих елементів [1,2,3,5,6,7]. При цьому необхідно обрати та позначити на ескізі основні ізоляційні проміжки, які повинні вміщувати (по узгодженню з викладачем):

- газовий проміжок;
- проміжок у трансформаторному маслі;
- проміжок поверхні твердої ізоляції в газі на трансформаторному маслі;
- крізь товщу ізоляції;
- крізь вакуумну ізоляцію.

Виконується розрахунок з урахуванням дії випробувальної напруги промислової частоти та грозового імпульсу [5].

Згідно з аналізом характерних відмов [4] та особливостей праці визначаються комплектуючі елементи та вузли, відмови яких найбільш частіше трапляються у процесі експлуатації апарату. Для виявлення елементів визначаються параметри (електричні, механічні,

теплові, магнітні та ін.), контроль за якими дозволяє виявити відмову або наближення до неї.

Обрати необхідні давачи для вимірювання цих параметрів та розробити способи їх встановлення з необхідними поясненнями (ескізи, електричні схеми та ін.). Типи давачив обираються з урахуванням того, щоб вихідні параметри були зручними в подальшому використанні.

Розробляється система індикації, яка повинна мати можливість як аварійного відключення, так і попередження про надзвичайний або передвідмовний стан контролюемого апарату.

Як висновок роботи, виконується загально–принципова електрична схема системи діагностування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Чунихин А.А., Жаворонков М.А. Аппараты высокого напряжения: Учебное пособие для ВУЗов.–М.: Энергоатомиздат, 1985.–432с.
2. Трансформаторы тока / Под ред. В.В.Афанасьева.–Л.:Энергия, 1980.–344с.
3. Дымков А.М., Кибель В.М., Тишенин Ю.В. Трансформаторы напряжения.–М.:Энергия, 1976.–544с.
4. Проектирование электрических аппаратов /Под ред. Г.Н.Александрова.–М.:Энергоатомиздат,1985.–448с.
5. Справочник по электрическим аппаратам высокого напряжения /Под ред. В.В.Афанасьева –Л.:Энергоатомиздат, 1987.–548с.
6. Электрические аппараты высокого напряжения /Под ред. Г.Н.Александрова.–Л.:Энергоатомиздат,1989.–344с.
7. Дорошев К.И. Эксплуатация комплектно–распределительных устройств 6–220 кВ.–М.: Энергоатомиздат, 1987.–336с.
8. Дорошев К.И. Выключатели и измерительные трансформаторы в КРУ 6–220 кВ.–М.: Энергоатомиздат, 1990.–152с.
9. Порудоминский В.В. Устройства переключения трансформаторов под нагрузкой.– М.: Энергия, 1974.–288с.
10. Митрейкин Н.А., Озерский А.И. Надежность и испытания радиодеталей радиокомпонентов.–М.: Радио и связь, 1981.–272с.
11. Справочник по электрическим установкам высокого напряжения/ Под ред. И.А.Баумштейна, С.А.Бажанова –М.:Энергоатомиздат, 1989.–768с.
12. Дорошев К.И. Токопроводы и шинопроводы для электростанций и подстанций. – М: Энергоатомиздат, 1996г. – 288 с.