

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни "Електрична частина станцій та підстанцій" для підготовки бакалаврів усіх форм навчання за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» з навчанням за освітніми програмами "Енергетичний менеджмент" та "Електротехнічні системи електроспоживання"

частина 1

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Електрична частина станцій та підстанцій" для підготовки бакалаврів усіх форм навчання за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» з навчанням за освітніми програмами "Енергетичний менеджмент" та "Електротехнічні системи електроспоживання" частина 1 /Укл. О.М. Климко, Д.В. Федоша, О.І.Кузьменко. Запоріжжя: ЗНТУ, 2019.- 50 с.

Укладачі: доц., к.т.н. О. М. Климко
доц., к.т.н. Д.В.Федоша
зав. лаб. О.І. Кузьменко

Рецензент доц., к.т.н. І.В. Авдєєв

Відповідальний за випуск доц., к.т.н. О.А. Шрам

Затверджено
на засіданні кафедри
“Електропостачання
промислових підприємств”
Протокол №5 від 26.12.2018

Рекомендовано до випуску
НМК ЕТФ
протокол №7 від 21.02.2019

З М І С Т

Загальні методичні вказівки.....	4
Лабораторна робота №1	6
Лабораторна робота №2.....	15
Лабораторна робота №3	24
Лабораторна робота №4	33
Частина 2	

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Лабораторні роботи мають допомогти студентам ознайомитися з промисловими зразками електрообладнання, яке використовується на електричних станціях та підстанціях систем електропостачання.

Основу лабораторних робіт складають роботи з вивчення промислових зразків комплектних розподільних пристроїв (КРП), які виробляються Запорізьким та Рівненським заводами високовольтної апаратури.

При будівництві розподільних пристроїв підстанцій та власних потреб електростанцій при напрузі 6, 10 та 0,4 кВ (навіть 35 кВ) набули широкого поширення шафи (комірки) заводського виготовлення під загальною назвою комплектних розподільних пристроїв (КРП), або комплектних розподільних устаткувань (КРУ)

Комірка КРП (КРУ) – це металева шафа, яка зварена з відвальцьованих профілів та обшита листовою сталлю, або гнутих листів сталі. Обшивка може бути глухою або з'ємною (при необхідності мати доступ до внутрішнього обладнання під час ремонту).

Шафа поділена на відсіки. Майже всі шафи мають двері на лицьовій стінці.

Промисловість виробляє шафи двох основних видів:

- Зі стаціонарною установкою усього обладнання – комірки КСО або КЗО (камера збірна однобічного обслуговування).
- З установкою основного обладнання на візку: комірки із загальним шифром К або КРП (КРУ).

У лабораторії встановлені зразки шаф обох типів:

- комірка КСО-272 (друга модифікація розробки 1972 року) – зі стаціонарним монтажем обладнання;
- комірка КРУ2-10-20 (друга модифікація на напругу 10 кВ та струм вимикання 20 кА);
- комірка КМ-1Ф (малогабаритна з порцеляновою ізоляцією);
- комірка КУ-10Ц (комплектна універсальна);
- викотні елементи КРУ: серії КРУ-В з вакуумним вимикачем та серії КМ-1Ф з трансформаторами напруги та розрядниками;

У шафах обох видів можуть бути встановлені високовольтні вимикачі (малооливні або вакуумні як у лабораторних зразках, електромагнітні, елегазові) з вимірювальними трансформаторами струму, транс-

форматори напруги, високовольні запобіжники та ін. (див. схеми заповнення).

Збірні шини головних кіл виконується пласкими алюмінієвими шинами, які закріплюються на опорних та прохідних ізоляторах. Щоб забезпечити вірне фазування при монтажі та ремонтах шини пофарбовані (або на них нанесені позначки) відповідно до ПУЕ у такі кольори:

фази А - жовтий колір;

фази В - зелений колір;

фази С - червоний колір.

Промисловість випускає КРУ як для внутрішньої, так і для зовнішньої установки (КРУ, КРУЗ) – російською: КРУН.

Використання шаф КРУ заводського виготовлення дозволило: зменшити розміри та об'єм приміщень, спростити та здешевити будівлю під РП, підвищити надійність та безпеку експлуатації, знизити вартість будівельно-монтажних робіт за рахунок перенесення робіт з монтажу усього електричного обладнання на спеціалізовані промислові підприємства та значним підвищенням їх якості, спростити роботу проектних установ тощо.

Лабораторні роботи розраховані на 4 години при умові попередньої самостійної підготовки. Підготовка складається з вивчення відповідних розділів літератури, з накреслення електричних схем та ескізів відповідно до програми роботи. Звіт оформлюється у зошиті. На першому занятті викладач видає графік послідовності виконання робіт кожною бригадою.

Допуск до роботи складається з перевірки заготовки та бесіди про характер роботи. Після виконання роботи студент повинен відповісти на контрольні запитання на цьому або наступному занятті.

Зміст звіту наведено у вказівках до кожної роботи.

Студент, який не з'явився на лабораторну роботу за графіком, відпрацьовує та захищає звіт у часи консультацій викладача за дозволом завідувача кафедри.

Лабораторна робота № 1

КОМІРКА КОМПЛЕКТНОГО РОЗПОДІЛЬНОГО ПРИСТРОЮ СЕРІЇ КСО-272

Мета роботи: вивчити особливості конструкції КРУ та склад апаратів головного кола (10 кВ), їх приводів, схеми керування, захисту, сигналізації та блокування хибних дій персоналу.

Загальні відомості

Комплектні розподільні пристрої зі стаціонарною установкою обладнання типу КСО (КЗО) – набули поширення у міських та сільських мережах з невеликою густиною навантаження.

Промисловість виробляє дві модифікації КСО-2XX та КСО-3XX (дві останні цифри – рік розробки). В експлуатації знаходяться КСО-266, 272, 285, 292, 293, 298, 299, 202, 204, 205, 206, 210 та КСО-366, 386, 393, 395, 396, 399, 303, 305, 310. Комірки КСО-2XX розраховані на високовольтні вимикачі, а КСО-3XX мають менші габарити та розраховані на вимикачі навантаження, роз'єднувачі, запобіжники.

У КСО-272 (знаходиться в лабораторії) збірні шини розташовані горизонтально на даху шафи. Там же знаходиться шинний роз'єднувач РВФЗ-10/630 (Р – роз'єднувач; В – для внутрішньої установки; Ф – фігурний – один з ізоляторів роз'єднувача прохідний, через нього струм передається усередину шафи; З – із уземлювальними ножами).

При ремонтних роботах усередині шафи нерухомі контакти роз'єднувача з одного або обох боків основних контактів з'єднуються з корпусом (уземлюються) за допомогою окремого привода сталевими ножовими контактами, які закріплені на корпусі шафи. Основні та уземлювальні ножі роз'єднувача мають звичайно ручні важільні приводи (ПР-2). Блокування одночасного замикання головних та уземлювальних ножів здійснюється механічним стопором на їхніх валах та зустрічним встановленням приводів. Блокування приводів роз'єднувачів з приводом вимикача може бути механічним або електричним. Обидва механізми є на лабораторному зразку. У першому випадку при повороті вала привода ексцентрик (у середині шафи) через штангу закриває ковпачками (пофарбовані у червоний колір) фіксатори приводів головних ножів роз'єднувачів. У другому випадку замість механічних фіксаторів встановлено спеціальну розетку, живлення до якої підводиться через сигнальні контакти привода вимикача. Лише

при вимкненому вимикачеві витягти стрижень фіксатора можна спеціальним ключем – електромагнітом YAB. При вмикан-

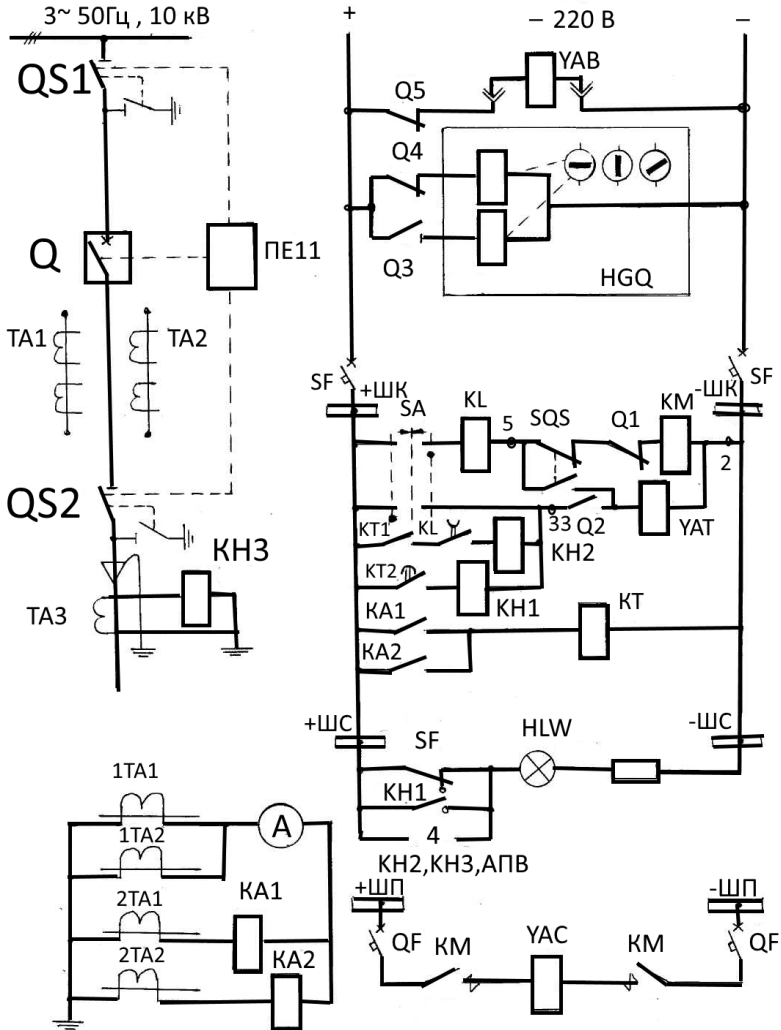


Рисунок 1.1 – Електричні схеми КСО-272

ні вимикача коло живлення розетки – фіксатора розривається (див. схему).

Керування вимикачем здійснюється електромагнітним приводом ПЕ-11. Роботу з вмикання вимикача та розтягування вимикальних пружин виконує електромагніт вмикання YAC (при напрузі 220 В струм котушки 60 А). Зусилля електромагніту передається на вал приводу і далі – на вал вимикача. Увімкнуте положення фіксується важелями приводу. Вимкнути вимикач можна або натисканням руків'я (місцеve вмикання), або поданням напруги на малопотужний електромагніт вмикання YAT.

Електричні схеми шафи КСО-272 наведені на рис.1.1.

З валом вимикача зв'язані допоміжні контакти керування Q1-Q2 (див. рис. 1.1). Ці контакти підпружинені: якір контакту обертається стрибком при досягненні валом певного кута повороту: контакт Q1 розмикається при куті 80...85° (усього вал обертається на 90°), а Q2 розмикається через 5...10° при вимиканні. Контакти Q3...Q5 мають жорстке з'єднання з валом приводу і використовуються в колах сигналізації та блокування.

Крім електромагнітів YAC та YAT, схема керування має два автоматичних вимикачі: SF – кіл керування та сигналізації, QF – живлення електромагніту вмикання (силові кола – від шин ШП), проміжний контактор постійного струму КМ та трипозиційний ключ керування без фіксації положення SA (перемикач типу ПКУЗ).

Аварійне вимикання забезпечується максимальним струмовим захистом (комплект КЗ-12), який зібраний на двох реле струму РТ-40, контакти яких запускають реле часу КТ. Проміжне реле КЛ прискорює дію захисту при вмиканні вимикача на існуюче коротке замикання в мережі. Перемикальний контакт SQS, який закріплений на штовхачі YAT, блокує в цьому випадку повторне вмикання («стрибання») вимикача – електромагніт YAT отримує живлення через контакт ключа SA (доки він замкнений).

У кожному з двох кіл вимикання стоять сигнальні (вказівні) реле. Третє вказівне реле (КНЗ), що підключене до вторинної обмотки трансформатора струму нульової послідовності (ТЗЛ-10), сигналізує про однофазне замикання на землю кабельної лінії (тобто пошкодження ізоляції однієї фази).

На рис. 1.2 наведений варіант схем дистанційного керування приводом вимикача зі світловим контролем кіл керування та положення вимикача. При «невідповідності», тобто аварійному вимиканні засобами автоматики (їхні контакти імітуються на стенді кнопками SB1 та SB2) на пульті оператора сигнальна лампа починає блимати (в реальних установках одночасно буде і звуковий сигнал). Блимання досягається за допомогою спеціального реле KL11 (РП-252), котушка та контакт якого (з витримкою часу на розмикання) увімкнуті паралельно (можна увімкнути два реле з взаємним блокуванням: пульс - пару).

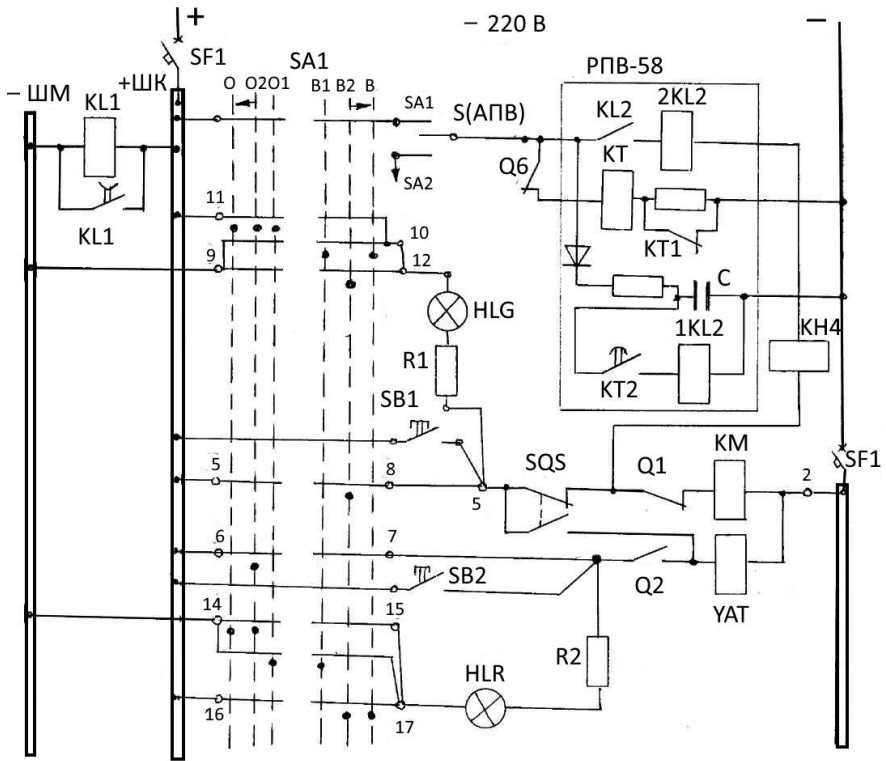


Рисунок 1.2 – Схема стенда на ключі ПМОВФ

Схема стенду вмикає апарати керування та сигналізації паралельно схемі, зібраний на комірці. Для цього на стенд виведені три точки з привода: точки 2, 5, 33 (маркування – за документацією заводу). До цих точок потрібно підвести плюс та мінус випрямленого струму через

відповідні апарати, як показано на схемі. Схема виконана на ключі КВФ (ПМОВФ – перемикач малогабаритний загальнопромислового виконання, що має два фіксованих положення та два – з автоматичним поверненням руків'я). Там же наведена схема реле повторного (однократного) вмикання РПВ-58, яке складається з проміжного двообмоткового реле KL2, реле часу КТ та конденсатора С. Схема АПВ (автоматичного повторного вмикання) вводиться в схему керування тумблером S на стенді або на шафі.

Складання схеми пов'язане з поданням живлення від шин керування (ШК): плюс на клеми 5, 6, 11 і 16 ключа та кнопки SB1; SB2, натисканням яких імітується вмикання вимикача від реле автоматики та його вимикання від реле захисту. Далі живлення через контакти ключа, контакти кнопок, сигнальні лампи HLR або HLG передається на клеми 5 та 33 привода; мінус подається на клему 2 привода.

Місце підключення гнучких провідників виділені на схемах світлими кружальцями – розбірні контакти.

Рекомендована послідовність операцій при вмиканні лінії: шинний роз'єднувач, лінійний роз'єднувач, вимикач; при вимиканні – навпаки. Ручне вмикання (важелем) вимикача допускається тільки під час налагоджувальних робіт.

Завдання на підготовку до лабораторної роботи

Пригадати з курсу „Електричних апаратів” призначення, принцип дії та конструкцію малооливного вимикача ВМГ – 10, роз'єднувачів РВЗ – 10 та РВФЗ – 10, трансформаторів струму ТПЛ – 10, електромагнітного приводу ПЕ – 11 та ручного приводу ПР – 2 [3, стор. 303-304, 344-345, 349-351; 4, стор. 213-216, 242-244, 303-306; 1, стор. 553-619]

Розглянути принципи складання схем сигналізації та блокування [3, стор. 546-567, 2, стор. 496-530]

Пригадати основні відомості про комплектні розподільні пристрої [4, стор. 6-24, 1, стор. 681-689]

Розглянути взаємодію елементів схем керування, захисту, сигналізації під час оперативного та аварійного вимикання вимикача та під час його вмикання.

Контрольні запитання

1. Назвіть елементи головного кола КРУ серії КСО – 272, покажіть їх на шафі.
2. Як здійснюється блокування головних та уземлювальних ножів роз'єднувачів ? Покажіть на прикладі.
3. Як здійснюється блокування приводів роз'єднувачів та вимикача ?
4. Як попереджується багаторазове вмикання («стрибання») вимикача на коротке замикання ?
5. Назвіть та покажіть основні вузли електромагнітного приводу ПЕ - 11.
6. Як регулюються уставки струму та часу спрацювання захисту та АПВ ?
7. Яке призначення проміжного реле KL ?
8. Яке призначення вказівного реле КНЗ ?
9. Поясніть взаємодію елементів схеми при вмиканні та вимиканні ВМГ - 10. Покажіть практично.

Вказівки з техніки безпеки

Лабораторія відноситься до електроприміщень з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом. З метою детального вивчення елементів та складання схем апарати встановлені на лицевій панелі стенда. Усі дослідження відбуваються при небезпечній для життя напрузі 220 В випрямного струму. Металева шафа КСО-272 занулена, що створює небезпеку перекриття напруги 220 В при одночасному дотику до шафи та струмовідних провідників або до труб системи опалення. Додаткову небезпеку створюють рухомі елементи приводу вимикача.

Вмикання та вимикання вимикачів супроводжуються різкими звуками, які можуть перелякати студентів, що знаходяться у лабораторії, тому перед вмиканням та вимиканням вимикача потрібно попередити усіх студентів.

Вивчення стенду та установки, складання та розкладання схем має відбуватися при вимкнутій напрузі силового кола лабораторії (стенда).

Подачу напруги в лабораторію здійснює викладач (після попередження студентів).

Порядок виконання роботи

1. Вивчити головну схему шафи та знайти основні елементи схеми (малооливний вимикач, роз'єднувачі, трансформатори струму, збірні шини, кабельну лінію).

2. Вивчити приводи вимикача та роз'єднувачів, скласти їх кінематичні схеми (передача зусиль на рухомі контакти). За допомогою спеціального важеля увімкнути вимикач вручну, прикладаючи зусилля на осердя електромагніту вмикання YAC (повільно). Прослідкувати за перемиканням контактів оперативних кіл (на приводі) та розтягуванням вимикальних пружин. Зафіксувати механізм приводу в увімкненому положенні вимикача. Звільнити вимикальні пружини, натиснувши на рукоятку на приводі (праворуч). Прослідкувати за поверненням механізмів у вихідне положення.

3. Знайти механічне блокування головних та уземлювальних ножів роз'єднувача. Упевнитися, що не можна увімкнути уземлювальні ножі при увімкнутих головних та навпаки (зустрічне встановлення приводів та стопор на їхніх валах).

4. Знайти та перевірити блокування (механічне та електромагнітне) приводів роз'єднувачів з вимикачем. Для цього увімкнути вимикач і переконатися що стопор приводу роз'єднувача надійно блокується червоним ковпачком (механічне блокування) та відсутня напруга на розетці електромагнітного блокування. Вимкнути вимикач і переконатися що знімається механічне блокування та з'являється напруга на розетці електромагнітного блокування.

5. Випробувати схему, що зібрана на шафі (рис 1.1). Переконатися, що до подання напруги до кіл керування та сигналізації (або при її зникненні), показчик індикатора положення вимикача (на стенді) має нахил у 45° , а після подання напруги приймає вертикальне або горизонтальне положення відповідно до положення вимикача (увімкнутий або вимкнутий). Увімкнути автомати SF, QF та вимикач поворотом руків'я ключа керування SA (на шафі) праворуч. Переконатися, що показчик індикатора положення вимикача змінив своє положення. Поворотом руків'я ключа SA ліворуч вимкнути вимикач (індикатор знову змінює своє положення). Перевірити роботу схеми при аварійному вимиканні. Для цього увімкнути вимикач за допомогою ключа

SA. Імітуючи спрацювання релейного захисту, вручну (обережно!) обернути демпфер струмового реле РТ- 40 (KA1 або KA2) до замикання його контактів. Утримуючи контакти струмового реле у замкнутому положенні, дочекатися вимикання вимикача (витримку часу встановити 2...3 секунди на шкалі реле часу КТ). Переконалися, що горить біла сигнальна лампа HLW „Блінкер не піднятий” та спрацювало вказівне реле КН1 „Аварійне вимикання”. Вручну повернути вказівне реле; при цьому лампа HLW загасає.

6. Перевірити роботу блокування від багаторазових вмикань вимикача на коротке замикання (контакти SQS мають механічний зв'язок з осердям електромагніта вимикання). Для цього знову вручну повернути демпфер одного із струмових реле (KA1 або KA2) до замикання його контактів, а ручкою ключа SA подати сигнал на вмикання вимикача (імітується вмикання на коротке замикання). Переконалися що захист у цьому випадку працює без витримки часу (завдяки проміжному реле KL), повторне вмикання не відбувається. Відпустити ключ SA. Реле KL відключиться з витримкою часу (0,5... 0,7 с.).

7. Перевірити роботу схеми АПВ. Для цього увімкнути тумблер S. Потім увімкнути вимикач і через 30-40 с (час, потрібний для заряджання конденсатора С) імітувати коротке замикання (вручну, як у пункті 5 або кнопкою SB2). Переконалися, що після вимикання вимикача через деякий час (витримку часу встановити 2...5 с. за шкалою реле часу КТ, на панелі реле РПВ-58) відбувається автоматичне повторне вмикання. Переконалися, що схема АПВ діє одноразово (при повторному вимиканні захистом вимикач не вмикається – конденсатор С розряджений, - хоча коло реле часу замикається).

8. Зібрати на стенді та випробувати схему дистанційного керування з пристроєм блимання світла (рис. 1.2). Переконалися, що після аварійного вимикання вимикача (спрацювання релейного захисту імітується кнопкою SB2) зелена лампа починає блимати, доки ручку ключа керування не встановлять у положення «вимкнути». Червона лампа буде блимати, коли вимикач ввімкнути кнопкою SB1 замість ключа SA1 – імітація вмикання від системи автоматики.

Зміст звіту

1. Тема та мета роботи
2. Головна схема шафи та паспортні дані шафи, апаратів головного кола та їхніх приводів. Кінематичні схеми приводів роз'єднувача та вимикача.
3. Електричні схеми оперативних кіл шафи (рис. 1.1) та стенда (рис. 1.2).
4. Висновки.

Література

1. Чунихин А.А. Электрические аппараты: Общий курс - М.: Энергоатомиздат, 1988-720с.
2. Электрическая часть станций и подстанций./Под ред. А.А. Васильева М.: Энергоатомиздат 1990-576с.
3. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. - М.: Энергоатомиздат, 1987-648с.
4. Дорошев К.И. Эксплуатация комплектных распределительных устройств 6-220 кВ. – М.: Энергоатомиздат, 1987 – 336 с.

Лабораторна робота № 2

КОМІРКА КОМПЛЕКТНОГО РОЗПОДІЛЬНОГО ПРИСТРОЮ СЕРІЇ КРУ2-10-20

Мета роботи: вивчити конструкцію шафи, принцип роботи обладнання головного кола та його компоновку, елементи привода та їхню взаємодію (кінематичну схему), електричні схеми керування, сигналізації, захисту та автоматики (АПВ).

Загальні відомості

Серія комплектних пристроїв КРУ2-10-20 – це представник великої групи КРП з викотним елементом: основне обладнання шафи (вимикач, трансформатори напруги, високовольні запобіжники) змонтоване на спеціальному візку та з'єднується зі стаціонарним електрообладнанням шафи штепсельними роз'ємами (силовими та оперативними).

Позначення цієї серії (КРУ) збігає із загальним позначенням усіх видів комплектних розподільних пристроїв. Цифри означають: 2 - номер розробки (модифікації); 10 - клас напруги, кВ; 20 - струм вимикання вимикача ВМП-10, кА. Вдосконалені вимикачі цієї серії (звичайно з електромагнітним приводом – ВМПЕ) мають струм вимикання 31,5 кА (КРУ2-10-31,5).

Лабораторний зразок має вбудований пружинний привод, що знайшло відображення на позначенні типу вимикача – ВМПП (вимикач ВМП-10 з вбудованим електромагнітним приводом позначається ВМПЕ-10).

Стопорний механізм фіксує візок у робочому та контрольному положеннях. Пластина, що закріплюється на валу вимикача, перешкоджає переміщенню стопорного механізму (а отже переміщенню візка) при увімкненому вимикачеві. Цей механізм блокує коло керування вимикача, якщо візок не зафіксований у шафі. Під час викочування візка потрібно звернути увагу на те, що гніздо роз'ємного контакту (у даному випадку – ламелі плаского контакту), звичайно закріплене на вимикачеві, тобто викочується з візком. Це необхідно для ремонтних робіт (заміна ламелей чи пружин контакту).

На цьому візку монтується також привод. Після викочування візка доступ до високої напруги автоматично закривається сталевими штор-

ками. Усередині відсіку викотного елементу знаходиться важіль привода уземлювальних ножів: уземлити кабельну лінію, яка відходить від шафи (при необхідності роботи у відсіку трансформаторів струму), можна тільки після того, як викотили візок з вимикачем.

Збірні шини розташовані трикутником у спеціальному відсіку, що зменшує ймовірність їх пошкодження під час експлуатації. Із суміжним відсіком верхніх роз'ємних контактів (штепсельним роз'єднувачем) відсік збірних шин з'єднується за допомогою прохідних ізоляторів.

Елементи пружинного приводу змонтовані на рамі візка, до якої також через ізолятори причеплені три полюси вимикача ВМП-10. Між полюсами встановлені текстолітові переділи. Основні вузли та деталі приводу: робочі пружини усередині барабана (на валу приводу), двигун однофазного змінного струму з редуктором для заводу пружини, два однакових стопорних механізми, що утримують вал приводу через ролики, які закріплені на двох кулачках. Кулачки однакової форми закріплені на валу приводу із зсувом на 180° . Повороту вала приводу на 180° відповідає поворот вала вимикача на 65° , що у свою чергу обумовлює переміщення рухомого контакту вимикача на 210 мм усередині бака з одного крайнього положення в інше.

Перетворення обертального руху вала приводу на зворотно поступний рух контакту здійснюється за допомогою ексцентрикової муфти, розташованої на валу приводу.

На рамі приводу закріплені також два електромагніти керування: вмикання (YAC) та вимикання (YAT1), що механічно зв'язані із стопорними механізмами, та п'ять електромагнітів захисту, які діють на механізм вимикання вимикача через окреме механічне з'єднання: чотири обмотки реле прямої дії – миттєві (PTM) та з витримкою часу (PTB) – увімкнені в коло вторинних обмоток трансформаторів струму (по дві послідовно – у фази А та С) та електромагніт вимикання незалежного живлення (YAT2), в коло якого можуть бути введені сигнали будь-яких пристроїв захисту або автоматики.

На стенді до кола цього електромагніта введена кнопка SB2 – імітація дії захисту.

Кнопки місцевого керування механічно зв'язані зі стопорними механізмами.

Електричний контроль положення механізмів вимикача та привода і готовність привода до роботи (завод пружин) здійснюють три групи допоміжних контактів, механічна дія на які призводить до їх перемикавання.

Група контактів Q – контролює положення оливного вимикача (його вала). Для зручності читання схеми (рис. 2.1) контакти цієї групи пронумеровані.

Група контактів SQM (у схемі використані два контакти) контролює завод пружини – при обертанні диска на валу привода (праворуч – під час заводу пружини та ліворуч – під час виконання операції вмикавання або вимикання) ці контакти перемикаються – і зупиняють або вмикають двигун, що заряджає пружину, а також блокують коло електромагніта вмикавання YAC, коли пружина не заведена.

Група контактів SQA має з'єднання як з валом вимикача, так і з механізмом оперативного керування: при оперативному вимиканні контакти SQA повертаються у вихідне положення, а при аварійному – залишаються натиснутими (утворюється схема «невідповідності»). Контакт цієї групи SQA.1 блокує повторне вмикавання вимикача при його аварійному вимиканні під час подання команди «увімкнути».

На схемі наведено положення контактів при вимкнутому вимикачеві та не готовому приводі (замкнуте коло двигуна заводу пружини та розімкнуте (заблоковане) коло електромагніта вмикавання: при послабленій пружині не можна вмикати вимикач).

Вивчаючи електричні схеми шафи, потрібно звернути увагу на те, що у головному колі гнізда роз'ємних з'єднань закріплені на візку, а у оперативному колі – на шафі.

Головна схема шафи має збірні шини (поперечний зв'язок, що з'єднує усі шафи секції розподільного пристрою), вимикач ВМПП-10 (Q), силові роз'єми, уземлювальний роз'єднувач QSG, два трансформатори струму ТПЛ-10 (ТА1 та ТА2) та трансформатор струму нульової послідовності ТЗЛ-10 (ТАЗ).

До вторинних обмоток ТА1 та ТА2 класу 0,5 підключені струмові обмотки лічильника та амперметр, а обмоток класу 10Р – обмотки реле струму прямої дії (вони не мають електричних контактів). Головне коло шафи не з'єднане з живленням, тому спрацювання струмових реле захисту імітується переміщенням осердя реле РТМ або натисканням кнопки SB2 на стенді.

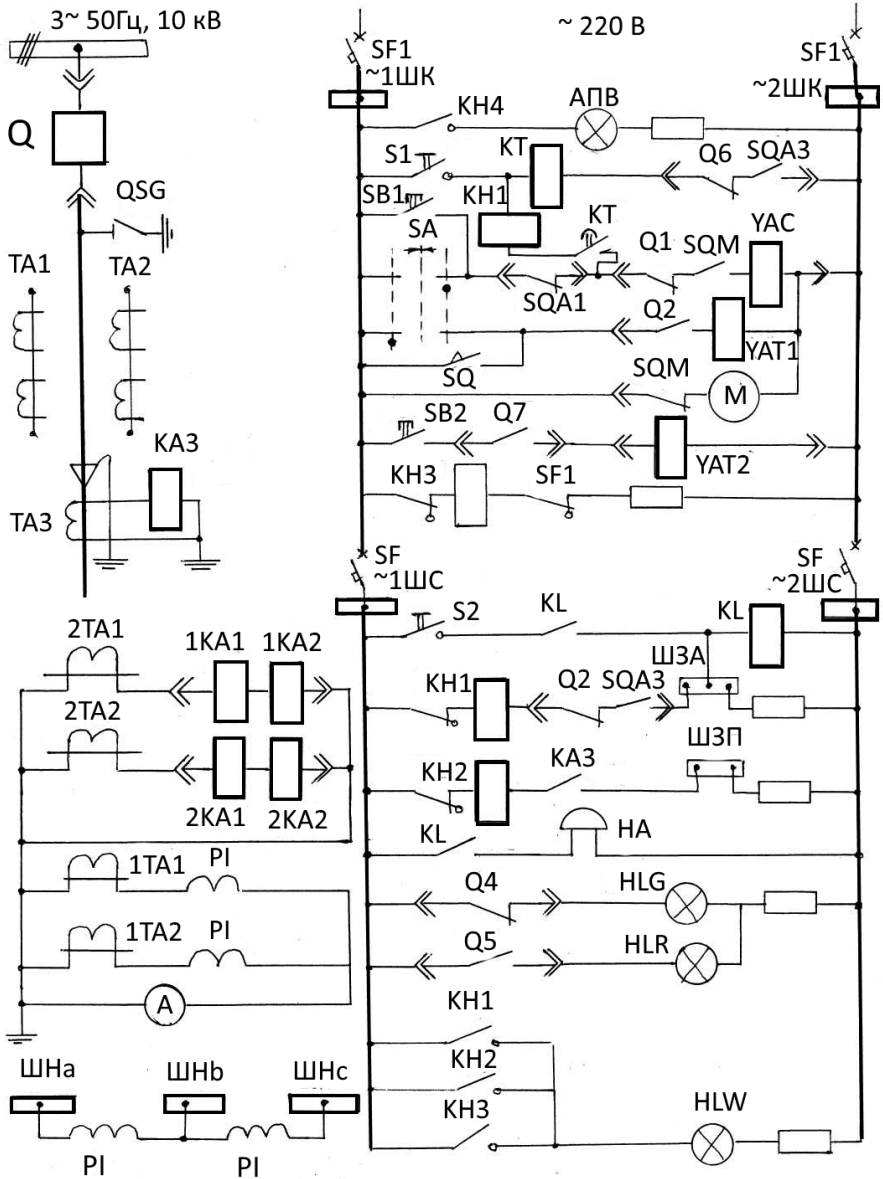


Рисунок 2.1 – Електричні схеми КРУ2-10-20

Кола керування та кола сигналізації об'єднані електрично: автомат на стенді (SF1) подає живлення у схему керування, а автомат у релейній шафі (SF2) – на кола сигналізації.

Положення контактів SQM на схемі відповідає послабленій пружині (привод не готовий до роботи). У такому випадку вмикання автомата SF1 призводить до вмикання двигуна (М), який буде заводити пружину. Схема заведення пружини автоматично (через контакти SQM) вмикається після кожної операції вимикачем.

Вмикання вимикача (подання живлення на YAC) можливе тільки по закінченню заведення пружини і здійснюється поворотом ключа SA праворуч або кнопкою місцевого керування SB1. Тяга електромагніта вивільняє пружину стопорного механізму, який звільняє вал привода. Під дією силових пружин вал повернеться і зусилля пружини через вал вимикача переміщує рухомі контакти оливного вимикача. Вмикається механізм заводу пружини.

Аналогічно діє схема під час оперативного вимикання (поворот ключа SA ліворуч). Отримує живлення електромагніт YAT1, звільнюється вал приводу, який повертається у тому ж напрямку на 180° і за рахунок ексцентрикової муфти змінить напрям повороту вала вимикача та положення його рухомих контактів. Знову заводиться пружина.

Під час дії захисту (аварійне вимикання) контакти SQA залишаються натиснутими, а контакти Q повертаються у вихідне положення. У колі аварійної сигналізації та колі автоматичного повторного вмикання (у колі реле КТ) обидва контакти будуть замкнутими – утворюється схема невідповідності положення вимикача (вимкнутий) та поданої команди (увімкнути). Якщо замкнути контакт тумблера S1 (імітація дії захисту), то через час $t_{АПВ}$ (за шкалою КТ) вимикач знову увімкнеться (вдале АПВ). Якщо зразу повторити імітацію дії захисту, то АПВ не спрацює: не буде замкнуте коло електромагніта вмикання (контакт SQM буде розімкнутим, тому що привод не готовий до дії).

Схема сигналізації має сигнальні лампи HLG (зелена) - «вимкнуто», HLR (червона) - «увімкнуто», HLW (біла) - «блінкер не піднятий». До кола лампи HLW введені контакти сигнальних (вказівних) реле: КН1 - «аварійне вимикання», КН2 - «сигнал замикання на землю», КН3 - «контроль кіл керування». Сигнальне реле «АПВ» встановлене на стенді.

Щоб отримати звуковий сигнал про аварійне вимикання вимикача, використовують дзвінок НА, який підключається тумблером S2 (на дверях релейної шафи) через проміжне реле KL.

У вихідному положенні (вимикач вимкнутий) горить зелена лампа. Після вмикання вимикача загориться червона лампа (зміниться положення контактів Q3 та Q4).

При аварійному вимиканні випадає блінкер реле КН1, загориться (окрім зеленої) біла лампа та буде дзвонити дзвінок (якщо увімкнута тумблер S2). Для повторного вмикання вимикача (АПВ) потрібно увімкнути тумблер S1 на стенді. При цьому випадає блінкер та загориться лампа «АПВ» на стенді. Якщо вимкнути автомат (у шафі), то випадає блінкер КН2 «Контроль кіл керування». Реле КН1 можна увімкнути замиканням контакту струмового реле КА3 (у релейній шафі). В схему електромагніта YAT-1 введено захист від дугових замикань (коли горить електрична дуга у відсіку збірних шин); контакт вимикача SQ, що встановлений під кришкою шафи, замкнеться і вимкнеться оливний вимикач, коли тиск у відсіку збільшиться та підніметься кришка шафи.

Завдання на підготовку до лабораторної роботи

Пригадати з курсу „Електричних апаратів” призначення, принцип дії та конструкцію малооливного вимикача з вбудованим пружинним приводом ВМП-10, трансформаторів струму ТПЛ-10 [1, стор. 562-564, 573-574; 3, стор. 305-307, 342-343, 349-351].

Пригадати основні відомості про комплектні розподільні пристрої з викотними елементами [4, стор. 6-24, 70-77].

Розглянути принципи складання схем сигналізації та блокування [2, стор. 496-564; 4, стор. 76-77].

Розглянути призначення та принцип дії дугового захисту [4, стор. 37-39].

Контрольні запитання

1. Покажіть та назвіть відсіки шафи КРУ2-10-20 ?
2. Назвіть, у яких положеннях може знаходитися викотний візок ? Покажіть практично.
3. Які блокування використовують у шафі КРУ2-10-20 ?

4. Як здійснюється блокування багаторазового вмикання вимикача при його вмиканні на коротке замикання ?
5. Яке призначення струмового реле КА3 ?
6. Що таке дуговий захист і як він виконується ?
7. За рахунок чого досягається одноразовість АПВ ?
8. Які види захисту та які сигналізації застосовані у КРУ2-10-20 ?
9. Поясніть взаємодію елементів при вмиканні та вимиканні ВМП-10 (за електричною схемою).

Вказівки з техніки безпеки

Усі дослідження відбуваються при небезпечній для життя напрузі 220 В змінного струму. Металева шафа КРУ2-10-20 занулена, що створює небезпеку одночасного дотику до шафи та струмовідних провідників або до труб системи опалення та водопроводу. Додаткову небезпеку створюють рухомі елементи приводу вимикача та сам викотний візок (загроза отримати травму).

Вмикання вимикача супроводжується різкими звуками, які можуть налякати студентів, що знаходяться у лабораторії, тому перед вмиканням вимикача потрібно попередити усіх студентів.

Вивчення стенду та установки мають відбуватися при вимкнутій напрузі.

Подачу напруги у лабораторію здійснює викладач (після попередження студентів).

Порядок виконання роботи

1. За електричною схемою головного кола та плакатів знайти всі елементи у шафі та записати їх паспортні дані.
2. Скласти кінематичну схему передачі зусилля пружини на рухомий контакт вимикача.
3. За електричною схемою кіл керування та сигналізації знайти всі елементи на приводі (контакти Q, SQA, SQM; струмові реле КА1, КА2, КА3; електромагніти YAC, YAT1, YAT2), в релейній шафі під кришкою шафи (SQ) та на стенді, з'ясувати їх призначення та принцип роботи.
4. Знайти та перевірити у роботі блокування, яке не дозволяє викотити візок з увімкнутим вимикачем. Переконавшись, що при увімкненому вимикачеві стопорний механізм, який фіксує візок у робочому та

контрольному положеннях, заблокований. Блокування знімається лише після вимикання вимикача.

5. Переконатися, що увімкнути вимикач можна тільки якщо візок зафіксований у робочому, контрольному або ремонтному положеннях; для цього потрібно викотити візок у проміжне між робочим та контрольним положеннями і спробувати увімкнути вимикач.

6. Переконатися, що пружинним приводом можна керувати без оперативного струму. Для цього зафіксувати візок у робочому чи контрольному положенні, вимкнути оперативний струм (автоматом SF1 на стенді). Оперуючи кнопками місцевого керування (на приводі), порахувати можливу кількість вмикань та вимикань вимикача без підзаведення пружини. Переконатися, що, щоб запобігти вмиканню вимикача при послаблених пружинах, шток приводу контактів SQM блокує кнопку вмикання.

7. Викотити візок. Для цього роз'єднати роз'єми оперативного кола, переконатися, що вимикач вимкнутий, підставити раму і розблокувати стопорний механізм (обертанням ручки проти годинникової стрілки). За допомогою спеціального з'ємного важеля (на рамі ліворуч) викотити візок. Переконатися, що після повного викочування візка металеві шторки перекривають доступ до нерухомих контактів головного кола, які залишаються під напругою. Звернути увагу на те, що у головному колі гнізда роз'ємних з'єднань закріплені на візку, а у оперативному колі – на шафі.

8. Знайти у відсіку трансформаторів струму уземлювальні ножі, а у відсіку викотного елемента їхній привод. Увімкнути уземлення за допомогою спеціального ключа. Переконатися, що неможливо поставити візок на місце при увімкнених уземлювальних ножах. Зняти уземлення, поставити візок на місце і з'єднати оперативні кола. Переконатися, що коли візок знаходиться у своєму відсіку, неможливо увімкнути уземлювальні ножі.

9. Випробувати схему при місцевому (на приводі) та дистанційному (на стенді) керуванні.

10. Випробувати схему аварійного вимикання, для цього потрібно натиснути кнопку SB2 на стенді (імітація короткого замикання). Для отримання звукового сигналу при аварійному вимиканні потрібно, щоб був увімкнутим тумблер S2 на дверях релейної шафи. Переконатися, що спрацювало вказівне реле КН1.

11. Випробувати схему автоматичного повторного вмикання (вмикається тумблер S1 на стенді). Для цього увімкнути вимикач, а потім імітувати коротке замикання (кнопка SB2 на стенді). Станеться аварійне вимикання вимикача і через деякий час (встановлюється на шкалі реле часу КТ) відбувається повторне вмикання. Переконатися, що АПВ діє одноразово, для цього одразу ж після АПВ знову імітувати спрацювання захисту (кнопка SB2).

12. Знайти елементи дугового захисту та випробувати його роботу (підняти кришку над відсіком викотного елемента).

Зміст звіту

1. Тема та мета роботи.
2. Головна схема шафи та паспортні дані шафи, апаратів головного кола та їх приводів. Кінематична схема приводу вимикача.
3. Електричні схеми КРУ2-10-20 (рис. 2.1)
4. Висновки.

Література

1. Чунихин А.А. Электрические аппараты: Общий курс - М.: Энергоатомиздат, 1988-720с.
2. Электрическая часть станций и подстанций./Под ред. А.А. Васильева М.: Энергоатомиздат 1990-576с.
3. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. - М.: Энергоатомиздат, 1987-648с.
4. Дорошев К.И. Эксплуатация комплектных распределительных устройств 6-220 кВ. – М.: Энергоатомиздат, 1987 – 336 с.

Лабораторна робота №3

КОМІРКА КОМПЛЕКТНОГО РОЗПОДІЛЬНОГО ПРИСТРОЮ СЕРІЇ КМ-1Ф

Мета роботи: вивчити конструктивні особливості шафи, склад та компоновку обладнання головного кола комплектного розподільного пристрою КМ-1Ф. Дослідити пристрої та схеми керування, захисту та сигналізації.

Загальні відомості

Серія КРУ типу КМ-1Ф – одна з нових модифікацій комірок з вичотним елементом. Крім зменшення габаритів та маси у порівнянні з комірками КРУ2-10-20, тут використані більш прості конструктивно оливні вимикачі колонкового типу ВК-10 з новим навісним пружинним приводом (паралельно випускають такі ж комірки з керуванням на постійному (випрямленому) струмі з електромагнітним приводом вимикача – позначення ВКЭ-10), трансформаторами струму ТОЛ-10 (опорні, з литою ізоляцією) або ТЛК-10, з трансформаторами напруги з литою ізоляцією серій НОЛ.08 або ЗНОЛ.06 (на 6 та 10 кВ).

Літера «Ф» у позначенні серії – порцелянові опорні та прохідні ізолятори. Встановлення додаткових пружин у привод збільшує струм вимикання до 31,5 кА (лабораторний зразок – на 20 кА: струм вимикання та трисекундної термічної стійкості усього обладнання та шин шафи).

За схемами головних кіл серія КМ-1Ф (М – малооливні вимикачі) уніфікована з комірками КВ-1 (з вакуумними вимикачами) та КЭ-10 (з електромагнітними вимикачами), причому вакуумні вимикачі на струм до 1600 А (як і ВК-10) мають такий же самий візок, тобто можуть бути встановлені у шафу КМ-1Ф замість візка з ВК-10(ВКЭ-10). На струми 2000 та 3150 А використовують підвісний вимикач ВМПЭ-10-3150-31,5. Ширина шафи з цим вимикачем (1125 мм) більша, ніж шафи з ВК-10 (750 мм). Трансформатори струму – шинні ТЛШ-10 (первинний струм 2000 та 3000 А).

Збірні шини виконуються з двох пласких шин (до 1600 А – одна шина).

Лабораторний зразок – це комірка кабельного вводу: подача електроенергії на збірні шини розподільного пристрою 10 кВ. Лінія, за до-

помогою якої здійснюється живлення, може мати до чотирьох кабелів, які підключаються до кабельної збірки. У кабельному відсіку розташовані трансформатори струму (в усіх трьох фазах) та уземлювальний роз'єднувач, ніжеві контакти якого прикріплені до підлоги шафи, а привод виведено у відсік викотного елемента. Вмикання уземлювального роз'єднувача можливе тільки після викочування візка з вимикачем.

Для викочування візка потрібно натиснути педаль, знімаючи блокування, та спеціальним важелем перемістити візок у контрольне положення. Якщо вимикач увімкнутий, то педаль заблокована і візок не можна викотити. Якщо візок не зафіксований у робочому або контрольному положенні, то привод вимикача блокується механічно та електрично (контакт кінцевого вимикача SQ у схемі керування) і вимикач не можна увімкнути (дивись електричні схеми рисунок 3.1).

Третій трансформатор струму (у фазі В) використовується для приєднання блоку живлення БП1002, заряджені конденсатори якого використовуються в схемі захисту від дугових замикань на збірних шинах розподільного пристрою.

Імітація дугових замикань у лабораторії: на шини дугових замикань ШДЗ подається напруга через випрямляч від шин керування (через автомат SF1). Для імітації перевантаження та короткого замикання у головному колі до вторинного кола струмового захисту (реле КАЗ - РТ-85 та електромагніт вимикання YAA1) подається живлення через знижувальний трансформатор, який з'єднується з колом сигналізації (тумблер S4 - «перевантаження», S4 та S5 одночасно - «коротке замикання»). До цього кола введено також амперметр РА.

На схемах керування та сигналізації положення контактів відповідає вимкненому оливному вимикачеві (контролюється допоміжними контактами Q) та послабленій пружині - «привод не готовий»: замкнуті контакти SQM у колі двигуна М заводу вмикальних пружин та розімкнуті – у колі електромагніта вимикання YAC. У такому випадку вмикання автомата SF1 на стенді (якщо SF4 у релейній шафі увімкнутий) призведе до вмикання двигуна заводу пружини. Після заведення пружин контакти SQM перемикаються, двигун зупиниться, а у віконці на приводі з'явиться напис «привод готовий».

Для подання команди керування використовується ключ на три положення без фіксації (SA1) Контроль положення та стану кіл вмикання та вимикання здійснюють проміжні реле KL11 та KL12, а фікса-

цію команди (положення вимикача) – двопозиційне проміжне реле KL10.

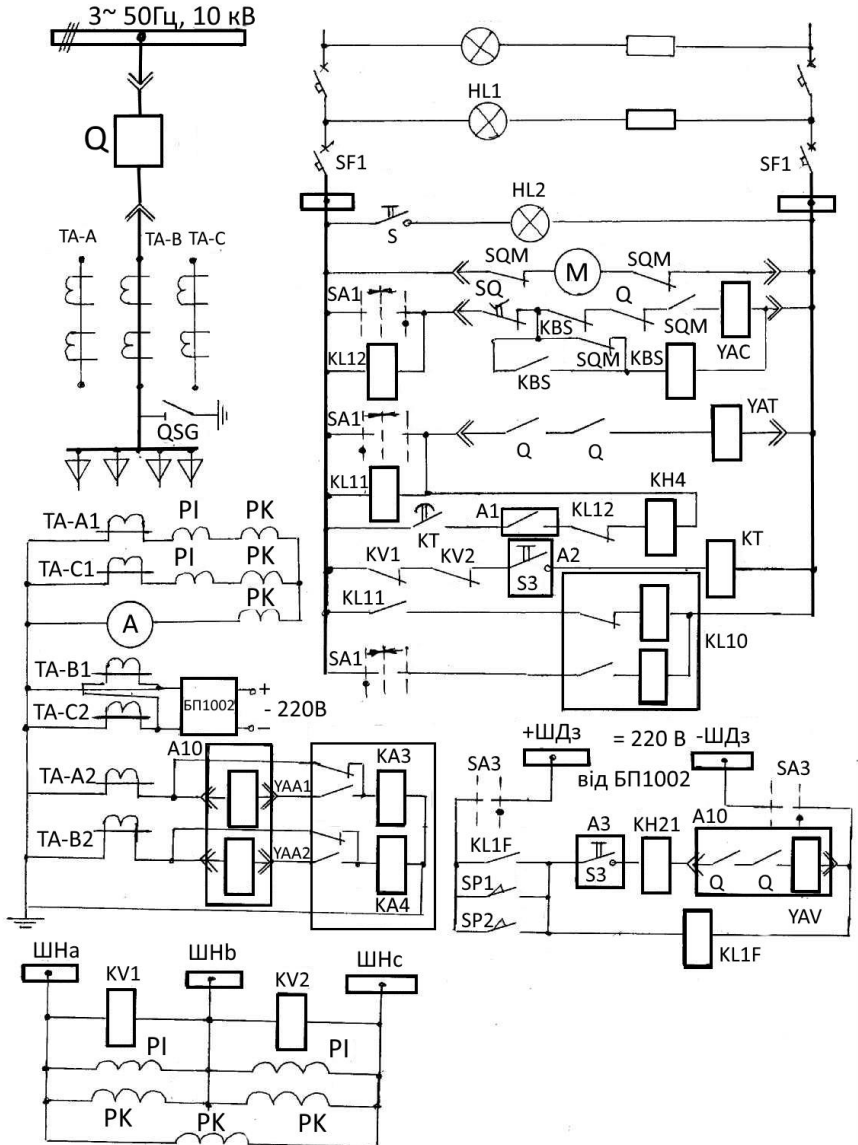


Рисунок 3.1 – Електричні схеми КМ-1Ф

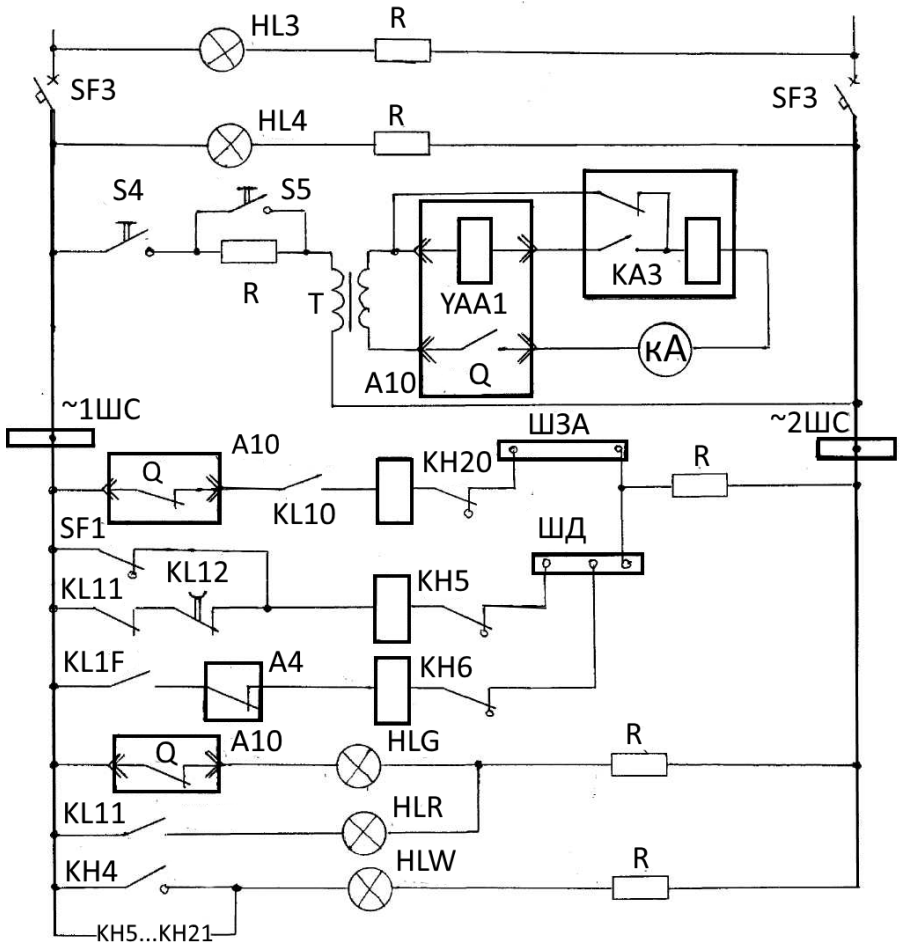


Рисунок 3.2 – Електричні схеми КМ1-Ф (продовження).

При повороті ключа праворуч на 45° замкнеться коло електромагніта вмикання УАС, який звільнить вмикальні пружини. У процесі вмикання оливного вимикача розтягується вмикальна пружина, послаблюються вмикальні пружини та перемикаються допоміжні контакти Q та SQM. Переривається коло УАС, готуються кола основного електромагніта вмикання УАТ та електромагніта незалежного жив-

лення YAV в схемі захисту від дугових замикань. Згасає зелена лампа. Через котушку YAT вмикається реле KL11, яке перемикає двопозиційне реле KL10 та замикає коло червоної лампи.

Оперативне вимикання здійснюється поворотом ключа SA1 ліворуч на 45°: електромагніт YAT знімає фіксацію механізму привода і вимикальна пружина поверне вимикач у вимкнене положення; у вихідне положення повернуться також реле KL10 та контакти Q. Реле KL11 вимкнеться, а KL12 увімкнеться. Знову горить зелена лампа.

Аварійне вимикання здійснюють струмові електромагніти YAA1 та YAA2, які увімкнуті до кола струмового захисту за схемою з дешунтуванням: у нормальному режимі контакт струмового реле РТ-85(КА3, КА4) шунтує котушку електромагніта. Якщо струм у колі оливного вимикача перевищить струм уставки реле, запускається індукційний механізм РТ-85, через певний час реле увімкнеться, струм пройде через котушку YAA1 і вимикач вимкнеться. При короткому замиканні у головному колі електромагнітний механізм РТ-85 увімкне реле без витримки часу – спрацює струмова відсічка. Таким чином реле РТ-85 здійснює захист як від перевантаження, так і від коротких замикань одночасно.

Під час перенапруг, які спричиняються однофазними замиканнями на землю, можливе виникнення дуги між фазами на збірних шинах КРУ. При цьому струмовий захист може не спрацювати, тому для надійного вимикання ввідного вимикача у схему введено захист від дугових замикань.

При зниженні напруги на шинах (коли між ними горить дуга) замкнеться коло електромагніта YAV (елемент А3), а тиском газів у відсіку збірних шин відчиниться люк на даху комірки, що призведе до замикання контакту SP (мікроперемикач під кришкою люка).

Електромагніт YAV звільнить вимикальну пружину. Випадає блінкер КН21 «Захист від дугових замикань». Якщо ж випадково буде піднята кришка люка, а напруга на шинах буде нормальною, то спрацює тільки проміжне реле KL1F, контакт якого у колі сигналізації увімкне реле КНГ «Пошкодження вихлопного клапана».

Оскільки при аварійному вимиканні контакт реле KL10 у колі сигналізації залишається замкнутим, увімкнеться сигнальне (вказівне) реле КН20 «Аварійне вимикання» (Кажуть «випав блінкер»).

Примітка. У реальному розподільному пристрої збірки ШЗА та ВШ аварійної звукової та попереджувальної сигналізації знаходяться у

схемі центральної сигналізації, яка розташована у шафі з трансформаторами напруги. Там же знаходиться й звуковий сигнальний пристрій (гудок, дзвінок, сирена). В лабораторному зразку схеми ШЗА та ВШ замкнені через резистор R на шини сигналізації ШС.

На схемі виділені такі вузли (рисунок 3.1):

A10 – апарати, які розташовані на візку (сполучені з шафою через роз'єми);

A1 – контакт реле напруги резервного вводу (замкнутий при наявності напруги резервного джерела);

A2 – контакт контролю положення візка трансформатора напруги (замкнутий при робочому положенні).

Якщо зникає напруга на секції розподільного пристрою (замикаються контакти KV1 та KV2) з витримкою часу реле КТ подає команду на вимикання ввідного вимикача (при наявності напруги резерву), що спричиняє вмикання резервного вводу або секційного вимикача. Сигнальне реле КН4 видає сигнал «Спрацювання системи АВР». Імітується вмиканням тумблера S3 (на дверях релейної шафи). A3 та A4 - контакти реле контролю напруги на збірних шинах. Під час горіння дуги напруга знижується і A3 – замкнеться, а A4 – розімнеться. Імітується вмиканням тумблера S3 з одночасним підняттям кришки люка шафи КМ-1Ф.

Завдання на підготовку до лабораторної роботи

Пригадати з курсу „Електричних апаратів” призначення, принцип дії та конструкцію малооливного вимикача ВК-10, трансформаторів струму ТОЛ-10, пружинного приводу [1, стор. 307-308, 342-344; 2, стор. 137-167; 214-226]

Пригадати основні відомості про комплектні розподільні пристрої з викотними елементами [3, стор. 6-24, 27-31; 85-94, 5, стор. 5-85].

Розглянути принципи складання схем сигналізації та блокування [2, стор. 500-530; 4, стор. 86-90;].

Розглянути призначення та принцип дії дугового захисту [4, стор. 37-39]

Контрольні запитання

1. Поясніть принцип роботи схеми з дешунтуванням електромагнітів вимикання YAA1 та YAA2 ? Де вони розташовані на приводі ?

2. Покажіть на схемі та приводі елемент, який запобігає вмиканню вимикача при послабленій пружині ?
3. Як виконується блокування багаторазових вмикань на коротке замикання ?
4. Яке призначення мають проміжні реле KL11 та KL12 ?
5. Що таке дуговий захист і як він працює ?
6. Які види блокувань використовуються у КМ-1Ф ?
7. Яке призначення проміжного реле KL10 ?
8. У яких положеннях може знаходитись візок ?
9. Поясніть взаємодію елементів схеми при вмиканні та вимиканні ВК-10 (оперативному та аварійному).

Вказівки з техніки безпеки

Усі дослідження відбуваються при небезпечній для життя напрузі 220 В змінного струму. Металева шафа КМ-1Ф занулена, що створює небезпеку одночасного доторкання до шафи та струмовідних провідників або труб системи опалення. Додаткову небезпеку створюють рухомі елементи приводу вимикача та сам викотний візок (загроза отримати травму).

Вмикання вимикача та заведення пружин супроводжуються різкими звуками, які можуть налякати студентів, що знаходяться у лабораторії, тому перед вмиканням вимикача потрібно попередити усіх студентів.

Вивчення стенду та установки мають відбуватися при вимкнутій напрузі.

Подачу напруги у лабораторію здійснює викладач (після попередження студентів), а на стенд – студентами з дозволу викладача.

Порядок виконання лабораторної роботи

1. Вивчити компоновку електрообладнання головного кола в шафі, відчинити релейну шафу і знайти елементи захисту, керування та сигналізації. Записати паспортні дані шафи та обладнання.

2. Зняти кришку з приводу та, використовуючи плакат, знайти основні елементи: двигун заводу пружини, електромагніти керування: вмикання УАС та вимикання УАТ, електромагніти захисту: струмові УАА та напруги УАВ. Дотримуючись обережності, важелями ручного

керування увімкнути та вимкнути вимикач, спостерігаючи за зміною положення механізмів приводу. Вручну завести пружину.

3. Перевірити блокування викочування увімкнутого вимикача. Для цього потрібно увімкнути вимикач і переконатися, що педаль заблокована. Вимкнути вимикач, натиснути педаль та спеціальним важелем перемістити візок у положення, проміжне між робочим та контрольним. Переконатися у неможливості вмикання вимикача у такому положенні. Поставити візок у контрольне положення. Перевірити зняття блокування.

4. Відокремити роз'єми оперативного кола та викотити візок із шафи. Звернути увагу на те, що розетки роз'ємних контактів головного кола закріплені на полюсах вимикача, а штирі знаходяться усередині прохідних ізоляторів і автоматично закриваються шторками з ізоляційного матеріалу при викочуванні візка. Вимикальна пружина розташована на рамі візка внизу за панеллю. Перевірити її роботу при вмиканні та вимиканні вимикача (важелями ручного керування).

5. Знайти та випробувати привод уземлювальних ножів. Звернути увагу на те, що не можна повернути візок на місце, якщо увімкнута уземлювальний роз'єднувач. Зняти уземлення, увести та зафіксувати візок у робочому положенні. З'єднати роз'єми оперативного кола. Подати живлення до кіл керування та сигналізації. Випробувати роботу схеми при оперативному керуванні (ключ SA1).

6. Випробувати роботу схеми при аварійному вимиканні, імітуючи перевантаження (вмикання тумблера S4) та коротке замикання (одночасне вмикання тумблерів S4 та S5). Звернути увагу на те, що для повернення вказівного реле КН-10 у вихідне положення, руків'я ключа керування SA1 потрібно повернути у положення «Вимкнути» (щоб вернути у вихідне положення реле KL10).

7. За допомогою ключа SA3 увімкнути захист від дугових замикань. Випробувати його роботу. Переконатися що при піднятті кришки відсіку збірних шин спрацьовує лише вказівне реле КН6 «Пошкодження вихлопного клапана». Для імітації виникнення дугового замикання потрібно увімкнути тумблери S3, S4 та підняти кришку відсіку збірних шин.

Зміст звіту

1. Тема та мета лабораторної роботи.
2. Головна схема шафи та паспортні дані шафи, апаратів головного кола та приводу.
3. Електричні схеми КМ-1Ф (рис.3.1). Коротке пояснення взаємодії елементів при оперативному та аварійному режимах роботи схеми.
4. Висновки.

Література

1. Чунихин А.А. Электрические аппараты: Общий курс - М.: Энергоатомиздат, 1988-720с.
2. Электрическая часть станций и подстанций./Под ред. А.А. Васильева М.: Энергоатомиздат 1990-576с.
3. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. - М.: Энергоатомиздат, 1987-648с.
4. Дорошев К.И. Эксплуатация комплектных распределительных устройств 6-220 кВ. – М.: Энергоатомиздат, 1987 – 336 с.

Лабораторна робота № 4

КОМІРКА КОМПЛЕКТНОГО РОЗПОДІЛЬНОГО ПРИСТРОЮ СЕРІЇ КУ-10Ц

Мета роботи: вивчити конструктивні особливості шафи, склад та компоновку обладнання головного кола комплектного розподільного пристрою КУ-10Ц. Дослідити пристрої та схеми керування, захисту та сигналізації.

Загальні відомості

Комплектні розподільні пристрої (КРП) внутрішньої установки серії КУ-10Ц з вакуумними вимикачами призначені для приймання та розподілення електричної енергії трифазного змінного струму промислової частоти 50 Гц напругою 6 – 10 кВ в мережах з ізольованою або уземленою через дугогасний реактор нейтраллю.

На відміну від інших комірок КРП, що знаходяться в лабораторії та які виготовлені в різні роки Запорізьким заводом високовольної апаратури (КСО-272, КРУ2-10-20, КМ-1Ф), комірка КУ-10Ц виготовляється Рівненським заводом високовольної апаратури.

В комірці, що знаходиться в лабораторії, використовується вакуумний вимикач VM1S виробництва ABB. Після деякої модернізації вимикача та привода на заводі апарат одержав шифр ВР (вакуумний рівненський). Завод випускає такі вимикачі чотирьох серій (ВР1, ВР2, ВР3 та ВР6) на струми від 630 до 3150 А зі струмом вимикання 20, 31,5 та 40 кА для заміни оливних та електромагнітних вимикачів в електроустановках напругою 10 кВ (ВР6 – на 6 кВ для РП власних потреб електричних станцій).

У вимикачах серії ВР використовуються найсучасніші вакуумні камери виробництва ABB Calor Mag, які спеціально розроблені для використання в литих з епоксидного компаунда полюсах. Контакти мають просту конструкцію та виготовлені із спеціальних легованих стопів. У вимикачах серії ВР використовується універсальний електромагнітний привод. Для утримання вимикача в увімкнутому або вимкнутому положеннях використовується енергія потужних магнітів. Фіксація відбувається за рахунок використання принципу „магнітної

засувки”, а саме – замикання магнітного кола вмикання або вимикання якорем, який механічно зв’язаний з рухомими контактами вакуумних камер. Завдяки спеціальній конструкції привода постійний магніт намагнічується тільки в одному напрямку та ніколи не розмагнічується. Це додатково підвищує надійність та термін служби привода. Привод керується за допомогою універсального електронного блока керування, який розташований в корпусі вимикача.

Вмикання відбувається за рахунок енергії попередньо заряджених конденсаторів. Завдяки використанню конденсаторів досягаються кращі часові характеристики привода, а також можливість вимикання вимикача при зникненні напруги в колах оперативного керування.

КРП серії КУ-10Ц виготовляються як шафи з однобічним обслуговуванням.

Шафа зменшена за глибиною на 30 см порівняно з КМ-1Ф, замість порцеляни ізолятори виготовлені з пластмаси. Конструкція шаф КРП серії КУ-10Ц наведена на рисунку 4.1. З метою зниження витрати дорогих ізоляційних матеріалів та підвищення ізоляційної міцності на відпаюваннях 8 збірних шин 9 використані порцелянові прохідні ізолятори 6, які встановлені на металевій опорі 7.

Розміщення обладнання в шафі стандартне. Шафа має чотири відсіки: два позаду – відсік збірних шин В (в якому вертикально розташовані три фази збірних шин 9) та відсік підключення кабелів Б (в якому розташовані трансформатори нульового захисту 1, муфти кабелів 2, уземлювач 3, трансформатори струму 4 у крайніх фазах та обмежувачі перенапруг 19) та два попереду: внизу відсік виходного елемента А (в якому розташовані вимикач на візку 17, штепсельний роз’єм 11, переділи 15 та 18), угорі релейна шафа Г (усередині якої знаходяться автомати живлення постійним струмом, реле контролю та захисту). На задній стінці та нанизу камери знаходяться монтажні рейки оригінальної конструкції – замість гвинтового кріплення проводів використовуються підпружинені затискачі.

На верхніх дверях релеяного відсіку з простим замком розміщені контрольні та сигнальні прилади: амперметр, лічильник активної енергії, сигнальні реле (блінкери), що вмикають звуковий сигнал (дзвоник у верхньому відсіку) та інформують оператора РП про виникнення нештатної ситуації (аварійного вимикання, замикання на „землю” кабельної лінії тощо).

Фасадні двері 12 (нижні) камери де розміщено вимикач на візку мають оригінальну конструкцію надійної фіксації за всім периметром – замість звичайного замка встановлений механізм підймання щита дверей, який спеціальними вирізами заходить за штирі на боках камери, щільно прикриваючи її. Посередині щита вирізане оглядове віконце, закрите прозорим оргсклом, яке забезпечує візуальний контроль положення вимикача при зачинених дверях, та два отвори, закриті поворотними пластинками: центральний – для ключа – важеля, за допомогою якого переміщують вимикач на візку з робочого стану в контрольне положення. Тобто візок з вимикачем на відміну від інших камер може пересуватись на рамі самого візка.

Другий отвір (праворуч від центру) – для спеціального важеля з пружиною на штирі, за допомогою якого (поворотом проти годинникової стрілки) можна вимкнути вакуумний вимикач при відсутності оперативного струму. Пружина є амортизатором, який гасить енергію удару рухомої частини вимикача, що долає силу магнітів, які утримують рухомі контакти вакуумних камер.

Нижні втичні контакти вимикача проходять у відсік лінійних шин Б через отвір, що утворений нижнім та верхнім ізоляційними переділами 14. Верхній переділ має скляне вікно для візуального спостереження за станом кабельних муфт 2, за положенням уземлювача 3 та станом вторинних виводів трансформатора струму 4. Металевий переділ 5 розділяє наглухо відсіки збірних шин В і лінійних шин Б.

У шафі є ізоляційні шторки: верхня 10 та нижня 13, які закривають доступ до контактів, що можуть залишатися під напругою в ремонтному положенні викотного елемента 17.

З боку відсіку Б відсік збірних шин В відокремлений металевим переділом 5. Так, у локалізаційному відношенні відсік збірних шин В цілком відокремлений від відсіків А та Б. Відсіки ж А та Б при виникненні в них відкритої дуги к.з. працюють як один відсік з вихлопним каналом Д. Над відсіками В та Д влаштовані клапани з давачами – кінцевими вимикачами.

Конструкція викотного елемента складається з двох основних частин: рухомої частини та нерухомої частини. Рухома частина за допомогою гвинта приводного механізму переміщується між робочим та контрольним положеннями. Конструкція передбачає переміщення рухомої частини при закритих дверях.

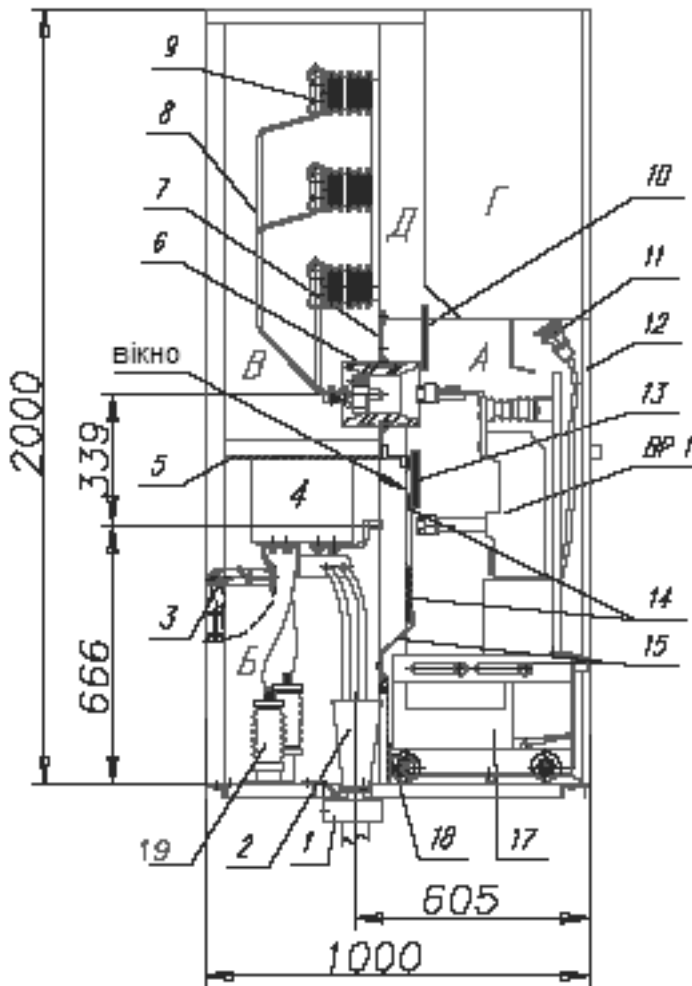


Рисунок 4.1 – Шафа КУ-10Ц з вимикачем у контрольному положенні

Як основна апаратура в шафах використовуються: трансформатори струму ТЛК-10, ТВЛ; трансформатори напруги ЗНОЛ-06, НОЛ-08, НАМИ; розрядники РВО; обмежувачі перенапруг ОПНС; трансформа-

тори струму нульової послідовності ТЗЛМ; запобіжники високовольтні ПКТ; запобіжники трансформаторів напруги ПКН.

Вимикачі можуть комплектуватися пружинним або електромагнітним приводом.

У шафі з вимикачем може бути до трьох високовольтних кабелів $3 \times 240 \text{ мм}^2$.

Шафа має розвинуту систему блокувань, які виключають помилки обслуговувального персоналу. До них належать блокування повторно-го вмикання (суть якої полягає у тому, що при зберіганні команди „увімкнути” та одночасній команді „вимкнути” вимикач вимикається та повторно не вмикається. При подаванні команди „увімкнути” у коло 2-3 наприкінці вмикання спрацьовує реле KBS і своїм контактом стає на самопідтримування, перебуваючи в увімкнутому стані весь час доки зберігається команда „увімкнути”. Реле KBS своїм контактом розмикає живлення котушки контактора КМ і тим самим блокує повторне вмикання вимикача. Для здійснення повторного вмикання треба зняти команду „увімкнути”, а потім знову її подати).

Блокування викочування візка з вимикачем з шафи, якщо вимикач знаходиться у робочому положенні (механічно заблокована педаль).

Блокування переміщення візка з вимикачем усередині КРП з робочого положення в контрольне та назад при увімкнутому вимикачеві.

Блокування вмикання вимикача між робочим та контрольним положенням.

Блокування вмикання уземлювача, якщо вимикач знаходиться у робочому положенні (заблокована кришка над приводом уземлювача)

Блокування переміщення вимикача з контрольного положення у робоче, якщо не вимкнутий уземлювач.

Блокування аварійного вмикання з живленням від трансформаторів струму головних кіл забезпечує вмикання вимикача при відсутності напруги в колах оперативного струму.

На рисунку 4.2 наведені електричні схеми шафи КУ-10Ц. Всі елементи схеми відповідають положенню вимикача "Відключено". Оперативний постійний струм напругою 220 В подається в шафу через два автомати SF1 (на 6,3 А) та SF2 (на 2,5 А) відповідно на силовий блок привода (Q1) та блок керування.

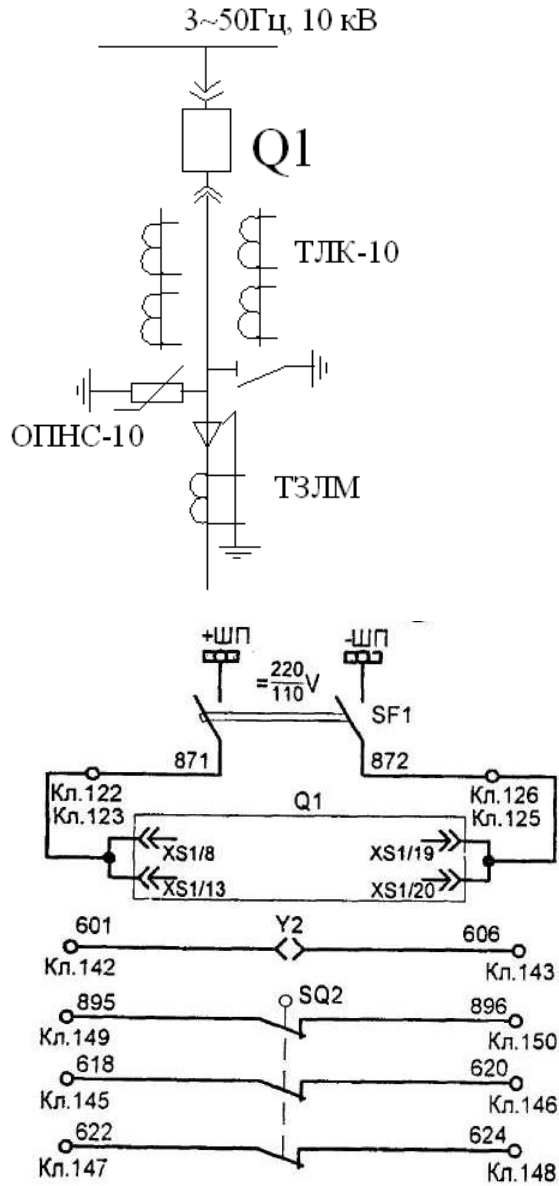


Рисунок 4.2 – Електричні схеми шафи КУ-10Ц

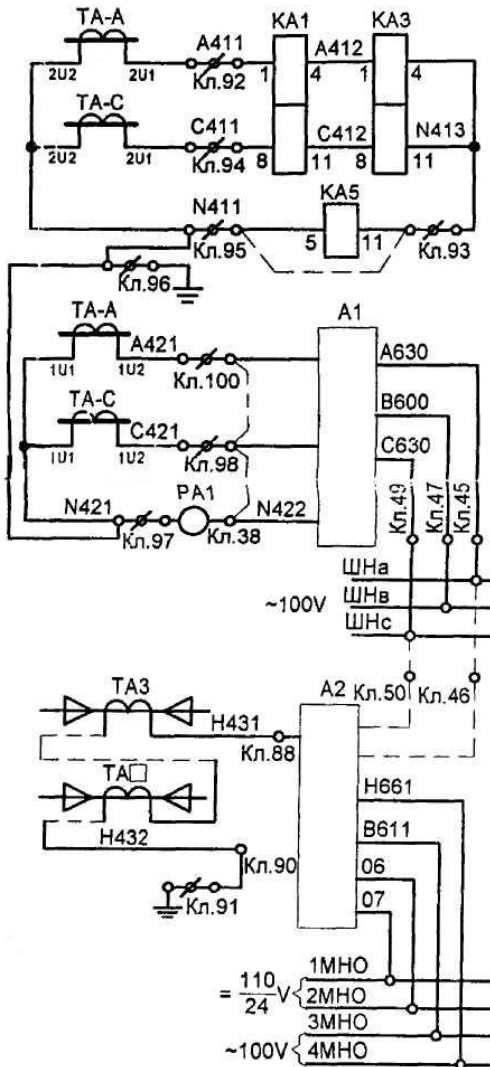


Рисунок 4.2, аркуш 2

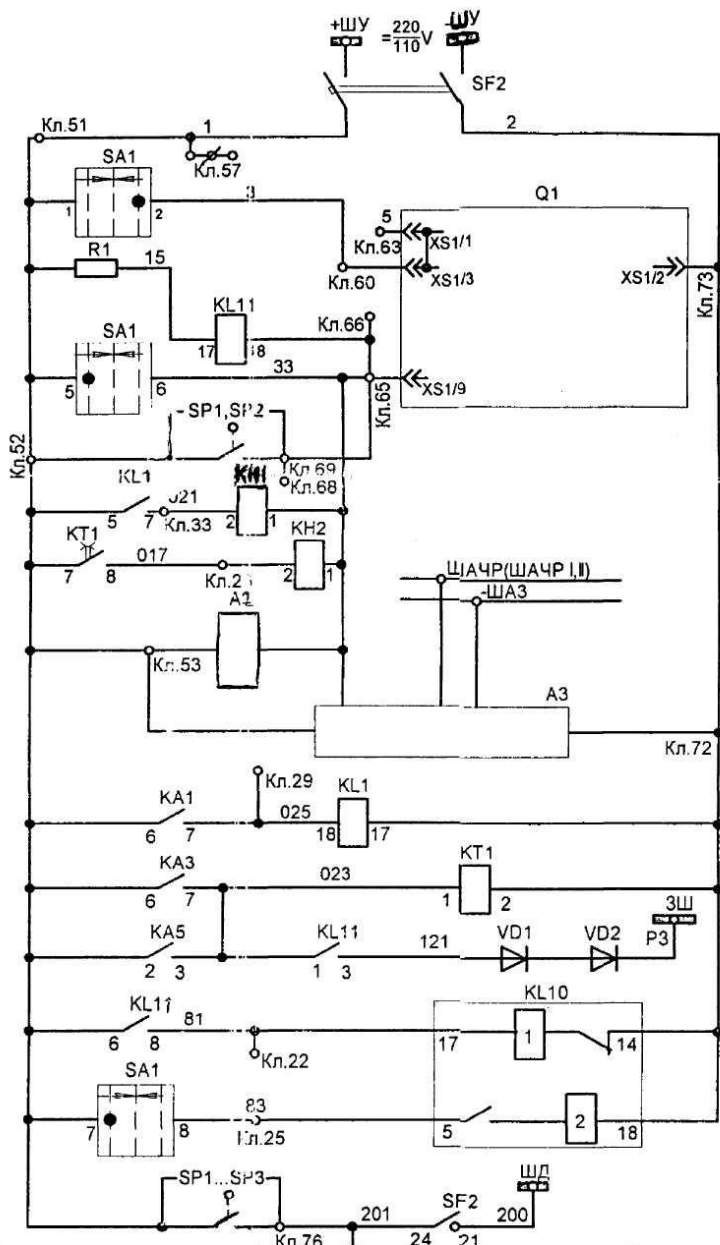


Рисунок 4.2, аркуш 3

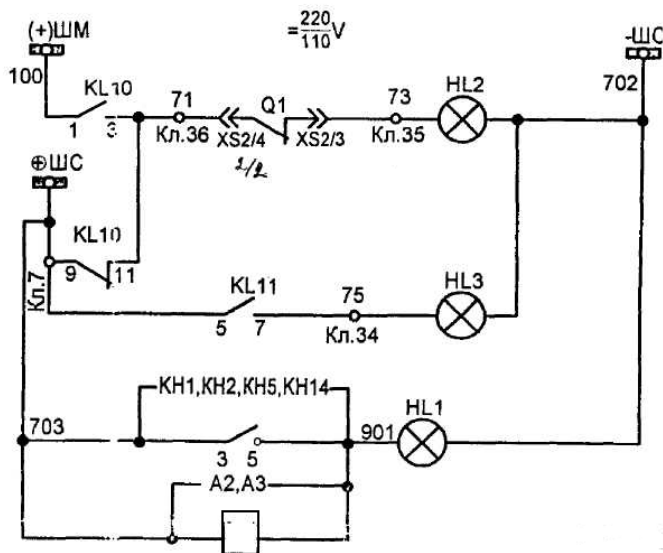
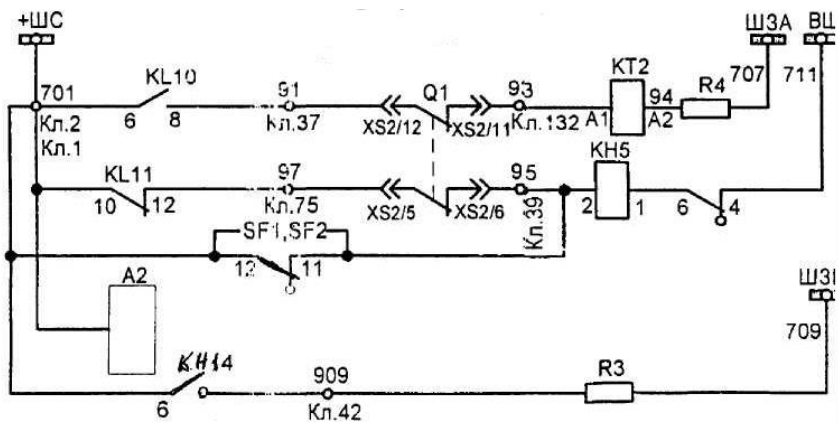


Рисунок 4.2, аркуш 4

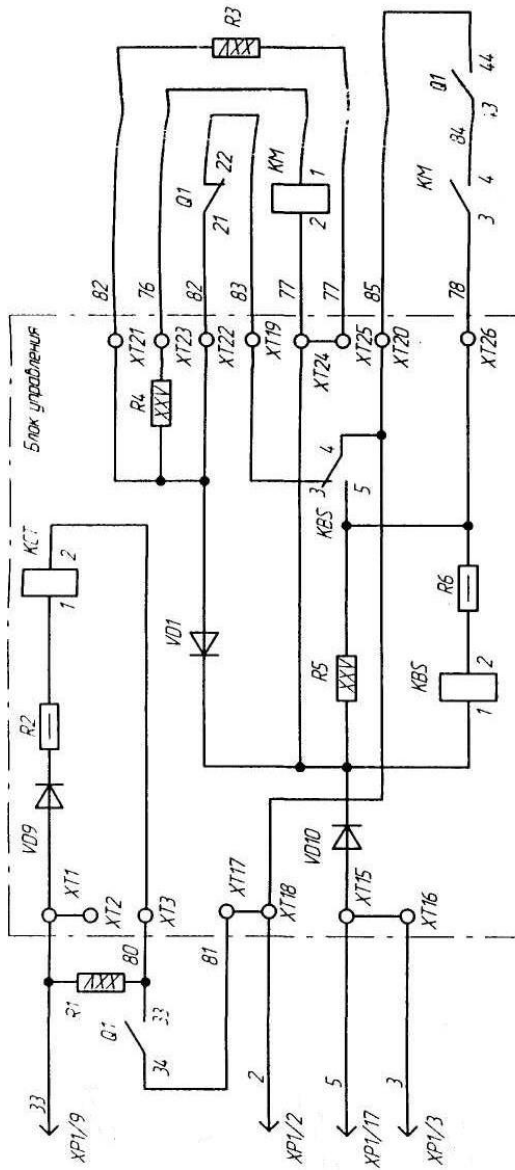


Рисунок 4.2, аркуш 5

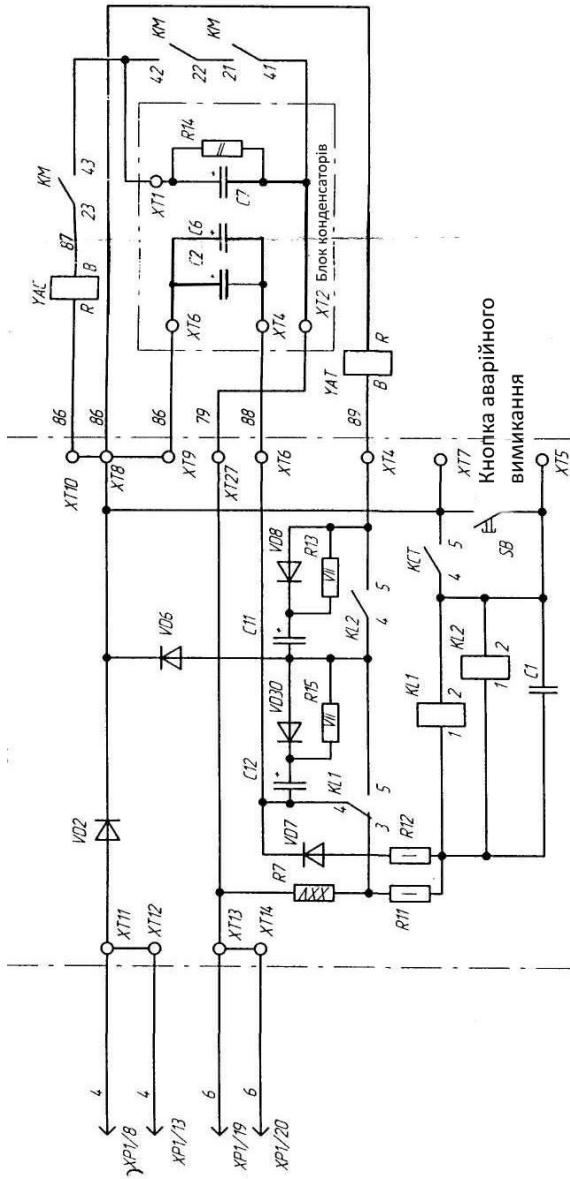


Рисунок 4.2, аркуш 6

Для вмикання вимикача необхідно через котушку вмикання пропустити постійний струм, при якому сила дії в магнітному ланцюзі вмикання, не дивлячись на великий проміжок між якорем і магнітопроводом, перевищить силу притягання постійними магнітами якоря в магнітному ланцюзі вимикання, де аналогічний проміжок відсутній. Як тільки сила тяги досягне достатньої величини (величини рушання) якір електромагніта починає із прискоренням рухатися, що пускає в хід весь кінематичний ланцюг вимикача. Якір вставкою через проміжний вал діє на тягу. Тяга, пов'язана з основним валом, повертає його. При цьому ізоляційні тяги полюсів, закріплені на важелях основного вала, починають рухатися нагору. Після замикавання контактів ВДК пружини підтискання, установлені в ізоляційних тягах починають стискуватися. Торкання якоря магнітопроводу вказує, що вимикач увімкнутий і відбувається його фіксація в цьому положенні "магнітною засувкою". Чим менше стає проміжок між якорем і магнітопроводом магнітного ланцюга, тим більше сила тяги постійних магнітів. Отже, вмикання вимикача відбувається в результаті спільної дії магніторушійної сили котушки вмикання зі струмом і дії постійних магнітів, що мають велику енергоємність. При цьому покажчик положення вимикача переміщається разом з якорем електромагніта й у вікні фасадного переділу з'являється напис "ВКЛ".

Для вимикання вимикача необхідно через котушку вимикання електромагніта пропустити постійний струм у напрямку, при якому сила дії на якір перевищить результівну силу втримання "магнітної засувки". Сила втримання у включеному положенні дорівнює різниці між силами притягання постійних магнітів, притягання ВДК трьох полюсів і силою трьох груп пружин підтискання полюсів вимикача.

Після того, як вищевказане відбувається, якір електромагніта починає рухатися. На першій ділянці руху (приблизно третя частина ходу) головні контакти ВДК продовжують бути замкнутими, а стиснуті тарілчасті пружини підтискання розтискаються й тим самим забезпечують необхідну початкову швидкість головних контактів вимикача під час процесу дугогасіння.

Після того як пружини підтискання розтиснулися на величину ходу пружин підтискання, починають розмикатися контакти ВДК і починає відбуватися процес гасіння електричної дуги.

При цьому одночасно рухається проміжний вал, тяга, основний вал і ізоляційні тяги полюсів. Важелі на основному валу діють на шток

блоків-контактів положення вимикача Q1, Q2 і Q3 і їхні контакти перемикаються.

Процес вимикання закінчується тим, що якір електромагніта замикає собою магнітний ланцюг вимикача електромагніта й тим самим чітко фіксує вимикач у відключеному положенні "магнітною засувкою", що забезпечують постійні магніти електромагніта. Показчик положення вимикача при цьому переміщається разом з якорем і у вікні фасадного переділу з'являється напис "ОТКЛ".

При нормальній експлуатації вимикача на проводи 4 – 6 завжди подається напруга, забезпечуючи підзарядку конденсаторів C2...C6, а при відсутності напруги діод VD2 дає можливість довгостроково зберігати на цих конденсаторах заряд, що використовується для вимикання вимикача.

Команда "увімкнути" виконується подачею напруги на проводи 3 – 2. Команда "вимкнути" виконується подачею напруги на проводи 33 – 2.

Живлення електромагніта YAC і заряд конденсаторів C2...C6, енергія яких використовується для живлення електромагніта YAT, здійснюється ланцюгом 4 – 6.

При подачі в ланцюг 3 – 2 команди "увімкнути" спрацьовує контактор КМ і замикає свої контакти пропускаючи струм через котушку вмикачання YAC електромагніта. Струм зростає і якір електромагніта починає із прискоренням рухатися вмикаючи вимикач. При цьому, внаслідок виникнення електрорушійної сили руху, струм у котушці вмикачання YAC досягає свого максимуму й починає зменшуватися. Одночасно через контакти КМ іде розряд конденсатора C7 (якщо конденсатор не встиг саморозрядитися від моменту попереднього вмикачання вимикача). Замикаються контакти вакуумної камери. При подальшому русі електромагніт здійснює необхідне підтискання контактів вакуумної камери (приблизно 4 мм) через тарілчасті пружини, вмонтовані в тягу полюсу. Далі магнітний ланцюг електромагніта замикається й рух якоря припиняється, електрорушійна сила руху зникає й струм знову починає зростати.

Під час руху якоря блоки-контакти розмикаються й живлення котушки контактора КМ припиняється, але його відпадиння відбувається із затримкою, обумовленою шунтувальним ланцюгом R4-VD1. Тому що на конденсаторі C7 напруга дорівнює нулю, то контакти КМ зашунтовані конденсатором розмикачання без дуги, що призводить до

швидкого зменшення струму в котушці вмикання УАС. Струм припиняється. Процес вмикання завершений. Вимикач надійно фіксується в увімкненому положенні за допомогою "магнітної засувки".

При подачі в ланцюг 33 – 2 команди "відключити" спрацьовує реле КСТ. При цьому реле КСТ через свій контакт вмикає вихідні реле KL1 і KL2 із затримкою, які розряджають попередньо заряджені конденсатори C2...C6 на котушку відключення УАТ. Струм у котушці УАТ зростає й разом з тим зростає сила, що діє на якір і прагне зірвати його з "магнітної засувки". Якір під дією сили, що виникає внаслідок розряду конденсаторів, а також сили тарілчастих пружин підтискання починає із прискоренням рухатися в напрямку відключення вимикача. Розмикаються контакти вакуумної камери. Якір за інерцією переходить у крайнє праве положення й надійно фіксується у відключеному положенні за допомогою "магнітної засувки". Під час руху якоря розмикаються блок-контакти, живлення котушки КСТ припиняється. КСТ розмикає свій контакт. Після цього припиняється живлення котушок реле KL1 і KL2 і їхні контакти розмикають ланцюг розрядки конденсаторів C2...C6 на котушку УАТ. Для поліпшення комутації контакти KL1 і KL2 зашунтовані ланцюгами C12-VD30 і C11-VD8 відповідно.

Вихідні реле KL1 і KL2 спрацьовують при подачі команди "відключити" із затримкою, що обумовлена зарядом ємності C1. Дана затримка необхідна для того, щоб при включенні струмів короткого замикання процентний вміст аперіодичної складової не перевищував допустимої величини.

Завдання на підготовку до лабораторної роботи

Пригадати з курсу „Електричних апаратів” призначення, принцип дії та конструкцію вакуумного вимикача ВР1, трансформаторів струму ТЛК-10, ТЗЛМ, електромагнітного приводу [1, стор. 307-308, 342-344; 2, стор. 137-167; 214-226]

Пригадати основні відомості про комплектні розподільні пристрої з викотними елементами [3, стор. 6-24, 27-31; 85-94, 5, стор. 5-85].

Розглянути принципи складання схем сигналізації та блокування [2, стор. 500-530; 4, стор. 86-90;].

Розглянути призначення та принцип дії дугового захисту [4, стор. 37-39]

Контрольні запитання

1. Чим шафа КУ-10Ц відрізняється від інших шаф у лабораторії?
2. З яких відсіків складається шафа КУ-10Ц ?
3. Як виконується блокування багаторазових вмикань на коротке замикання ?
4. Яке призначення мають проміжні реле KL11 та KL12 ?
5. Що таке дуговий захист і як він працює ?
6. Які види блокувань використовуються у КУ-10Ц ?
7. Яке призначення проміжного реле KL10 ?
8. Чим візок шафи КУ-10Ц відрізняється від візків шаф КРУ2-10-20 та КМ-1Ф?
9. У яких положеннях може знаходитись візок ?
10. Поясніть взаємодію елементів схеми при вмиканні та вимиканні ВР1 (оперативному та аварійному).
11. Яке призначення реле КСТ?
12. Як працює „магнітна засувка”?
13. Поясніть роботу механізму ручного вимикання.
14. Яке призначення ізоляційних шторок?
15. Навіщо у відсіку кабельних ліній встановлені обмежувачі перенапруг?
16. Що потрібно зробити щоб викотити візок з вимикачем з шафи?

Вказівки з техніки безпеки

Усі дослідження відбуваються при небезпечній для життя напрузі 220 В змінного струму. Металева шафа КУ-10Ц занулена, що створює небезпеку одночасного доторкання до шафи та струмовідних провідників або труб системи опалення. Додаткову небезпеку створюють рухомі елементи приводу вимикача та сам викотний візок (загроза отримати травму).

Вмикання та вимикання вимикача супроводжуються різкими звуками, які можуть налякати студентів, що знаходяться у лабораторії, тому перед вмиканням вимикача потрібно попередити усіх студентів.

Вивчення стенду та установки мають відбуватися при вимкнутій напрузі.

Подачу напруги у лабораторію здійснює викладач (після попередження студентів), а на стенд – студентами з дозволу викладача.

Порядок виконання роботи

1. Оглянути шафу КУ-10Ц. Вивчити компоновку електрообладнання головного кола в шафі. Записати паспортні дані шафи та обладнання. Оглянути двері відсіку викотного елемента, знайти отвори для переміщення вимикача з робочого положення у контрольне та для ручного вимикання вимикача при зникненні оперативного струму. Відчинити релейну шафу і знайти елементи захисту, керування та сигналізації. Записати паспортні дані автоматів АП-50Б, сигнальних реле, вимірювальних приладів та ключа керування. Оглянути монтажні рейки на дні камери на задній стінці, зрозуміти принцип монтажу. Увімкнути автомати АП-50Б (SF1 та SF2) та зачинити двері релейної шафи.

2. Увімкнути вакуумний вимикач (для цього обернути ключ керування SA1 на дверях релейної шафи праворуч). Перевірити дію блокування переміщення вимикача з робочого положення у контрольне, використовуючи для цього отвір у дверях відсіку викотного елемента та спеціальний ключ – важіль. Потім, використовуючи інший отвір і спеціальний важіль з пружиною на штирі, здійснити ручне вимикання вимикача (для цього треба обернути ключ проти годинникової стрілки). Упевнитися, що тепер можна перевести вимикач з робочого положення у контрольне.

3. Відчинити двері відсіку викотного елемента за допомогою спеціального ключа. Звернути увагу на конструкцію надійної фіксації цих дверей. Упевнитися, що коли вимикач вимкнутий та знаходиться у контрольному положенні, то візок з вимикачем можна викотити з шафи (перевести у ремонтне положення). Це можна зробити натиснувши на педаль та потягнувши за ручки на візку (встановивши попередньо спеціальну раму та від'єднавши штепсельний роз'єм).

4. Знайти та випробувати привод уземлювальних ножів. Упевнитися, що коли вимикач знаходиться у контрольному положенні, то можна підняти кришку та спеціальним ключем червоного кольору повер-

нути контакти уземлення у відсіку кабельних ліній (на виводах трансформаторів струму). Звернути увагу на те, що це можна зробити не викочуючи візок з шафи. Упевнитися, що коли уземлювач увімкнтий, то блокується механізм переміщення вимикача з контрольного положення у робоче. Вимкнути уземлювач.

5. Перемістити вимикач у положення, проміжне між робочим та контрольным. Переконалися у неможливості вмикання вимикача у такому положенні. Поставити візок у контрольне положення. Перевірити зняття блокування.

6. Відокремити штепсельні роз'єми оперативного кола та викотити візок із шафи. Звернути увагу на те, що розетки роз'ємних контактів головного кола закріплені на полюсах вимикача, а штирі знаходяться усередині прохідних ізоляторів і автоматично закриваються шторками з ізоляційного матеріалу при викочуванні візка. Оглянути візок. Оглянути вимикач та записати його паспортні дані. Повернути візок на місце (у контрольне положення).

7. Увімкнути вимикач. Упевнитися, що тепер не можна перевести вимикач з контрольного положення у робоче. Вимкнути вимикач і перевести його з контрольного положення у робоче. Зачинити двері відсіку викотного елемента.

Зміст звіту

1. Тема та мета лабораторної роботи.
2. Головна схема шафи та паспортні дані шафи, апаратів головного кола та приводу.
3. Електричні схеми КУ-10Ц(рис.4.2). Коротке пояснення взаємодії елементів при оперативному та аварійному режимах роботи схеми.
4. Висновки.

Література

1. Чунихин А.А. Электрические аппараты: Общий курс - М.: Энергоатомиздат, 1988-720с.

2. Электрическая часть станций и подстанций. /Под ред. А.А. Васильева М.: Энергоатомиздат 1990-576с.
3. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. - М.: Энергоатомиздат, 1987-648с.
4. Дорошев К.И. Эксплуатация комплектных распределительных устройств 6-220 кВ. – М.: Энергоатомиздат, 1987 – 336 с.