

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики та водного
господарства

Кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих
технологій

04-03-385М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни
«Електрична частина станцій та підстанцій» (частина 1)
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за
освітньо-професійною програмою «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою з якості
ННІ ЕАВГ
Протокол № 8 від 23.04.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Електрична частина станцій та підстанцій» (частина 1) для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Василюк С. В., Василюк К. С., Ільчук В. В. – Рівне : НУВГП, 2024. – 60 с.

Укладачі:

- Василюк С. В.** професор кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій, доктор технічних наук, професор;
- Василюк К. С.** старша викладачка кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій, докторка філософії;
- Ільчук В. В.** старший викладач кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Відповідальний за випуск:

Древецький В. В., завідувач кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій, доктор технічних наук, професор.

Керівник групи забезпечення спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»:

Василюк С. В., професор кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій, доктор технічних наук, професор.

© С. В Василюк.,
К. С. Василюк,
В. В Ільчук., 2024
© НУВГП, 2024

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Лабораторна робота №1. Дослідження улаштування шафи типу ШВВ-10-20-01-630 пристрою комплектного розподільчого серії КУ 10С.....	6
1.1 Короткі теоретичні відомості.....	6
1.1.1 Призначення комплектного розподільчого пристрою...	6
1.1.2 Структура умовного позначення.....	7
1.1.3 Значення основних параметрів шафи ШВВ-10-20-01-630.....	8
1.1.4 Схема з'єднання головних кіл шафи ШВВ-10-20-01-630.....	9
1.1.5 Конструкція шафи.....	9
1.1.6 Заземлювач.....	14
1.1.7 Висувний елемент.....	15
1.1.8 Операції при обслуговуванні шафи.....	16
1.1.9 Заходи безпеки.....	17
1.2 Опис обладнання.....	19
1.3 Завдання.....	19
1.4 Порядок виконання роботи.....	19
1.5 Вміст звіту з лабораторної роботи.....	22
1.6 Контрольні запитання.....	24
Лабораторна робота №2. Дослідження улаштування вимикача вакуумного типу ВРС-10 з електромагнітним приводом.....	25
2.1 Конструкція вакуумного вимикача ВРС-10.....	25
2.1.1 Загальні відомості.....	25
2.1.2 Структура умовного позначення вимикача.....	26
2.1.3 Основні технічні параметри вакуумного вимикача.....	27
2.1.4 Конструкція вакуумного вимикача з електромагнітним приводом.....	28
2.1.5 Принцип дії вимикача.....	32

2.1.6 Блок управління вимикача ВРС-10.....	34
2.1.7 Схема з'єднань блока управління.....	41
2.1.8 Принципова електрична схема блока управління.....	44
2.2 Опис обладнання.....	48
2.3 Завдання.....	48
2.4 Порядок виконання роботи.....	48
2.5 Вміст звіту з лабораторної роботи.....	51
2.6 Контрольні запитання.....	51
Література.....	53
Додаток А. Призначення елементів блока управління вимикача ВРС-10.....	54
Додаток Б. Таблиця з'єднань.....	55
Додаток В. Характеристики кіл та адреси підключення контактів штекера ХР.....	59
Додаток Г. Характеристики кіл та адреси підключення контактів клемної колодки ХТ.....	60

ВСТУП

Метою освітнього компонента є формування у здобувача вищої освіти знань та практичних вмінь з проектування, спорудження, реконструкції та експлуатації електричних станцій і підстанцій та вивчення їх електрообладнання.

В результаті вивчення даного курсу здобувач освіти повинен набути наступних компетентностей: здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг; здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання; здатність організовувати та координувати роботи з інжинірингу об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Тематика лабораторних робіт тісно пов'язана з лекціями, тому під час підготовки до лабораторної роботи необхідно ґрунтовно вивчити відповідний теоретичний матеріал. Крім того, готуючись до лабораторної роботи, студент має ознайомитися з методичними вказівками. Лабораторні роботи виконуються на лабораторних стендах під напругою, тому допуск до виконання робіт надається тільки після проходження інструктажу з техніки безпеки з фіксацією у спеціальному журналі. Подавати напругу на стенд можна тільки з дозволу та під контролем викладача.

За результатами виконання кожної лабораторної роботи студент готує звіт згідно з вимогами, які наведені в кінці вказівок до кожної роботи. Студент має представити та захистити викладачеві звіт на наступному лабораторному занятті. Під час підготовки до захисту слід орієнтуватися на перелік контрольних запитань.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Дослідження улаштування шафи типу ШВВ-10-20-01-630 пристрою комплектного розподільчого серії КУ 10С

Мета: ознайомитися з конструктивним виконанням шафи ШВВ-10-20-01-630 пристрою комплектного розподільчого КРП.

1.1 Короткі теоретичні відомості

1.1.1 Призначення комплектного розподільчого пристрою

Комплектний розподільчий пристрій (КРП) призначений для використання в розподільчих пристроях власних потреб електричних станцій, електричних підстанцій, в електроустановках промислових підприємств. Пристрій КРП серії КУ 10С призначений для роботи в мережах трифазного змінного струму класу напруги 10 кВ частоти 50 Гц, розрахований на номінальні струми 630...3150 А, струм відключення 20; 25; 31,5; 40 кА. Пристрій призначено для систем з ізольованою, заземленою через дугогасний реактор або активний опір нейтраллю, рис. 1.1.

КРП являє собою набір окремих шаф з комутаційними апаратами та іншою високовольною комплектуючою апаратурою, приладами вимірювання, пристроями автоматики та захисту, а також апаратурою керування, сигналізації та іншими допоміжними пристроями. Шафи з'єднуються між собою відповідно до електричної схеми.



Рисунок 1.1 – Комплектний розподільчий пристрій КРП серії КУ 10С

До комплекту КРП входять:

- шафи різних видів та типів виконання в залежності від вбудованої в них основної комплектуючої апаратури, номінальних струмів та струмів відключення;
- шафи шинних введів типу ШШВ для здійснення введення від джерела живлення до КРП;
- шафи шинних перемичок типу ШШП для з'єднання по збірних шинах при дворядному розташуванні шаф КРП в розподільчому пристрої;
- шафи шинних вставок типу ШВ для з'єднання секцій по збірних шинах при обході колони тощо;
- складальні вузли та деталі, що демонтуються на період транспортування;
- комплект запасних частин, приладдя та матеріалів за нормами підприємства-виробника.

1.1.2 Структура умовного позначення

Структура умовного позначення КРП серії КУ 10С наведена на рис. 1.2.

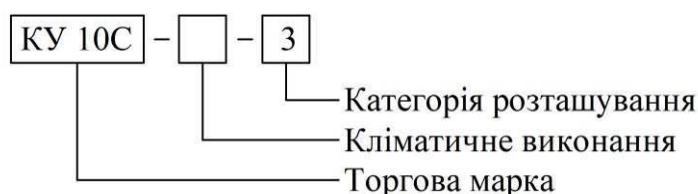


Рисунок 1.2 – Структура умовного позначення комплектного розподільчого пристрою серії КУ 10С

Умовне позначення типу шафи КРП в залежності від вбудованого обладнання розшифровується на рис. 1.3, а. Залежно від виду вбудованої апаратури та приєднання, шафи поділяються на наступні види:

- ШВВ – з вакуумним вимикачем;
- ШВГ – з елегазовим вимикачем;
- ШШР – з шинним роз'єднувачем;
- ШТН – з трансформаторами напруги;
- ШГВ – глухого введення;
- ШКС – з кабельними збірками;
- ШСТ – з трансформаторами власних потреб;
- ШПС – із зилловими запобіжниками;
- ШКА – з комбінованою апаратурою (з трансформаторами напруги, розрядниками);
- ШНВА – шафа з низьковольтною апаратурою;
- ОРШ – релейна шафа окремого розміщення;
- ШШВ – шафа шинних введень;
- ШШП – шафа шинної перемички;
- ШВ – шафа шинної вставки;
- ШЗН – шафа заземлення нейтралі;

ШП – шафа перехідна;

ШВЛШ – шафа шинної вставки за лінійними шинами.

Розшифрування умовного позначення шафи ШВВ-10-20-01-630 здійснено на рис. 1.3, б.

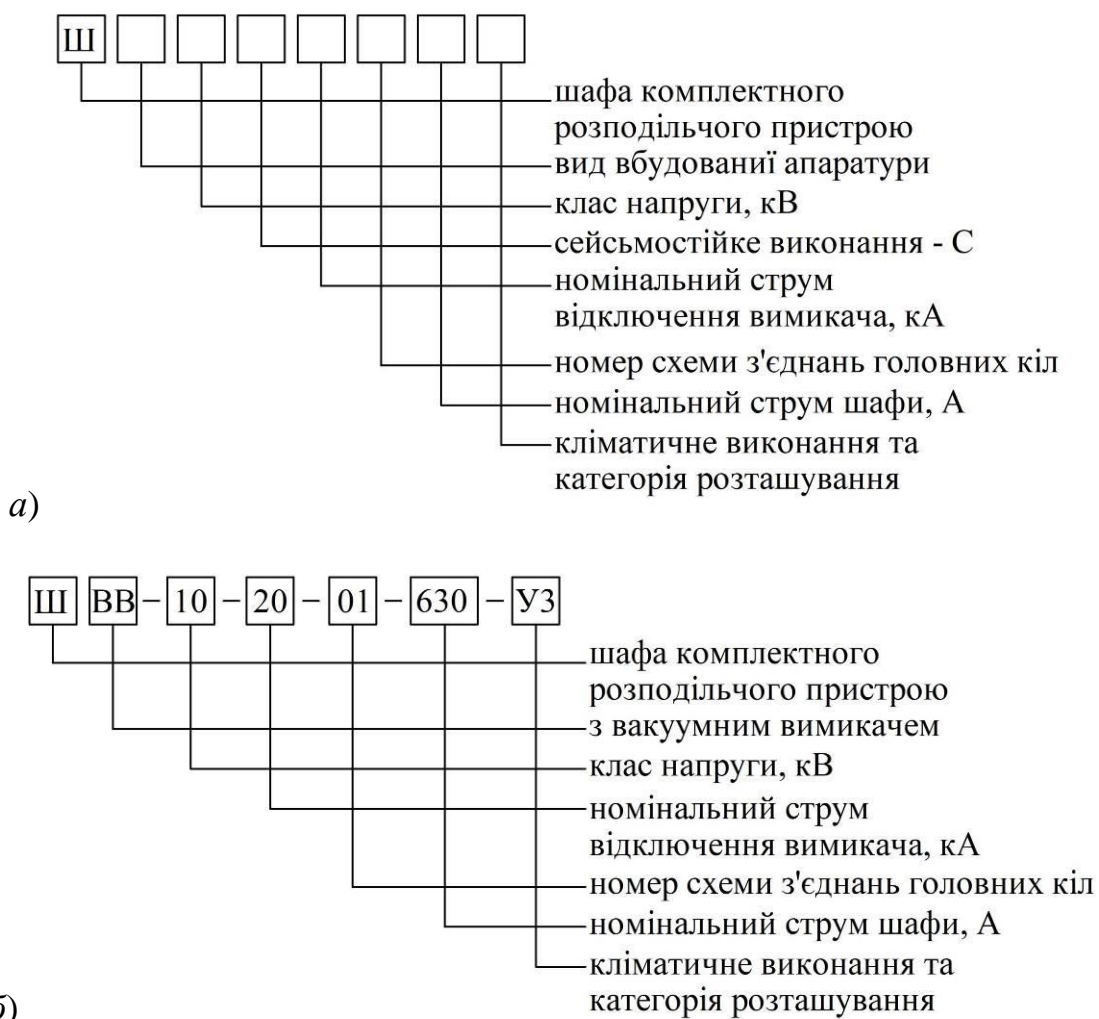


Рисунок 1.3 – Структура умовного позначення шафи КРП (а) та розшифрування умовного позначення шафи ШВВ-10-20-01-630 (б)

1.1.3 Значення основних параметрів шафи ШВВ-10-20-01-630

Значення основних параметрів шафи типу ШВВ-10-20-01-630 є наступними:

1. Номінальна напруга, кВ.....	10
2. Номінальний струм головних з'єднань шафи, А	630
3. Частота, Гц.....	50
4. Номінальний струм відключення вимикача шафи КРП, кА.....	20
5. Номінальна напруга кіл захисту, управління та сигналізації:	
– змінного струму, В.....	220
– постійного струму, В.....	220
6. Номінальна напруга на освітлення та блокування:	
– змінного струму, В.....	220
– постійного струму, В.....	220

7. Потужність блокуючих електромагнітів заземлювача та рухомого елемента:
- під час пуску, Вт.....17,3
 - після запуску, Вт.....3,8
8. Габаритні розміри:
- ширина, мм.....650
 - глибина, мм.....1400
 - висота, мм.....2300
9. Маса, кг.....800–1200

1.1.4 Схема з'єднання головних кіл шафи ШВВ-10-20-01-630

На рис. 1.4 наведена схема з'єднання головних кіл шафи типу ШВВ-10-20-01-630. Основне призначення шафи – приєднання ліній, що живлять електродвигуни або трансформатори 10/0,4 кВ. До шафи можна приєднати до трьох кабелів перерізом жил до 3x240 мм².

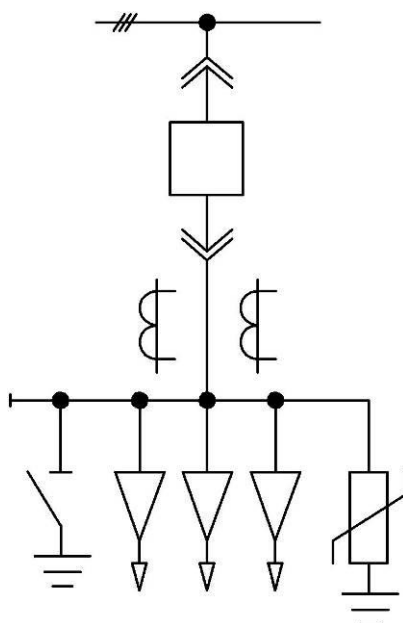


Рисунок 1.4 – Схема з'єднання головних кіл шафи типу ШВВ-10-20-01-630

1.1.5 Конструкція шафи

Конструктивні елементи каркасу шафи виготовлені із сталевих листів з алюцинковим покриттям з використанням болтового методу з'єднань і сталевих заклепок, при цьому в інших вузлах кількість зварювальних з'єднань зведено до мінімуму. Елементи фасаду шафи та висувні елементи виготовлені із сталевих листів з використанням порошкового покриття.

Шафи КРП з висувними елементами на номінальні струми 630, 1000, 1600 А складаються з наступних основних складальних одиниць (рис. 1.5):

- 1 – каркас;
- 2 – висувний елемент;
- 3 – релейна шафа.

Каркас шафи являє собою металеву конструкцію, розділену

вертикальними і горизонтальними металевими перегородками на наступні відсіки, рис. 1.5:

А – релейний відсік;

Б – відсік висувного елемента;

В – відсік збірних шин;

Г – відсік трансформаторів струму і лінійних шини.

Конструкція шафи забезпечує можливість шинного введення зверху або знизу, кабельного – знизу.

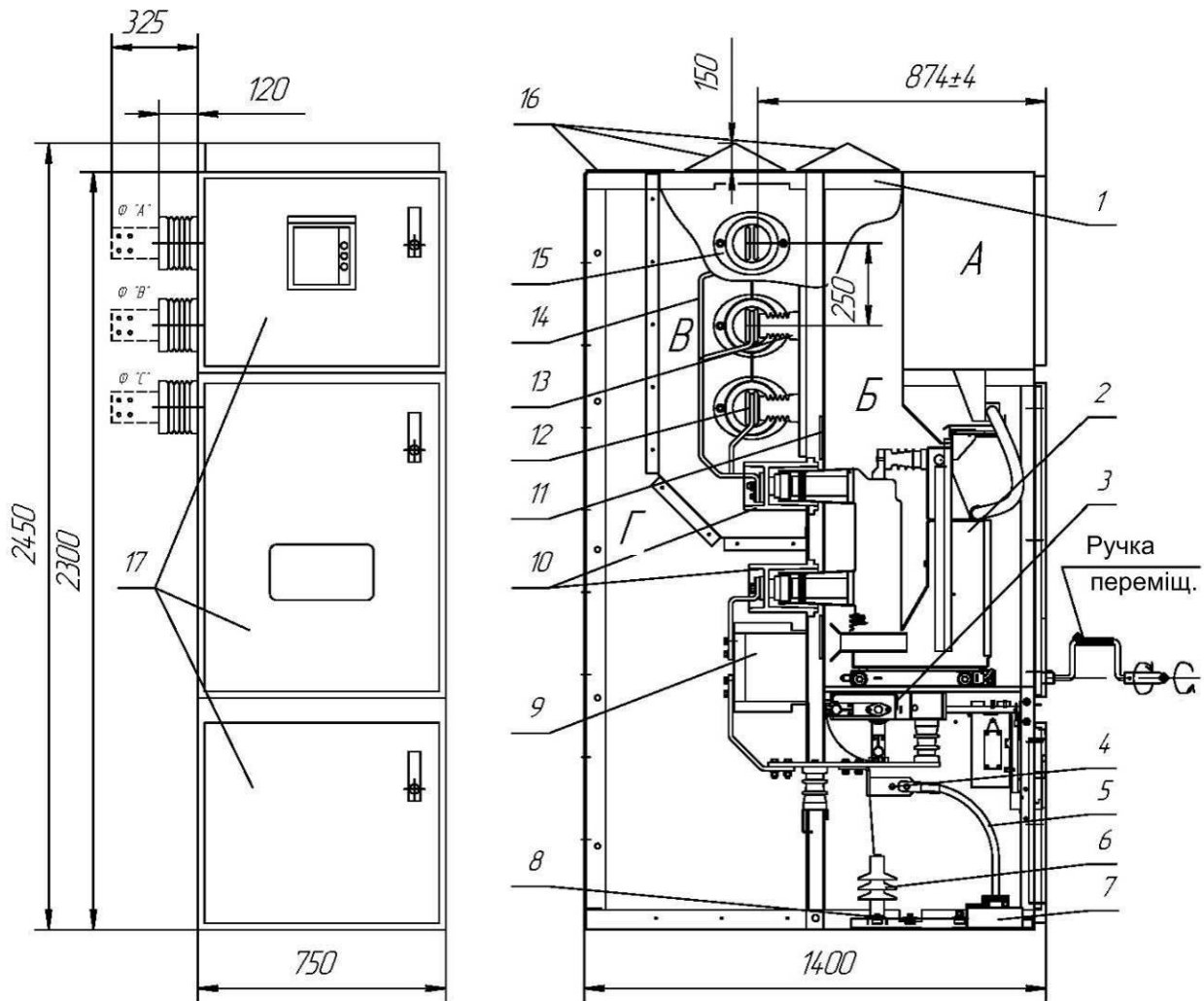


Рисунок 1.5 – Основні елементи шаф типу ШВВ без лінійних шин:

А – релейний відсік; Б – відсік висувного елемента; В – відсік збірних шин;

Г – відсік трансформаторів струму та лінійних шин;

1 – каркас; 2 – висувний елемент; 3 – заземлювач; 4 – контакт;

5 – силовий кабель; 6 – обмежувач перенапруги;

7 – трансформатор струму нульової послідовності;

8 – шина заземлення магістральна; 9 – трансформатор струму;

10 – втулка; 11 – шторковий механізм; 12 – шини збірні;

13 – ізолятор; 14 – відпайки збірних шин;

15 – втулка; 16 – клапани; 17 – двері

Трансформатор струму нульової послідовності (стандартний варіант ТЗЛМ-1) знаходиться в об'ємі шафи на дні.

Для обмеження комутаційних перенапруг при відключенні вакуумних вимикачів встановлені обмежувачі перенапруг.

Корпуси шаф КРП при монтажі розподільчого пристрою безпосередньо заземлюються на металеві закладні елементи. Окрім цього, кожна шафа має магістральну шину заземлення, яку можна підключити до контуру заземлення розподільчого пристрою.

Проводи схем допоміжних кіл у відсіках шаф, де розташоване обладнання 10 кВ, відділені перегородками або прокладені в ізоляційних трубах, за винятком коротких ділянок, що необхідні для здійснення підключення.

Шини. Шинування шаф серії КУ 10С здійснюється алюмінієвими або мідними шинами в залежності від номінальних струмів та струмів відключення. Всі збірні шини в КРП з'єднані за допомогою болтових з'єднань. Шини розташовані у верхній частині каркасу шафи і виконані з прямокутних рейок.

Для ізоляції нерухомих втичних струмопровідних контактів та для секціонування збірних шин в межах однієї шафи застосовуються епоксидні прохідні ізолятори та втулки.

Канали над відсіками, що накріті клапанами 1б, служать для:

- відводу нагрітого повітря;
- викидання відпрацьованих газів при комутації вимикачем граничних струмів короткого замикання;
- викидання палаючих елементів при виникненні відкритої дуги у відсіках.

Клапан виготовляється із сталевого листа або у вигляді трикутної призми зі сталеві сітки в залежності від номінального струму шафи КРП. Клапан фіксується болтами М8 і болтами М6 з боку пазів, призначених для зменшення опору відкриванню клапана. Відкривання клапана скидання надлишкового тиску відбувається за рахунок його виходу із зачеплення, на стороні пазів, під впливом надлишкового тиску. Після відкриття клапана його необхідно демонтувати, відрихтувати і повернути в початкове положення. Забороняється встановлення будь-яких предметів на клапани скидання тиску. Демонтаж клапанів над відсіком збірних шин дозволяється здійснювати тільки при заземленні збірних шин.

Висувний елемент переміщується з нерухомих положень (робоче, контрольне) при закритих дверцятах відсіку за допомогою рукоятки переміщення з комплекту запасних частин. При переміщенні висувного елемента в ремонтне положення він переміщається на інвентарний візок.

У відсіку висувного елемента розташовано висувний елемент та інші вузли та деталі, що забезпечують безпечну експлуатацію шафи. Відсік утворений бічними стінками. Від відсіку збірних шин і відсіку трансформаторів струму і лінійних шин він відокремлений металевими

перегородками, в тому числі і пластинами шторкового механізму 11. На лівій стінці відсіку є спеціальний канал, в якому прокладені проводи допоміжних кіл і контрольні кабелі зовнішніх з'єднань. На бічних стінках відсіку розташовані елементи кріплення і фіксації візка висувного елемента, кронштейн кріплення роз'єму джгута вторинних кіл і локалізаційні перегородки.

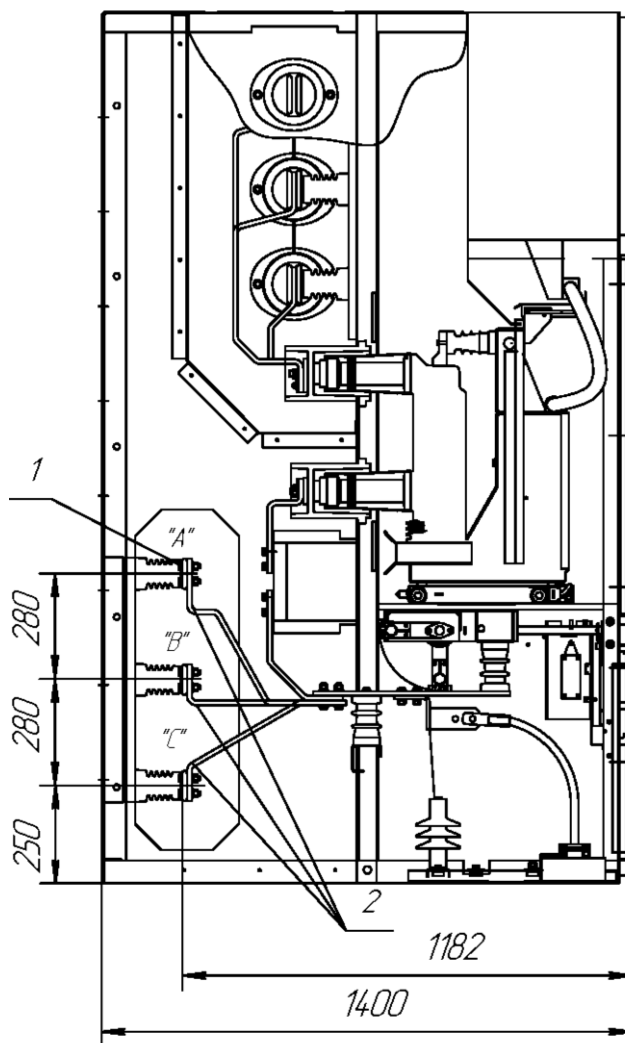


Рисунок 1.6 – Шафа типу ШВВ з лінійними шинами:
1 – шини лінійні; 2 – відпайки лінійних шин

Відсік збірних шин розташований у верхній частині каркасу. У відсіку розміщуються, рис. 1.5:

- збірні шини 12,
- відпайки збірних шин 14,
- ізолятори 13,
- втулки 10 для кріплення верхніх втичних нерухомих контактів шафи.

Струм збірних шин по відпайкам збірних шин, через нерухомі контакти ізоляційних втулок 10, а далі через контакти висувного елемента подається на трансформатори струму 9 відсіку трансформаторів струму і лінійних шин.

Відсік збірних шин кожної шафи з номінальним струмом шини до 3150 А ізолюваний втулками 15, через які збірні шини проходять у відсік сусідньої шафи.

Компонування, конструкція і наповнення *відсіку трансформаторів струму і лінійних шин* залежить від схеми головних з'єднань, що реалізована в шафі, та від номінального струму шафи. У нижній частині відсіку є суцільне металеве дно, в якому виконані необхідні отвори для пропускання силових кабелів, контрольних кабелів, шинного введення, отвори, через які шафа фіксується до закладних елементів методом дугового зварювання.

На дні встановлені обмежувачі перенапруг 6, трансформатори нульової послідовності 7, розділки кабелю 5 і шина заземлення магістральна 8. У верхній частині відсіку розташований заземлювач 3 і втулка 10 для кріплення нижніх втичних нерухомих контактів шафи. На ізоляторах задньої стінки кріпляться шини лінійні 1, які зв'язані із втулками за допомогою відпайок лінійних шин 2, рис. 1.6.

В залежності від схеми у відсіку можуть знаходитись шини вводу 1 та трансформатори напруги 2, рис. 1.7.

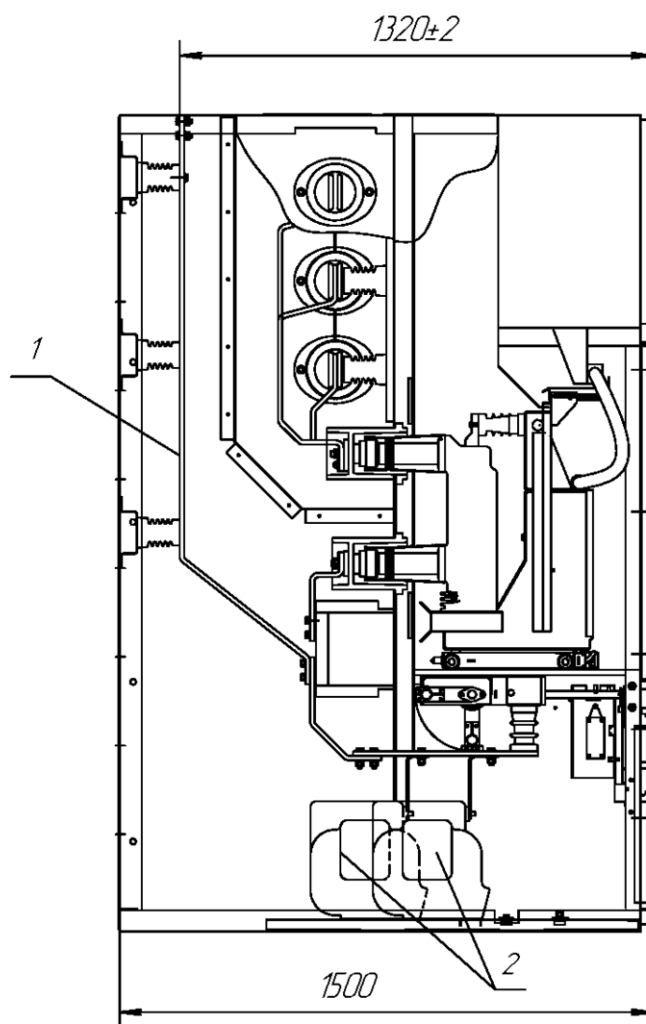


Рисунок 1.7 – Шафа типу ШВВ з повітряним вводом та збірними шинами:
1 – шини вводу; 2 – трансформатори напруги

1.1.6 Заземлювач

В залежності від схеми в шафі може знаходитися *заземлювач з пружинним приводом*, рис. 1.8. Заземлювач складається з блоку заземлюючих ножів 1, до складу якого входять заземлюючі пластини, вал, пружини. Під впливом енергії, що накопичена в пружинах, заземлювач миттєво вмикається або відключається. А саме: здійснюється введення ножів заземлювача до контактів 11 шини 12, що пов'язана з ошиновкою головної струмопровідного кола шафи. До складу блока входить ізолятор 13 з вбудованими виводами для індикатора наявності напруги.

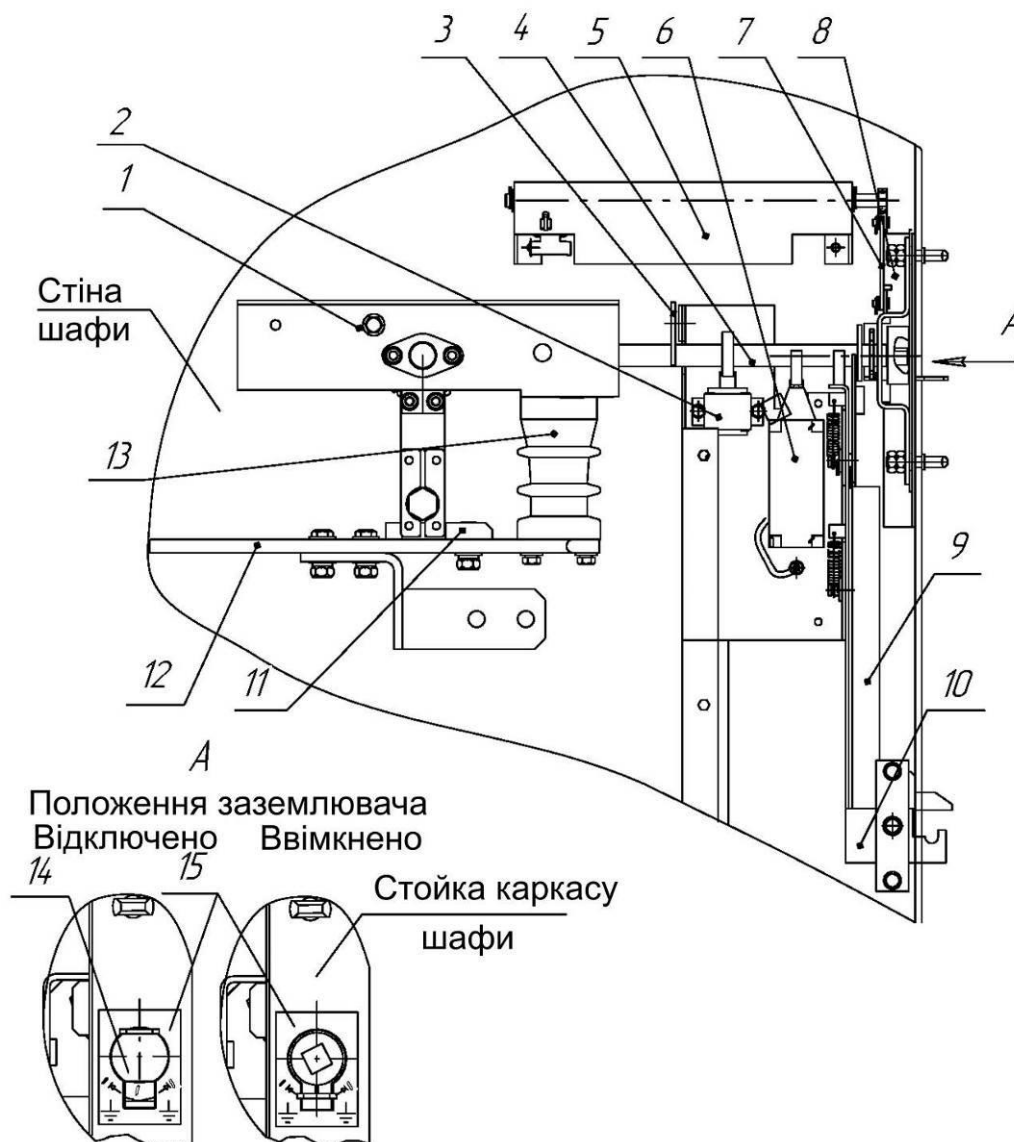


Рисунок 1.8 – Заземлювач з пружинним приводом:

1 – блок ножів заземлення; 2 – блок-замок; 3 – сектор; 4 – вал приводу заземлювача; 5 – блок механізму блокування; 6 – шляховий вимикач; 7 – важіль; 8 – шторка; 9, 10 – важелі блокування дверей; 11 – контакт; 12 – шина; 13 – ізолятор з давачем напруги; 14 – вказівник положення заземлювача; 15 – табличка із вказанням положення заземлювача

Заземлювач приводиться в дію рукояткою з комплекту запасних частин, а зусилля при повороті рукоятки на блок заземлюючих ножів передається валом 3. Для виконання всіх блокувань відносно положень візка висувного елемента, вал 3 з'єднаний важелем 7 з блоком механізму блокування 5. Для виконання всіх блокувань відносно дверей відсіку трансформаторів струму і лінійних шин та положення візка висувного елемента, вал 3 з'єднаний з дверима важелями 9, 10.

1.1.7 Висувний елемент

Висувний елемент є основним елементом, що визначає конструкцію шафи. В шафі ШВВ висувним елементом є вакуумний вимикач, рис. 1.9.

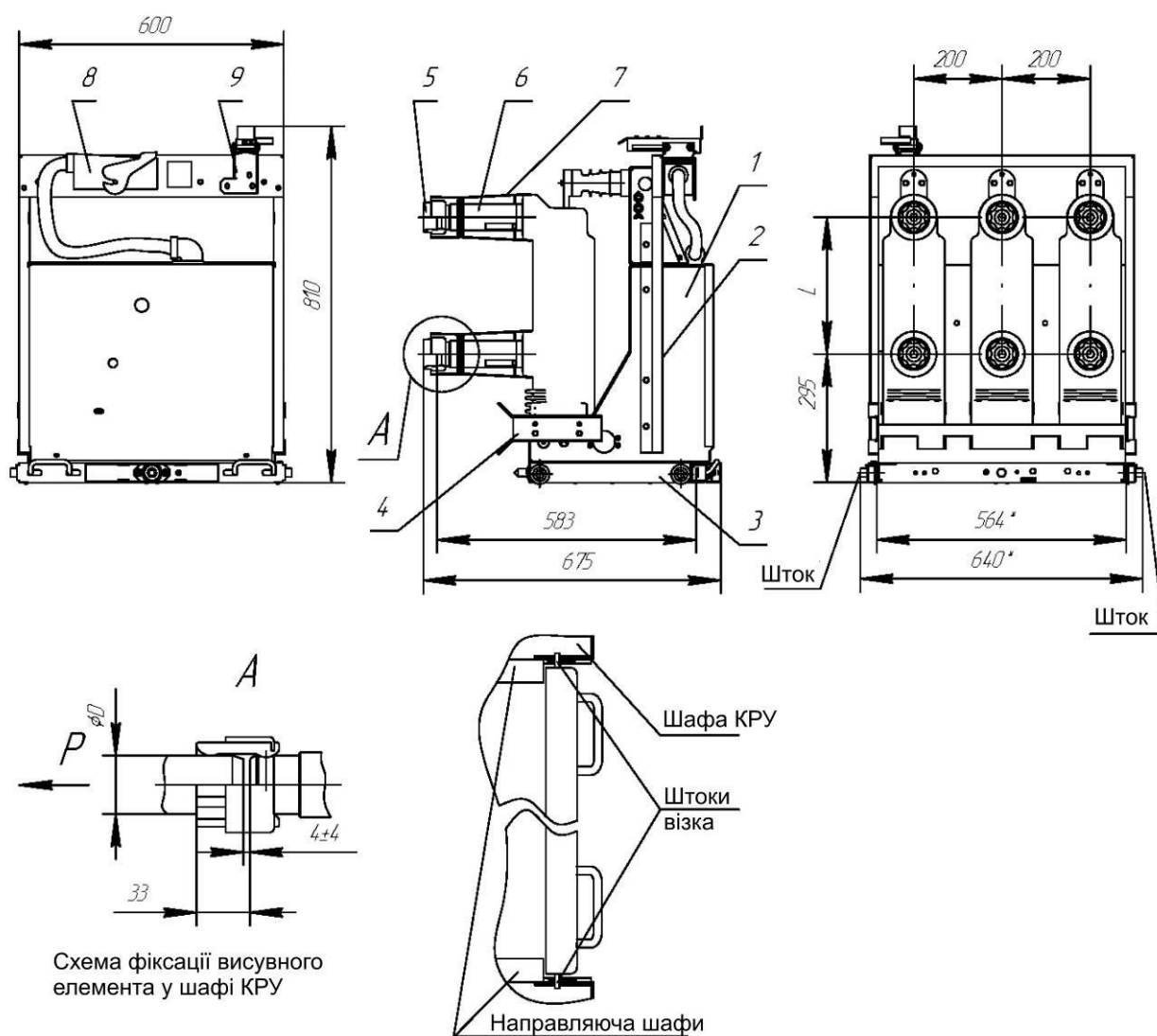


Схема фіксації висувного елемента у шафі КРУ

Рисунок 1.9 – Висувний елемент з вимикачем:

1 – вимикач; 2 – перегородка фасадна; 3 – візок; 4 – кронштейн; 5 – контакт розетковий; 6 – контакт; 8 – джгут; 9 – блокування

На візку 3 встановлено вимикач 1, на якому з боку фасаду встановлена фасадна перегородка 2 з блокуванням 9, яка запобігає роз'єднанню джгута 8 вторинних кіл при знаходженні вимикача у робочому положенні. Кронштейн 4 для підйому шторок шторкового механізму встановлений на бічній площині приводу вимикача. Висувні елементи для підключення до нерухомих контактів головного струмопровідного кола шафи мають контакти 7 з розетковими контактами 5. Розміри розеткових контактів залежать від номінальних струмів динамічної стійкості шафи. На контактах 7 встановлено втулки 6 з ізоляційного матеріалу. Переміщення і фіксація висувного елемента здійснюється за допомогою візка висувного елемента.

При переміщенні висувного елемента в коридор обслуговування (в ремонтне положення) використовується *інвентарний візок*. При роботі з інвентарним візком необхідно перемістити візок до фасадної частини відсіку висувного елемента каркаса шафи КРП, сумістити напрямні візка з відповідними отворами каркаса шафи, при цьому розбіжності по висоті усуваються обертанням регульовальних коліщаток. Зафіксувати суміщене положення інвентарного візка з каркасом шафи за допомогою ручки. Перемістити висувний елемент до основи інвентарного візка, при цьому штоки траверси висувного елемента повинні бути закріплені упорами інвентарного візка. Для роз'єднання візка інвентарного з каркасом шафи використовується ручка спереду візка.

1.1.8 Операції при обслуговуванні шафи

При обслуговуванні високовольтного обладнання доступ до шаф КРП забезпечується після встановлення висувних елементів в ремонтне положення і демонтажу перегородок, що відокремлюють відсік вимикача від відсіку лінійних шин і трансформаторів струму, рис. 1.10.

Для доступу до відсіку висувного елемента, в тому числі – до контактів вторинних кіл трансформаторів струму, необхідно (рис. 1.10):

- відкрити дверцята 2 відсіку висувного елемента розподільчої шафи 1;
- викотити висувний елемент 3 на інвентарний візок 4 в коридор обслуговування;
- демонтувати кришку 9 контактів вторинних кіл трансформатора струму 8.

За необхідності – перевірити стан і роботу всіх інших елементів відсіку.

Для доступу до елементів відсіку лінійних шин і трансформаторів струму, в тому числі до контактів вторинних кіл трансформатора напруги і до кабелів, необхідно (рис. 1.10):

- відкрити дверцята 5 відсіку лінійних шин і трансформаторів струму, при цьому висувний елемент 3 може знаходитися в шафі тільки в контрольному положенні, заземлювач ввімкнено;
- перевірити стан і роботу всіх елементів відсіку.

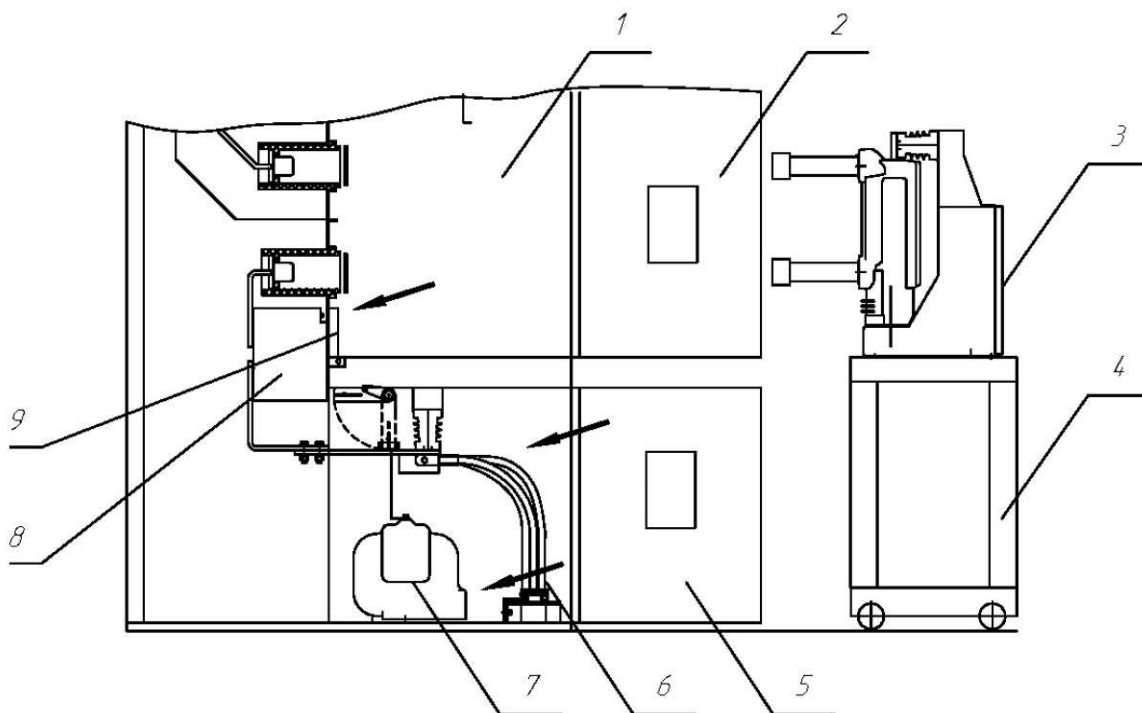


Рисунок 1.10 – Схема обслуговування шафи типу ШВВ з номінальним струмом до 1600 А з висувним елементом:

- 1 – каркас; 2 – двері відсіку висувного елемента; 3 – висувний елемент;
- 4 – візок інвентарний; 5 – двері відсіку лінійних шин і трансформаторів струму;
- 6 – кабель; 7 – трансформатор напруги; 8 – трансформатор струму;
- 9 – кришка

Для заміни трансформатора струму відсіку лінійних шин і трансформаторів струму необхідно (рис. 1.11):

- відкрити дверцята 2 відсіку висувного елемента розподільчої шафи 1;
- викотити висувний елемент 3 на інвентарний візок 4 в коридор обслуговування;
- відкрити дверцята відсіку лінійних шин і трансформаторів струму;
- демонтувати перегородку 5;
- демонтувати кріплення 8 та 12 на несучій конструкції та ошиновці фази, що ремонтується;
- повернути блок трансформатора струму 10 з шиною 9 та втулкою 11 в ремонтне положення на 90°;
- здійснити заміну трансформатора струму.

1.1.9 Заходи безпеки

У разі виникнення відкритої електричної дуги всередині шафи, конструкцією шаф передбачена локалізація аварії за час спрацювання захисту з обмеження часу дії дуги (не більше 0,2 с). Конструкція шаф забезпечує захист обслуговуючого персоналу від випадкового доторкання до струмопровідних і рухомих частин, а також захист персоналу в зоні обслуговування від впливу електричної дуги, в разі дугового короткого замикання всередині шафи, при цьому відведення продуктів горіння має

здійснюватися в зону, що не обслуговується. Допускається викидання продуктів горіння електричної дуги в зону обслуговування на відстань не більше 0,3 м. Імовірність виникнення пожежі в шафах не повинна перевищувати 10^{-6} на рік.

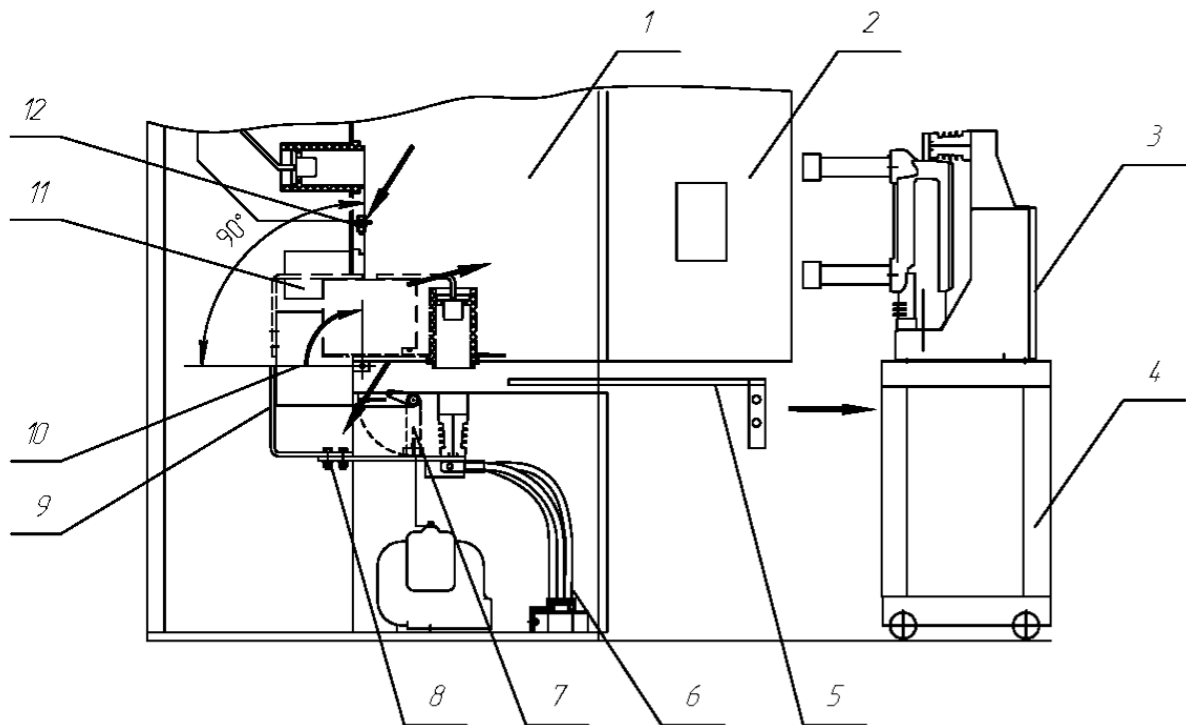


Рисунок 1.11 – Схема обслуговування шафи типу ШВВ з номінальним струмом до 1600 А з висувним елементом, заміна трансформатора струму:

- 1 – каркас; 2 – двері відсіку висувного елемента; 3 – висувний елемент;
- 4 – візок інвентарний; 5 – перегородка; 6 – кабель; 7 – заземлювач;
- 8 – шинне кріплення; 9 – шина; 10 – трансформатор струму;
- 11 – втулка; 12 – кріплення

Конструкція шаф дозволяє встановлювати кінцеві вимикачі та електромагнітні блокування на висувних елементах та приводах заземлювачах вимикачів.

До обслуговування та експлуатації КРП допускається спеціально навчений персонал, який має відповідну групу з техніки безпеки, чітко розуміє призначення та взаємодію шаф КРП, який вивчив інструкцію з експлуатації виробу та комплектуючої апаратури.

Струмopовідні частини головних кіл шаф КРП, які можуть перебувати під напругою, після виведення висувного елемента в ремонтне положення обгороджуються захисними шторками, що автоматично закриваються та мають пристрій для їх замикання.

Залежно від призначення шафи КРП комплектуються *механічними блокуваннями*, які не дозволяють:

- а) переміщення ввімкненого вимикача з робочого положення до контрольного положення;

b) переміщення ввімкненого вимикача з контрольного положення до робочого положення;

c) ввімкнення вимикача в проміжному положенні (між робочим і контрольним);

d) переміщення висувного елемента з контрольного положення в робоче при ввімкнених ножах заземлювача;

e) ввімкнення заземлювача при робочому положенні висувного елемента.

При цьому додатково реалізуються такі блокування:

– неможливість відкрити дверцята відсіку трансформаторів струму та лінійних шин, коли вимикач не переміщений в контрольне положення, не вимкнутий і не включений заземлювач;

– неможливість вкрити вимикач в робоче положення при відкритих дверях відсіку трансформаторів струму та лінійних шин.

Виконуються оперативні електричні блокування, закладені в схемах допоміжних електричних з'єднань.

1.2 Опис обладнання

Лабораторна робота виконується з використанням шафу типу ШВВ-10-20-01-630 комплектного розподільчого пристрою серії КУ 10С, що встановлена в ауд. 509, рис. 1.12.

З комплекту запасних частин та приладдя використовується, рис. 1.12:

– візок інвентарний;

– рукоятка переміщення висувного елемента;

– рукоятка для оперування заземлювачем.

1.3 Завдання

Ознайомитися з улаштуванням шафи, перевірити функціонування блокувань, виконати заміну трансформатора струму.

1.4 Порядок виконання роботи

Ввімкнення заземлення

1. Ввімкнути напругу на лабораторний стенд, що приєднаний до шафи.

2. Впевнитися, що вимикач відключено. Перемістити висувний елемент в контрольне положення.

3. Ввімкнути заземлювач. Звернути увагу на зміну в індикації стану заземлювача на лабораторному стенді.

4. Вимкнути заземлювач. Звернути увагу на зміну в індикації стану заземлювача на лабораторному стенді.

5. Перемістити висувний елемент в робоче положення.



б)



в)



г)

а)

Рисунок 1.12 – Шафа типу ШВВ-10-20-01-630 в ауд. 509 (а), візок інвентарний (б), рукоятка переміщення висувного елемента (в), рукоятка для оперування заземлювачем (г)

Функціонування блокування, що не дозволяє перемістити ввімкнений вимикач з робочого положення до контрольного

6. Ввімкнути вимикач. Звернути увагу на зміну в індикації стану заземлювача на лабораторному стенді. Спробувати (без надмірної сили) перемістити ввімкнений вимикач з робочого положення до контрольного. Чи можливо це зробити? В чому смисл такого блокування?

7. Вимкнути вимикач.

Функціонування блокування, що не дозволяє перемістити ввімкнений вимикач з контрольного положення до робочого

8. Перемістити висувний елемент в контрольне положення.

9. Ввімкнути вимикач. Спробувати (без надмірної сили) перемістити ввімкнений вимикач з контрольного положення до робочого. Чи можливо це зробити? В чому смисл такого блокування?

10. Вимкнути вимикач.

Функціонування блокування, що запобігає ввімкненню вимикача в проміжному положенні (між робочим і контрольним)

11. Перемістити висувний елемент в проміжне положення.

12. Спробувати ввімкнути вимикач. Чи успішна спроба? В чому смисл такого блокування?

Функціонування блокування, що запобігає переміщенню висувного елемента з контрольного положення в робоче при ввімкнених ножах заземлювача

13. Перемістити висувний елемент в контрольне положення.

14. Ввімкнути заземлення.

15. Спробувати (без надмірної сили) перемістити вимикач з контрольного положення до робочого. Чи можливо це зробити? Чому?

Функціонування блокування, що запобігає ввімкненню заземлювача при робочому положенні висувного елемента.

16. Відключити заземлення.

17. Перемістити висувний елемент до робочого положення.

18. Спробувати (без надмірної сили) ввімкнути заземлення. Чи можливо це зробити? В чому смисл такого блокування?

Функціонування блокування, що запобігає відкриванню дверцял відсіку трансформаторів струму та лінійних шин, коли вимикач не переміщений в контрольне положення

19. При робочому положення вимикача спробувати (без надмірної сили) відкрити дверцяла відсіку трансформаторів струму та лінійних шин. Чи можливо це зробити? В чому смисл такого блокування?

Переміщення висувного елемента в ремонтне положення (на інвентарний візок)

20. Зняти напругу з лабораторного стенда.

21. Перемістити вимикач у контрольне положення.

22. Ввімкнути заземлення.

23. Відкрити двері відсіку висувного елемента. Вийняти штекер

джгута вторинних кіл з роз'єму та закріпити його на вимикачі.

24. Перемістити візок до фасадної частини відсіку висувного елемента.

25. Сумістити напрямні візка з відповідними отворами каркаса шафи, при цьому розбіжності по висоті усуваються обертанням регулювальних коліщаток.

26. Зафіксувати суміщене положення інвентарного візка з каркасом шафи за допомогою ручки на передній частині інвентарного візка.

27. Перемістити висувний елемент до основи інвентарного візка, при цьому штоки траверси висувного елемента повинні бути закріплені упорами інвентарного візка.

28. Для роз'єднання візка інвентарного з каркасом шафи використовується ручка спереду візка.

29. Відкрити інвентарний візок з вимикачем від шафи.

Ознайомлення з улаштуванням шафи

30. Прочитати ще раз наведені теоретичні відомості, знаходячи кожен з описаних елементів на реальній шафі. Це необхідно виконати для підготовки до захисту роботи: викладач буде показувати на певний елемент і необхідно буде назвати його та пояснити призначення.

Заміна трансформатора струму

Необхідно робити фотографії виконання подальших пунктів для додавання фотографій до звіту.

31. Відкрити дверцята 5 відсіку лінійних шин і трансформаторів струму, рис. 11.

32. Демонтувати перегородку 5, рис. 11. Вигляд внутрішнього об'єму шафи в лабораторних умовах після демонтажу перегородки та кришок (В і С) контактів вторинних кіл трансформатора струму наведено на рис. 1.13.

33. Демонтувати кріплення 8 та 12 на несучій конструкції та ошиновці фази А.

34. Повернути блок трансформатора струму 10 з шиною 9 та втулкою 11 в ремонтне положення на 90°.

35. Зняти трансформатор струму, оглянути його.

36. Змонтувати трансформатор струму на штатне місце.

37. Виконати дії у зворотній послідовності для приведення шафи у робочий стан.

38. Перемістити висувний елемент з інвентарного візка до шафи.

39. Відключити заземлення.

40. Перемістити вимикач у робоче положення.

1.5 Вміст звіту з лабораторної роботи

1. Тема, мета роботи.

2. Основні відомості про конструкцію та улаштування шафи ШВВ.

3. Наявні блокування з поясненням їх необхідності.

4. Порядок заміни трансформатора струму з фотографіями.

5. Висновки з аналізом одержаних результатів.



Рисунок 1.13 – Внутрішній об'єм шафи в лабораторних умовах після демонтажу перегородки та двох кришок контактів вторинних кіл трансформатора струму

1.6 Контрольні запитання

1. Поясніть призначення комплектного розподільчого пристрою (КРП).
2. Що входить до комплекту КРП?
3. На які види поділяються шафи КРП?
4. З яких основних складальних одиниць складаються шафи КРП з висувними елементами на номінальні струми 630, 1000, 1600 А?
5. Які відсіки є у шафи КРП?
6. Поясніть розташування основних елементів шаф типу ШВВ за рис. 1.5.
7. В яких положеннях може знаходитися висувний елемент?
8. Для чого призначено релейний відсік?
9. Для чого призначено відсік висувного елемента?
10. Для чого призначено відсік збірних шин?
11. Для чого призначено відсік трансформаторів струму та лінійних шин?
12. Поясніть улаштування та функціонування заземлювача з пружинним приводом.
13. Яким чином можна одержати доступ до контактів вторинних кіл трансформаторів струму?
14. Опишіть послідовність заміни трансформатора струму.
15. Яким чином ввімкнути та вимкнути заземлення?
16. Які блокування забезпечуються механічною частиною шафи?
17. Яким чином перемістити висувний елемент на інвентарний візок?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Дослідження улаштування вимикача вакуумного типу ВРС-10 з електромагнітним приводом

Мета: ознайомитися з конструкцією, улаштуванням та електричною принциповою схемою вимикача вакуумного типу ВРС-10 з електромагнітним приводом.

2.1 Конструкція вакуумного вимикача ВРС-10

2.1.1 Загальні відомості

Вакуумний вимикач типу ВРС-10 призначений для комутації електричних кіл при нормальних та аварійних режимах у мережах трифазного змінного струму частоти 50 (60) Гц з номінальною напругою 10 кВ, рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Вимикач вакуумний типу ВРС-10 з електромагнітним приводом

Вимикачі типу ВРС-10 призначені для роботи у шафах комплектних розподільчих пристроїв внутрішньої установки КРП серії КУ 10С. Основні переваги вимикачів: механічний ресурс до 100000 циклів ввімкнення/відключення; високий гарантійний термін експлуатації (4 роки); відсутність обслуговування; універсальність (застосовуються в колах як з постійним, так і зі змінним оперативним струмом).

Вакуумні комутаційні апарати – передова технологія в апаратобудуванні. У вимикачах старого покоління для охолодження та деіонізації дуги, що утворюється після розведення контактів, в якості дугогасного середовища застосовували оливу, повітря або елегаз (SF_6).

Вакуумні вимикачі вигідно відрізняються від таких пристроїв тим, що гасіння дуги здійснюється у вакуумі. Характерною особливістю вакуумних камер є те, що вони мають прості торцеві контакти. Вимикачі з іншими способами дугогасіння вимагають застосування складніших ковзних та інших контактів з використанням контактних пружин, які ненадійні та піддаються небажаному високотемпературному відпалу при комутаціях. Крім того, у вакуумі виключена можливість окислення та забруднення контактів, а мінімальне їх вигоряння гарантує довговічність використання та високу зносостійкість комутації. Ці умови є гарантією експлуатації комутаційних апаратів без догляду за вакуумними камерами.

Серія литих полюсів надає вимикачам ВРС-10 додаткові переваги. Залиті епоксидним компаундом вакуумні камери надійно захищені від механічних та електричних ушкоджень. Трубоподібна конструкція ізоляції полюсів забезпечує оптимальне розподілення електричного поля, при якому величина відстані між полюсами, а також – до заземлених частин конструкції вимикачів і розподільчих пристроїв, може бути мінімальною. Вдало обрана конструкція полюсів перешкоджає накопиченню пилу на ізоляційній поверхні.

Багатофункціональний електромагнітний привід вакуумних вимикачів типу ВРС-10 виконує такі функції:

- забезпечує надійне та стабільне включення з нормованими параметрами;
- надійно фіксує вимикач за допомогою «магнітного замка» в обох крайніх положеннях «Ввімкнено» та «Відключено»;
- забезпечує ручне нормоване відключення.

Багатофункціональність електромагнітного приводу та простота його конструкції дозволила одержати наступні переваги:

- мале споживання електроенергії при включенні та відключенні;
- можливість управління від кіл оперативного постійного і змінного струму;
- мінімальна вага та габарити;
- відсутність буферів та регулювань;
- відсутність необхідності проведення ремонтів протягом усього терміну служби.

Блок управління вакуумним вимикачем становить з ним єдине ціле і розміщений у корпусі вимикача. При цьому управління здійснюється як змінним, так і постійним оперативним струмом.

2.1.2 Структура умовного позначення вимикача

Структуру умовного позначення вимикача ілюструє схема на рис. 2.2.

Наприклад, у лаб. 509 розташовано вакуумний вимикач
ВРС-10-20/630У2

Розшифровуючи позначення, можна встановити, що вимикач розрахований на номінальну напругу 10 кВ, номінальний струм відключення

20 кА, номінальний струм 630 А, має кліматичне виконання та категорію розміщення У2.

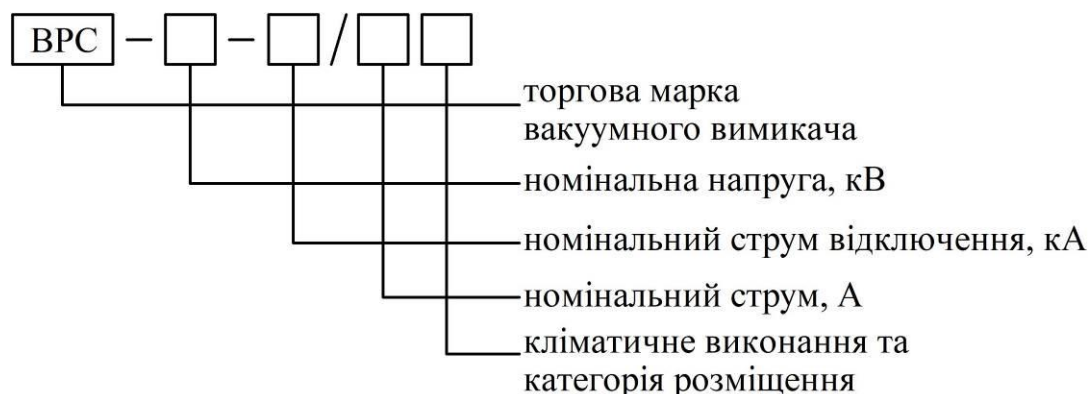


Рисунок 2.2 – Структуру умовного позначення вимикача типу VPC

2.1.3 Основні технічні параметри вакуумного вимикача

Основні технічні параметри вакуумного вимикача VPC-10-20/630У2:

Міжполюсна відстань, мм.....	200
Номінальна напруга, кВ.....	10
Найбільша робоча напруга, кВ.....	12
Номінальний струм, А.....	630
Номінальний струм відключення, кА.....	20
Нормовані параметри струму ввімкнення, кА:	
початкове діюче значення періодичної складової.....	20
найбільший пік.....	52
Нормовані параметри наскрізного струму короткого замикання, кА:	
найбільший пік (струм електродинамічної стійкості).....	52
середньоквадратичне значення струму за час його протікання (струм термодинамічної стійкості для проміжку часу 3 с)	20
початкове діюче значення періодичної складової.....	20
Допустиме значення ємнісного струму, що відключається, А...	630
Нормований відсотковий вміст аперіодичної складової, %, не більше.....	40
Власний час ввімкнення, с, не більше.....	0,090
Власний час відключення, с.....	0,035–0,050
Повний час відключення, с, не більше.....	0,065
Безструмова пауза при АПВ, с, не менше.....	0,3
Механічний ресурс, циклів ввімкнення-відключення.....	100 000
Ресурс за комутаційною стійкістю, циклів ввімкнення-відключення:	
при номінальному струмі.....	50 000
при номінальному струмі відключення.....	100
Маса вимикача, кг.....	112±3

Основні технічні параметри приводу вакуумного вимикача ВРС-10-20/630У2:

Номінальна напруга кола електромагніту (YA1) на постійному та змінному струмі, В	220
Номінальна напруга кола ввімкнення (КСС), кола відключення (КСТ) та кола відключення від незалежного живлення (КСV) на постійному та змінному струмі, В	220
Номінальна напруга блокувального електромагніту (YR) на постійному та змінному струмі, В	220
Струм кола електромагніту YR1, А, не більше:	
– при ввімкненні	16
– при відключенні	14
Струм кіл ввімкнення (КСС), відключення (КСТ), відключення від незалежного живлення при постійній та змінній напрузі 220 В, А, не більше	1,5
Діапазон робочих напруг кола електромагніту (YR1) у % від номінальної напруги:	
– при ввімкненні	85–110
– при відключенні:	
змінного струму	65–120
постійного струму	70–110
Діапазон робочих напруг у % від номінальної напруги:	
– кола ввімкнення (КСС)	85–110
– кола відключення (КСТ) та кола відключення від незалежного живлення (КСV):	
змінного струму	65–120
постійного струму	70–110

2.1.4 Конструкція вакуумного вимикача з електромагнітним приводом

Конструкцію вимикача ВРС-10 з електромагнітним приводом ілюструють рис. 2.3, 2.4.

На фасаді вимикача є вікно лічильника, вікно вказівника положення вимикача та вікно для важеля ручного відключення.

Вал 14, встановлений у рамі 15 на підшипниках, служить для кінематичних зв'язків електромагніту 6 з механізмом відключення 8, блок-контактами 1 і полюсами 10, а також для забезпечення блокувань. Вказівник 2 ввімкненого та відключеного положення вимикача являє собою кронштейн з табличками «I» червоного кольору та «0» зеленого кольору. Залежно від положення вимикача у вікні фасадної кришки з'являється відповідний напис.

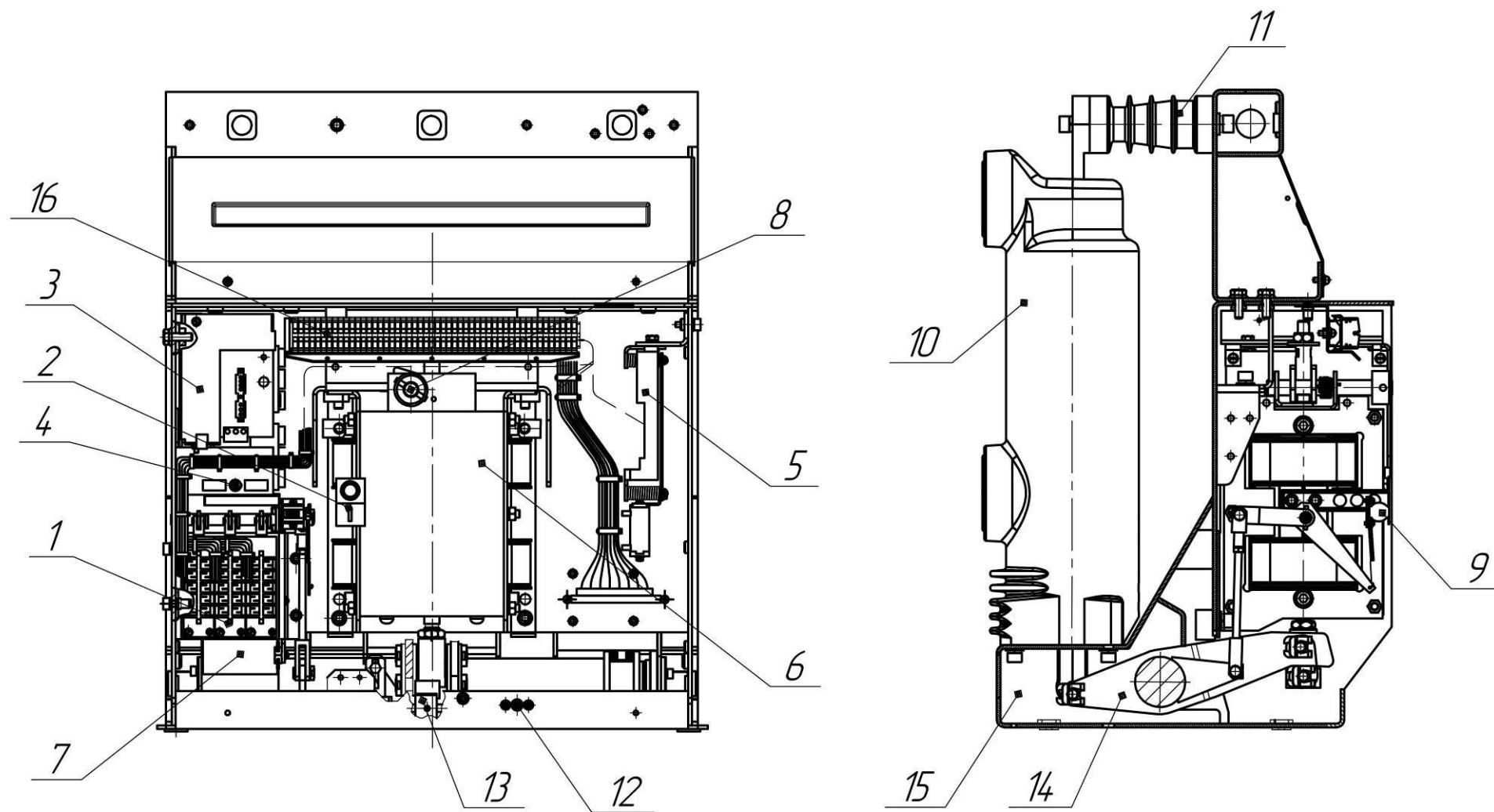
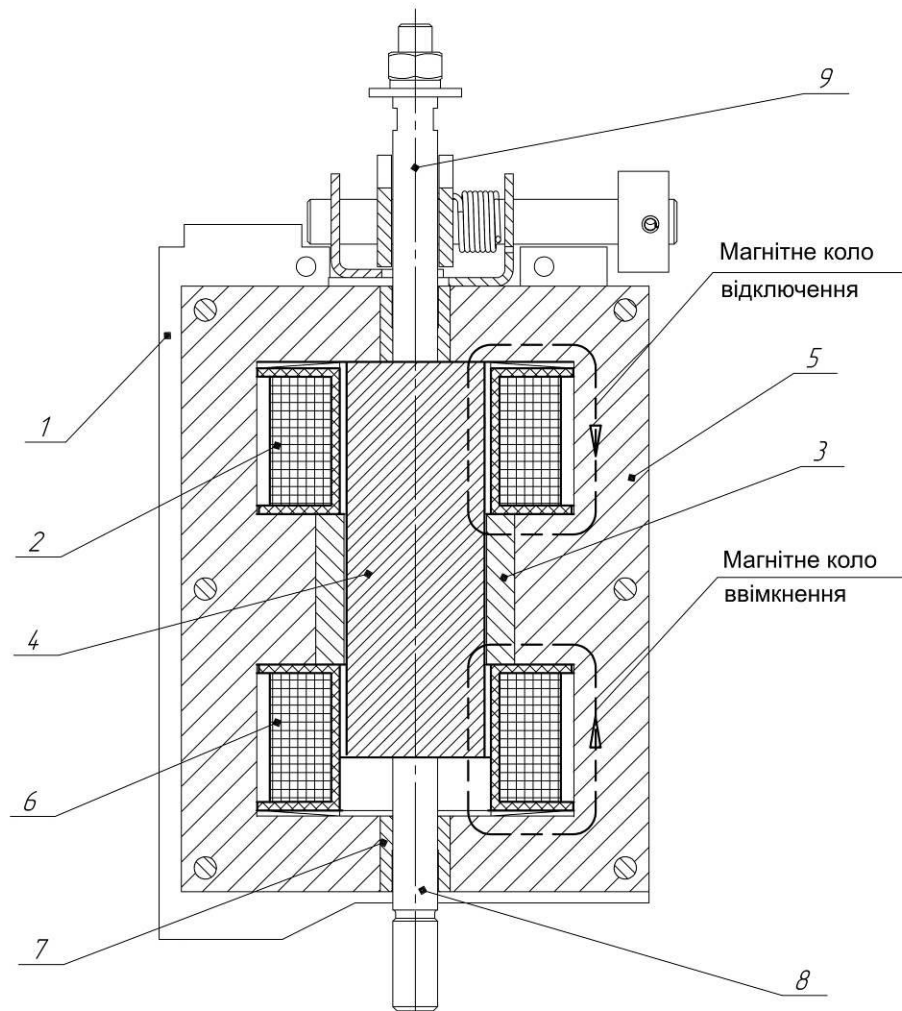


Рисунок 2.3 – Улаштування вимикача ВРС-10 з електромагнітним приводом:

1 – блок-контакти положення вимикача; 2 – вказівник; 3 – блок комутацій; 4 – тумблер розрядження конденсатора; 5 – плата управління; 6 – електромагніт; 7 – конденсатор; 8 – механізм ручного відключення; 9 – лічильник; 10 – полюс; 11 – опорний ізолятор; 12 – вікно для ручного розблокування блокуючого електромагніту; 13 – механізм блокування; 14 – вал; 15 – рама; 16 – клемна колодка



а)



б)

Рисунок 2.4 – Електромагніт вакуумного вимикача ВРС-10: а – креслення; б – фотографія;
 1 – лист опорний; 2 – котушка відключення; 3 – постійний магніт; 4 – яркір;
 5 – магнітопровід; 6 – котушка ввімкнення; 7 – призма; 8, 9 – шток

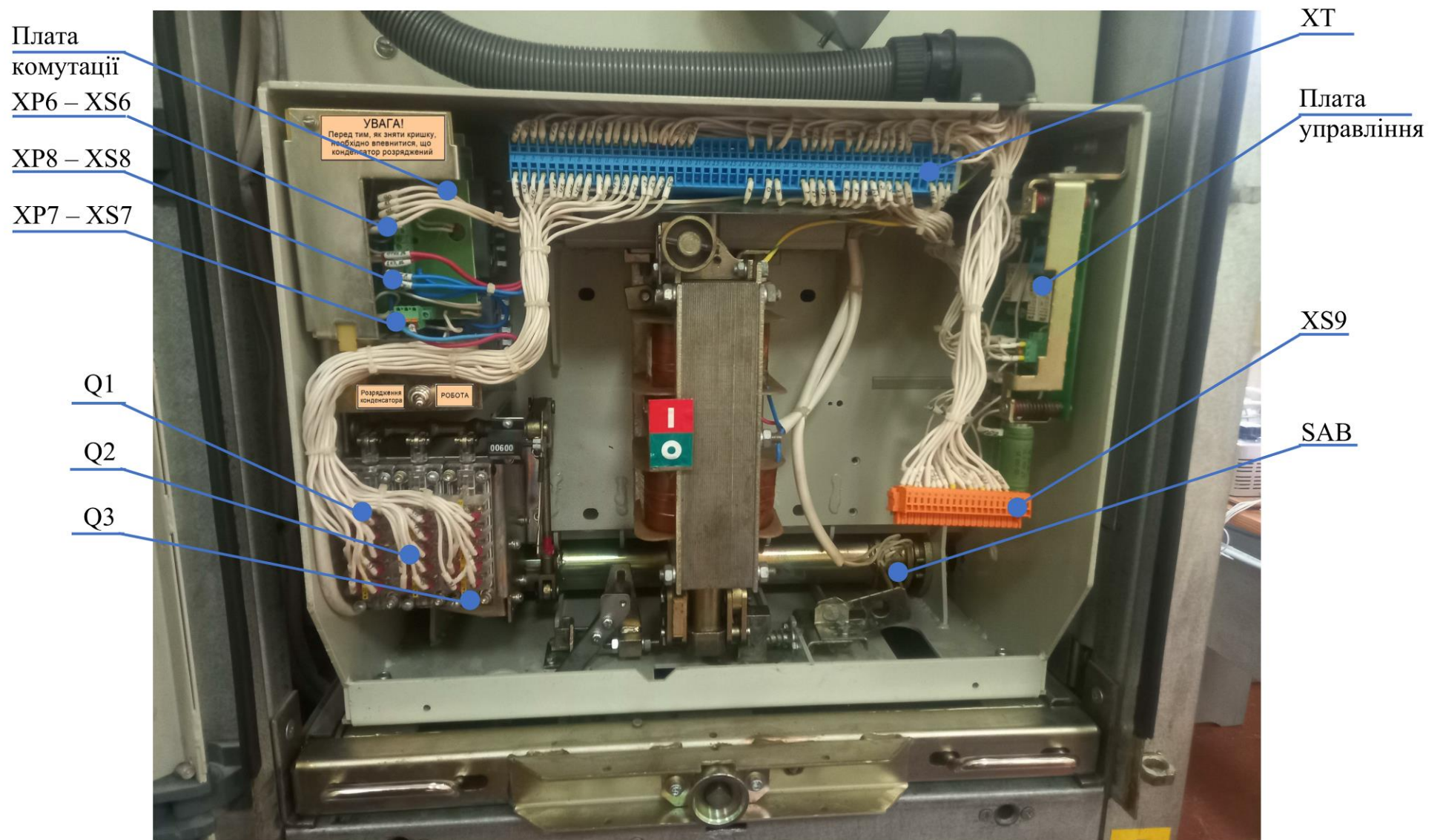


Рисунок 2.5 – Розташування елементів блока управління вакуумним вимикачем ВРС-10 з електромагнітним приводом

Кожен полюс вимикача складається з ізоляційної тяги з механізмом підтискання, струмознімання у вигляді гнучкого зв'язку або ковзного контакту, нижнього і верхнього контактів, вакуумної дугогасної камери та ізоляційного корпусу.

Електромагніт показано на рис. 2.4. Постійні магніти утримують вимикач у крайніх положеннях «Ввімкнено» та «Відключено» за рахунок «магнітного замка», а саме – замикання магнітного кола ввімкнення або відключення якорем.

Механізм ручного відключення вимикача типу ВРС-10 служить для ручного відключення вимикача за допомогою важеля ручного відключення. Відключення відбувається за рахунок повороту кулачків навколо своєї осі проти годинникової стрілки, які призводять до повороту основного валу та відключення вимикача.

Механізм блокування вимикача при установці вимикача на візку шафи серії КУ 10С забезпечує:

1) механічне блокування, що не допускає переміщення включеного вимикача з контрольного (роз'єданого) положення в робоче положення КРП, а також з робочого положення в контрольне (роз'єдане);

2) механічне та електричне блокування, що не допускає включення вимикача в проміжному (між робочим і контрольним) положенні КРП;

3) блокування, що не допускає переміщення вимикача з контрольного (роз'єданого) положення в робоче положення, а також з робочого положення в контрольне (роз'єдане) положення за відсутності напруги дозволу в колі блокуючого електромагніту (YR).

2.1.5 Принцип дії вимикача

Принцип дії вимикача типу ВРС-10 полягає в наступному.

У відключеному положенні вимикача контакти у вакуумних дугогасильних камерах розімкнені, а якір 4 (рис. 2.4) електромагніту утримується в крайньому відключеному положенні за допомогою магнітного замка. У цьому положенні на якір діють сили: сила втягування трьох вакуумних дугогасильних камер (атмосферний тиск) і сила постійних магнітів, яка спрямована в протилежний бік. У ввімкненому положенні вимикача перемикачі блок-контактів під дією тяги, що з'єднана з валом, знаходяться у натисненому стані. При цьому вказівник, який видно у фасадному віконці, показує «0».

У ввімкненому положенні вимикача якір електромагніту утримується силою тяжіння постійного магніту, тобто магнітним замком. У цьому положенні контакти у вакуумних дугогасильних камерах замкнуті та притиснуті пружинами механізмів притискання. При цьому на якір діють сили: сила втягування вакуумних дугогасильних камер, сила дії «магнітного замка», а також сила пружин механізмів притискання, що спрямована в протилежний бік. Вимикач надійно фіксується у ввімкненому положенні навіть в умовах ударів та вібрацій. У ввімкненому положенні вимикача вал

повернутий і блок-контакти знаходяться у відключеному стані. При цьому вказівник, який видно у фасадному віконці, показує «I».

Для ввімкнення вимикача необхідно через котушку включення 6 (рис. 2.4) пропустити постійний струм, при якому сила дії магнітного кола ввімкнення, незважаючи на великий зазор між якорем і магнітопроводом, перевищить силу притягіння постійними магнітами якоря в магнітному колі відключення, де аналогічний зазор відсутній. Як тільки сила тяги досягне достатньої величини (величини торкання), якір електромагніту 4 (рис. 2.4) починає з прискоренням рухатися і призводить до повороту основного валу вимикача через вісь. Вал у свою чергу призводить до руху ізоляційні тяги, контакти у вакуумних камерах рухаються вгору і замикаються. Після замикання контактів у вакуумних дугогасильних камерах пружини механізмів притискання починають стискатися. Торкання якоря до магнітопроводу вказує, що вимикач ввімкнений і відбувається його фіксація в цьому положенні «магнітним замком». Чим меншим стає зазор між якорем і магнітопроводом, тим більша сила тяги постійних магнітів. Отже, ввімкнення вимикача відбувається в результаті спільної дії магніторушійної сили котушки ввімкнення та дії постійних магнітів, що мають велику енергоємність. При цьому вказівник переміщується та у віконці на фасаді з'являється напис «1».

Для відключення вимикача необхідно через котушку відключення 2 (рис. 2.4) електромагніту пропустити постійний струм у напрямку, при якому сила дії на якір перевищить результуючу силу утримання «магнітного замка». Сила утримання у ввімкненому положенні дорівнює різниці між силами тяжіння постійних магнітів, атмосферного втягування трьох вакуумних дугогасильних камер і силою пружин трьох механізмів стискання полюсів вимикача. Якір електромагніту починає рухатися. На першій ділянці руху (приблизно третина ходу) контакти у вакуумних дугогасильних камерах продовжують бути замкнутими, а стислі пружини механізмів притискання розпрямляються і тим самим забезпечують необхідну початкову швидкість головних контактів вимикача під час дугогасіння. Після того, як пружини механізмів притискання розправилися на величину свого ходу, починають розмикатися контакти у вакуумних дугогасильних камерах і починає відбуватися процес гасіння електричної дуги. При цьому блок-контакти перемикаються. Процес відключення закінчується тим, що якір електромагніту замикає собою магнітне коло відключення електромагніту (рис. 2.4) і тим самим чітко фіксує вимикач у відключеному положенні магнітним замком, що забезпечують постійні магніти. Вказівник положення вимикача при цьому переміщається і у вікні фасадної перегородки з'являється напис «0».

Ручне включення вимикача передбачено лише спеціальним пристроєм для ручного ввімкнення. Спроба ввімкнути вимикач вручну в інший спосіб може призвести до виходу з ладу.

2.1.6 Блок управління вимикача ВРС-10

Розташування елементів блока управління вакуумним вимикачем ВРС-10 з електромагнітним приводом ілюструє рис. 2.5.

Блок управління вимикача складається з наступних елементів:

1. **Електромагніт YA1**, що забезпечує комутацію силових контактів у вакуумних дугогасильних камерах, рис. 2.4. Такий електромагніт має дві обмотки, виводи від яких приєднані до гнізда XS8, рис. 2.6. Обмотка YAT призначена для відключення вимикача, обмотка YAC – для ввімкнення. Тип електромагніту E-10. Параметри обмотки YAT: провід ПЕТ-155-0,8, число витків 800, електричний опір $7,50 \pm 0,75$ Ом, номінальна напруга 220 В. Параметри обмотки YAC: провід ПЕТ-155-0,8, число витків 1200, електричний опір $13,0 \pm 1,2$ Ом, номінальна напруга 220 В.

2. **Конденсатор C2**, який забезпечує накопичення енергії для керування вимикачем в разі знеструмлення кіл керування, рис. 2.7. Виводи конденсатора приєднані до гнізда XS7.

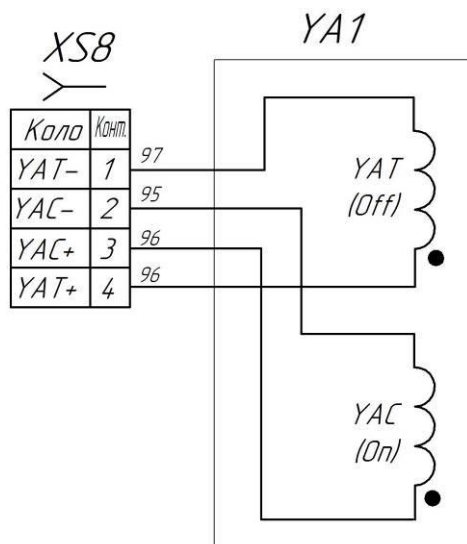


Рисунок 2.6 – Приєднання виводів обмоток електромагніту YA1 до гнізда XS8

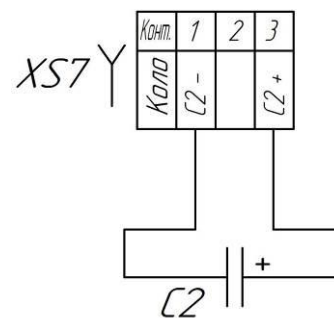


Рисунок 2.7 – Схема приєднання конденсатора

3. **Плата комутації**, що забезпечує подачу напруги на обмотки електромагніту YA1 з урахуванням блокувань, а також комутує конденсатор C2, рис. 2.8.

Основні елементи плати комутації – електромагнітні контактори KM1 і KM2 типу GAE75-10 фірми ABB (рис. 2.9), силові контакти яких безпосередньо комутують обмотки YAT та YAC електромагніту YA1.

Плата комутації оснащена трьома штекерами, рис. 2.10:

XP6 – для з'єднання з платою управління;

XP7 – для приєднання конденсатора C2;

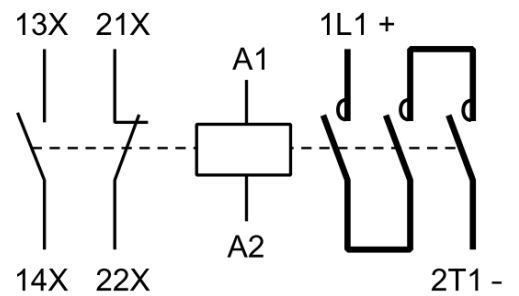
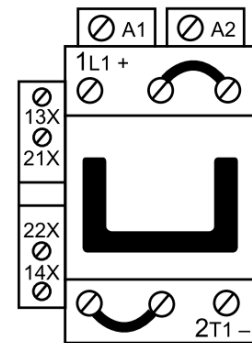
XP8 – для приєднання обмоток електромагніту.



Рисунок 2.8 – Загальний вигляд плати комутації



а)



б)

Рисунок 2.9 – Контактор GAE75-10 фірми АВВ, що призначений для комутацій кіл постійного струму



Рисунок 2.10 – Штекери плати комутації

4. **Плата управління**, що забезпечує формування команд на ввімкнення обмоток YAT та YAC електромагніту YA1 з урахуванням блокувань, рис. 2.11. Ці команди в подальшому підсилюються платою комутації та подаються на обмотки електромагніту.

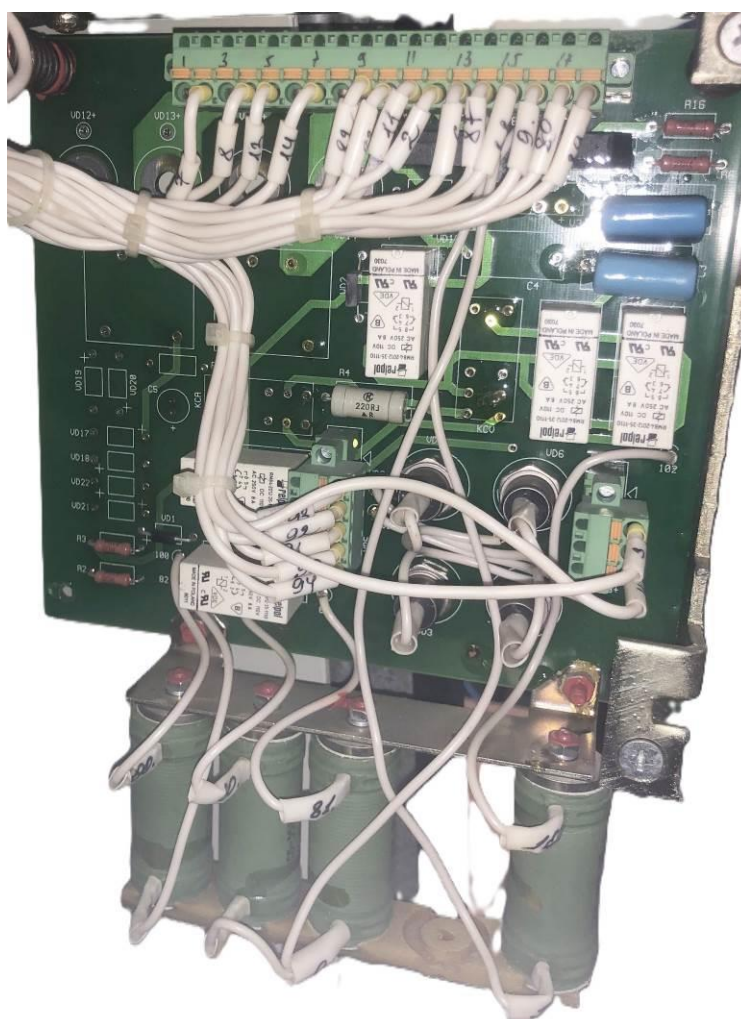


Рисунок 2.11 – Загальний вигляд плати управління

Плата управління обладана наступними з'єднувачами, рис. 2.12:

XP3 – штекер багатоконтактного роз'ємного з'єднання, за допомогою якого плата управління приєднується до клемної колодки ХТ;

XS4 – гніздо для подачі напруги живлення 220 В на плату управління, плату комутації та електромагніт;

XP5 – штекер багатоконтактного роз’ємного з’єднання, за допомогою якого плата з’єднується з платою комутації

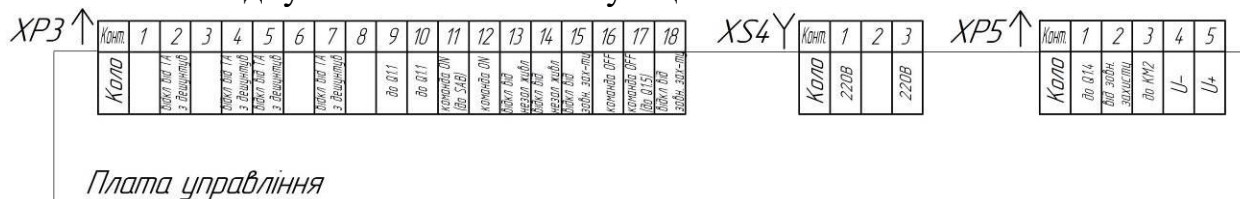


Рисунок 2.12 – З’єднувачі плати управління

5. **Блок-контакти Q1, Q2, Q3 положення вимикача.** Призначені для здійснення комутацій у колах керування та захисту залежно від положення вакуумного вимикача (ввімкнено або відключено), рис. 2.13. Блок-контакти механічно з’єднані з електромагнітом YA1 через вал. Коли вимикач знаходиться в положенні «відключено», блок-контакти знаходяться в натисненому стані, тобто нормально-розімкнений контакт буде замкнений. В подальшому на принципових схемах блок-контакти показані саме в натисненому стані.

У складі схеми використані блок-контакти типу GCE 7002397 R0119 фірми АВВ, рис. 2.14.

Позначення кіл блок-контактів ілюструє схема на рис. 2.15.

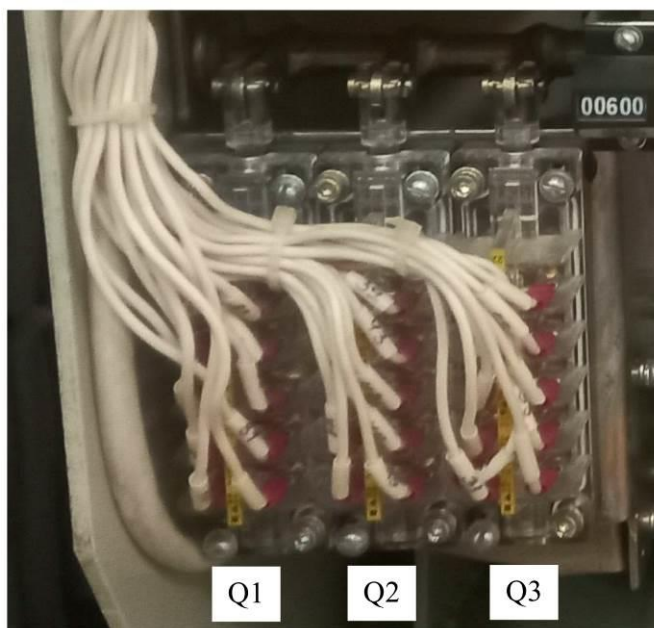


Рисунок 2.13 – Загальний вигляд блок-контактів положення вимикача



Рисунок 2.14 – Блок-контакт GCE 7002397 R0119 фірми АВВ

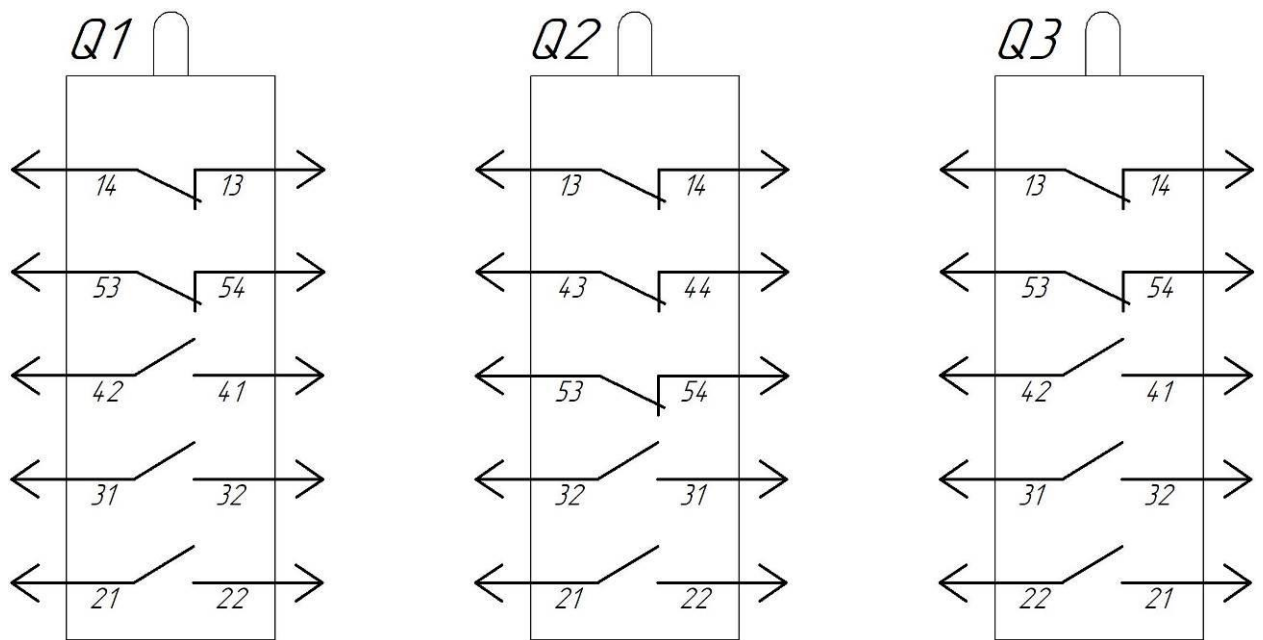


Рисунок 2.15 – Позначення кіл блок-контактів Q1, Q2, Q3 положення вимикача (показані в натисненому стані, що відповідає відключеному положенню вимикача)

На даній схемі двозначні цифри використовуються для позначення допоміжних кіл (тобто кіл блок-контактів).

Цифра на місці одиниць – функційний номер:

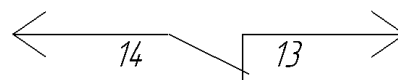
1, 2 – кола з контактами, що розмикаються (NC, нормально замкнені);

3, 4 – кола з контактами, що замикаються (NO, нормально розімкнені).

Виводи контакту, що перемикаються, позначаються номерами 1, 2, 4.

Цифра на місці десятків – порядковий номер. Виводи, що належать тому самому контактному елементу, мають бути позначені одним порядковим номером. Усі контактні елементи з однаковою функцією повинні відрізнятися порядковими номерами.

При цьому слід мати на увазі, що оскільки блок-контакти показані в натисненому стані, то розбіжності між порядком нумерації допоміжних кіл та схемою на рис. 2.15 немає. Наприклад, для Q1 контакт з порядковим номером 1 має позначений:



Цифри 3 та 4 свідчать про те, що це NO контакт, але оскільки всі блок-контакти показані в натисненому стані, то контакт показано замкненим.

6. Клемна колодка ХТ, що використовується для з'єднання проводів від елементів електричної схеми, рис. 2.16. Проводи об'єднані у два основні джгути:

Джгут 1 – йде до багатоконтактного штекера ХР та використовується для приєднання кіл керування вимикачем до обладнання релейного відсіку шафи;

Джгут 2 – забезпечує функціонування елементів управління вимикача (плата комутації, плата управління, блок-контакти тощо).

Колодка виконана з клем типу WAGO, арт. 264-711, рис. 2.17. Одна така клемка розрахована на приєднання двох проводів перерізом 2,5 мм², номінальна напруга 800 В, номінальний струм 24 А. Клеми кріпляться на DIN-рейці. Затискання проводів здійснюється за технологією CAGE CLAMP.



Рисунок 2.16 – Клемна колодка ХТ



Рисунок 2.17 – Клема типу WAGO, арт. 264-711

7. Гніздо багатоконтактного роз'ємного з'єднання XS9. Використовується для підключення додаткових блок-контактів, що аналогічні показаним на рис. 2.14. Тип гнізда BLF 5.08HC/20/270LR компанії Weidmüller, рис. 2.18.



Рисунок 2.18 – Гніздо багатоконтактного роз'ємного з'єднання XS9 типу BLF 5.08HC/20/270LR компанії Weidmüller

8. Штекер багатоконтактного роз'ємного з'єднання ХР, використовується для приєднання кіл керування вимикачем до обладнання релейного відсіку шафи, рис. 2.19. Тип роз'ємного з'єднання – HDC. Нумерація контактів ХР здійснюється відповідно до схеми на рис. 2.20.

Такий штекер складається з корпусу, контактної вкладки та окремих штирів, рис. 2.21. Кількість контактів – 64. Номінальний струм кожного контакту 10 А, номінальна напруги 0,25 кВ.

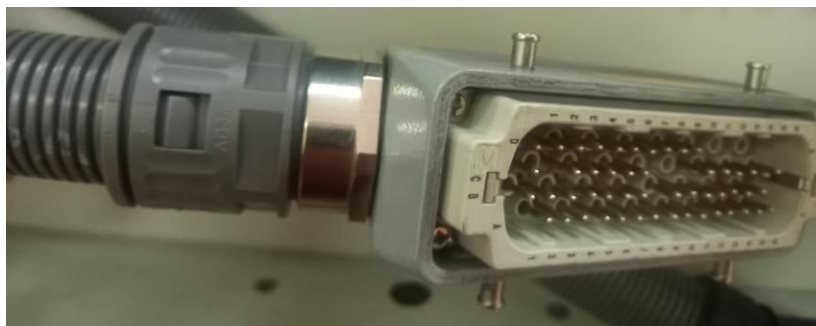


Рисунок 2.19 – Штекер багатоконтактного роз'ємного з'єднання ХР

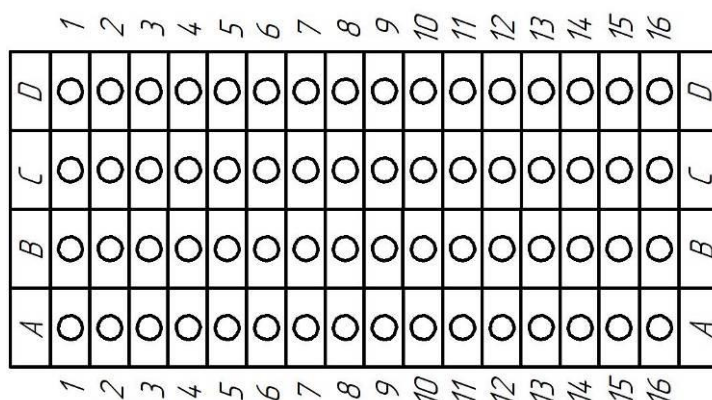


Рисунок 2.20 – Схема нумерації контактів штекера ХР



Рисунок 2.21 – Складові частини штекера багатоконтактного роз'ємного з'єднання ХР: а – корпус HDC 24V TSBU 1PG29G (1661240000), фірма Weidmüller; б – контактний вкладки Han 64 D (09210643001), фірма Harting; в – штирі (09150006102), фірма Harting

9. Мікровимикач SAB. Запобігає ввімкненню вимикача, що знаходиться в проміжному положенні (між робочим та контрольним), механічно з'єднаний з поворотним валом, рис. 2.22, 2.23.



Рисунок 2.22 – Натиснуте положення SAB, має місце в робочому та контрольному положенні висувного елемента, контакти замкнені, що дозволяє ввімкнути вимикач



Рисунок 2.23 – Відпущене положення SAB, має місце в проміжному положенні висувного елемента, контакти розімкнені, що забороняє ввімкнення вимикача

2.1.7 Схема з'єднань блока управління

Схема з'єднань блока управління вакуумного вимикача ВРС-10, що має електромагнітний привод, наведена на рис. 2.24.

На схемі з'єднань (рис. 2.24) для зменшення кількості ліній використано умовне графічне злиття окремих ліній у групові лінії зв'язку. Фізичний відповідник групової лінії зв'язку – джгут (декілька об'єднаних проводів), рис. 2.25.

Кожен провід, що виходить із джгута, має унікальний номер, який проставляється біля лінії, що позначає даний провід. Лінії, що зливаються у групову лінію, не мають розгалужень, тобто номер кожної лінії зустрічається на груповій лінії тільки 2 рази. За наявності розгалужень їх кількість вказується після порядкового номера лінії через дріб (наприклад: 53/2).

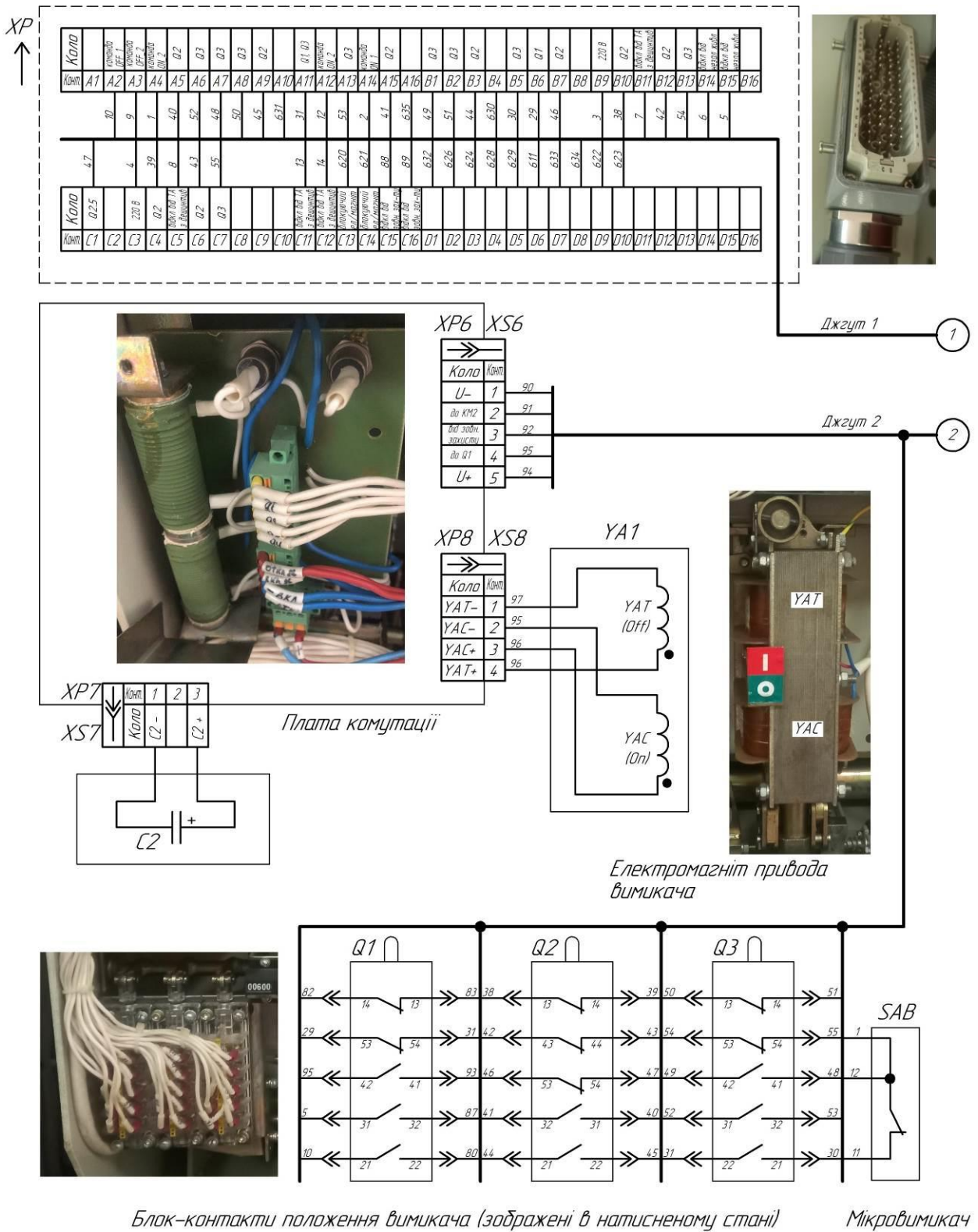
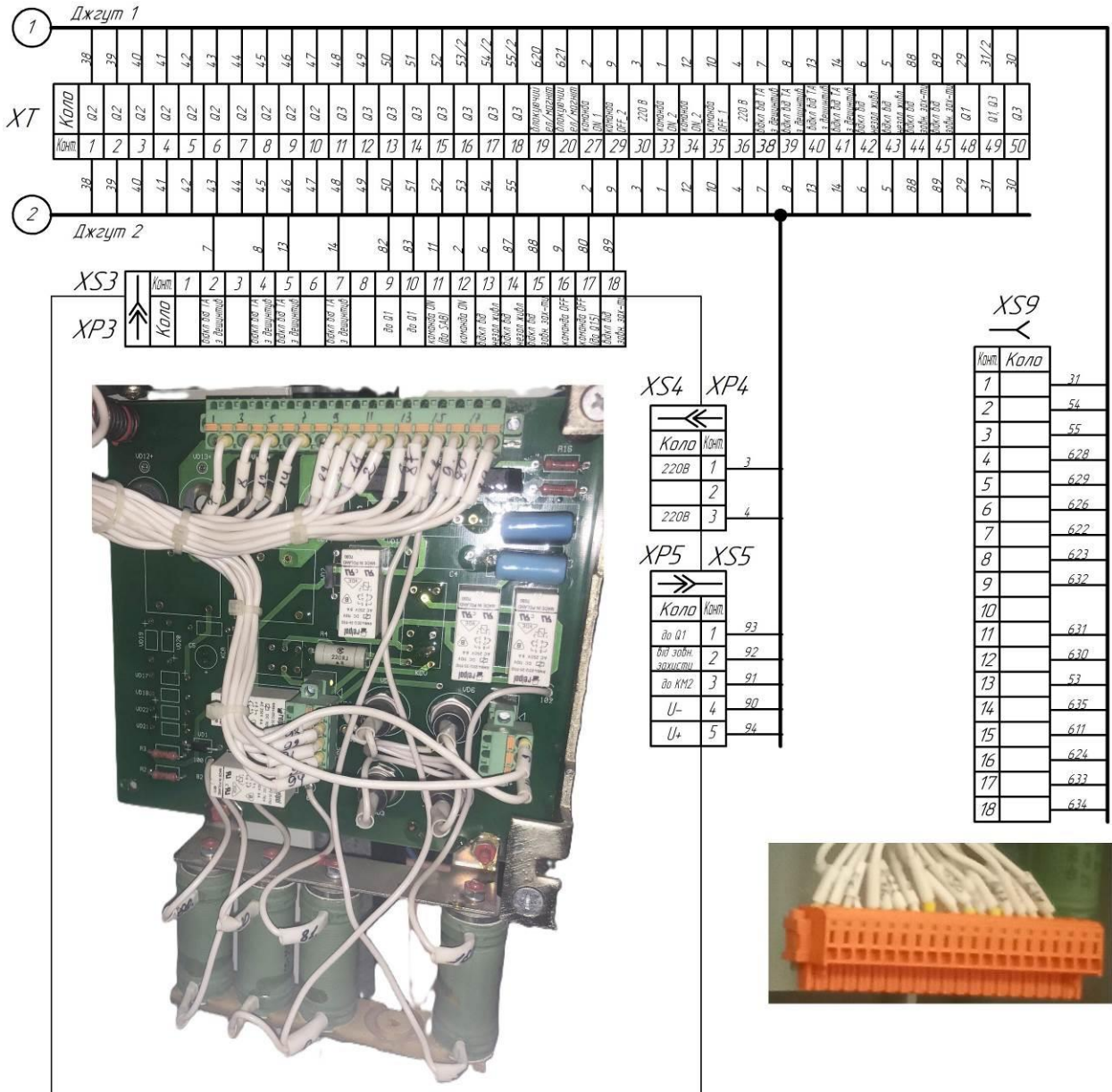


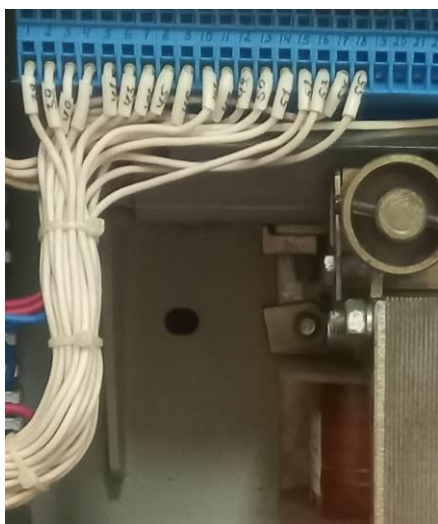
Рисунок 2.24 (початок) – Схема з'єднань блока управління вакуумного вимикача ВРС-10, що має електромагнітний привід



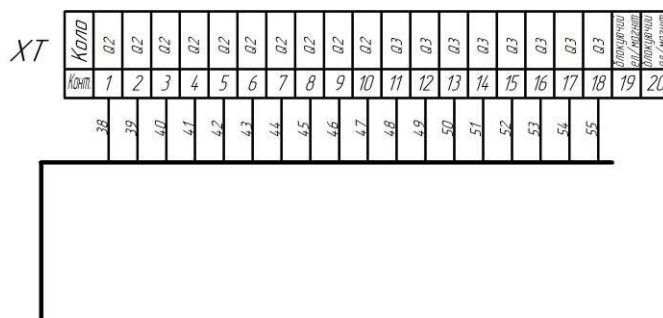
Плата управління

Рисунок 2.24 (продовження) – Схема з’єднань блока управління вакуумного вимикача ВРС-10, що має електромагнітний привод

Примітка. Положення елементів відповідає розміщенню висувного елемента в контрольному положенні, вимикач – у положенні «Відключено», напруга живлення відсутня. Блок-контакти Q1, Q2, Q3 положення вимикача показати в натисненому стані.



а)



б)

Рисунок 2.25 – Джгут (а) та його позначення лінією групового зв’язку (б)

2.1.8 Принципова електрична схема блока управління

Схема електрична принципова блока управління вимикача вакуумного типу ВРС-10 з електромагнітним приводом наведена на рис. 2.26–2.28. Положення елементів схеми відповідає положенню вимикача «Відключено» за відсутності напруги живлення. Блок-контакти Q1, Q2, Q3 положення вимикача показані в натиснутому стані.

Живлення до електромагніту подається через клеми 30 та 36 клемної колодки ХТ (рис. 2.27). Допускається подавати постійну або змінну напругу 220 В (нижня межа $0,85 \cdot 220 = 187$ В, верхня межа $1,1 \cdot 220 = 242$ В). Змінна напруга випрямляється діодним мостом VD3...VD6, перетворюючись в пульсуючу. Рівень напруги живлення контролюється реле напруги KV1, яке підключено до виходу діодного моста через баластний резистор R15. Це необхідно, оскільки обмотка реле KV1 розрахована на напругу 110 В.

Якщо напруга знаходиться в допустимих межах, реле KV1 ввімкнене, що дає дозвіл на ввімкнення вимикача (завдяки замкненому стану контакта KV1 (7–8) у колі живлення реле КСС команди «Ввімкнути», рис. 2.25). Якщо напруга нижче від нижньої межі, реле KV1 відключене, відповідно вимикач неможливо ввімкнути.

Випрямлена напруга живлення з виходу діодного моста VD3...VD6 подається до плати комутації (провід 90 – «мінус», провід 94 – «плюс»), де забезпечує заряджений стан конденсатора С2, спрацювання контакторів КМ1, КМ2 та живлення обмоток YA1, YA2 електромагніту YA1.

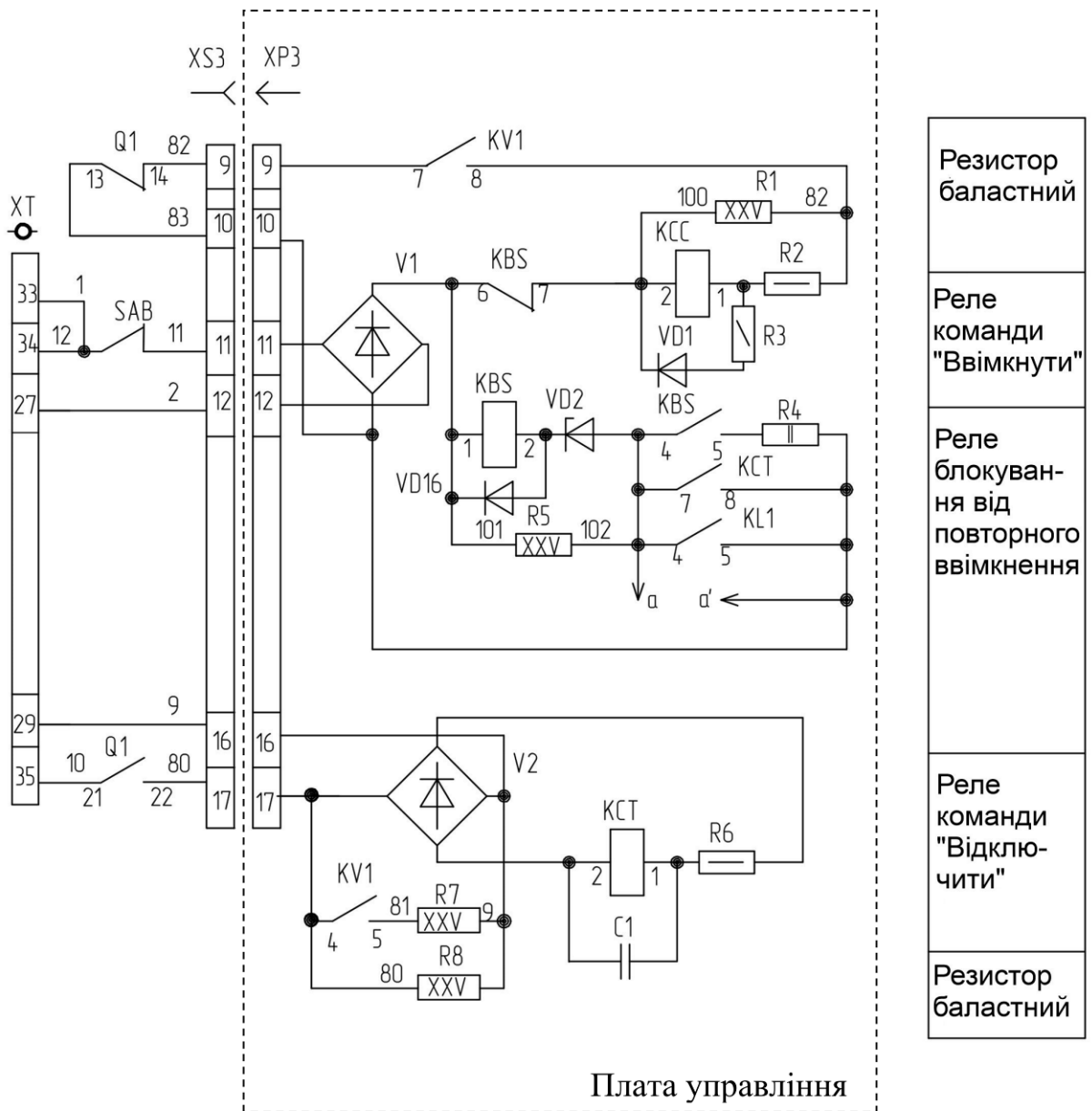


Рисунок 2.26 – Схема електрична принципова блока управління вимикача вакуумного типу ВРС-10 з електромагнітним приводом

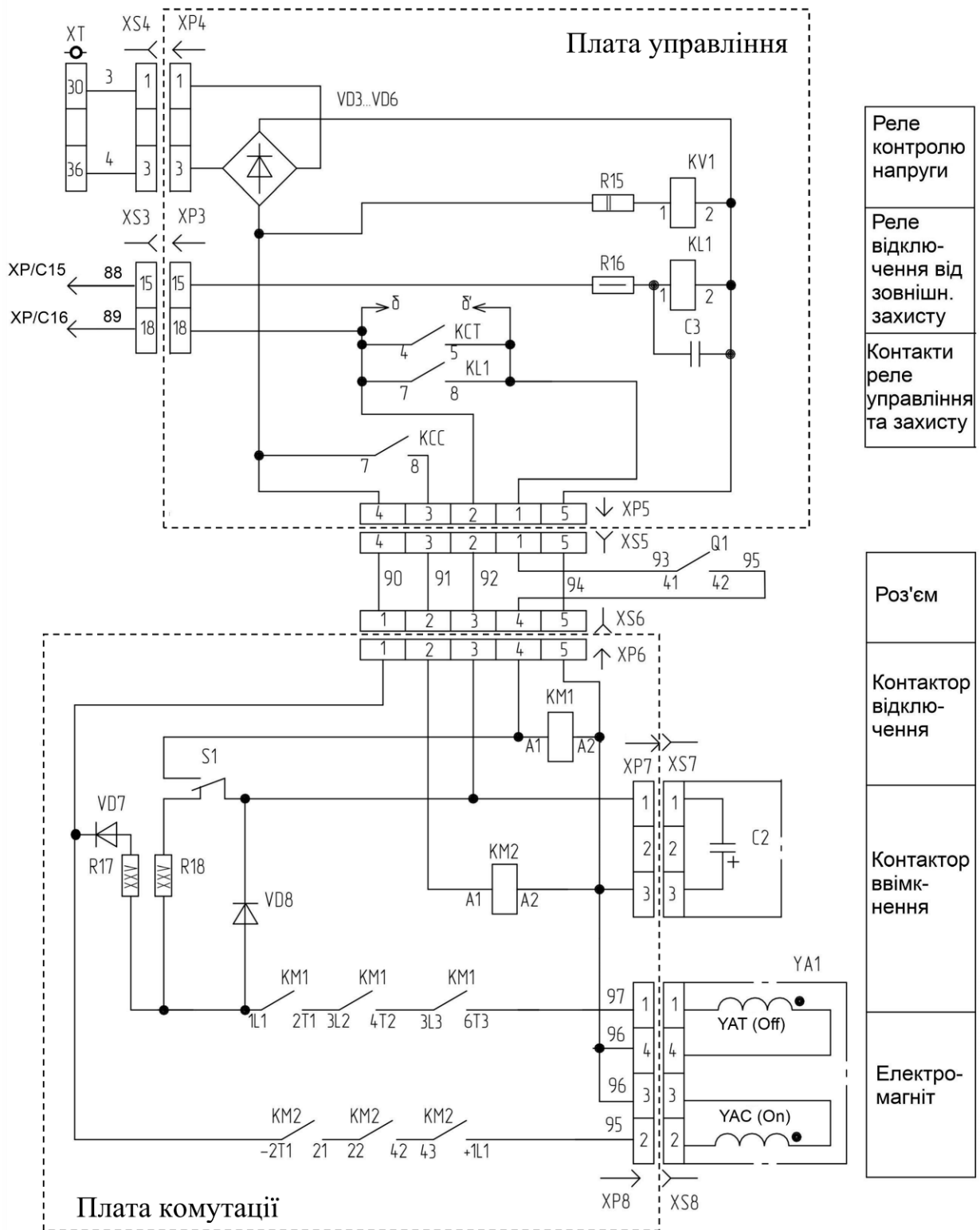


Рисунок 2.27 – Схема електрична принципова блока управління вимикача вакуумного типу ВРС-10 з електромагнітним приводом

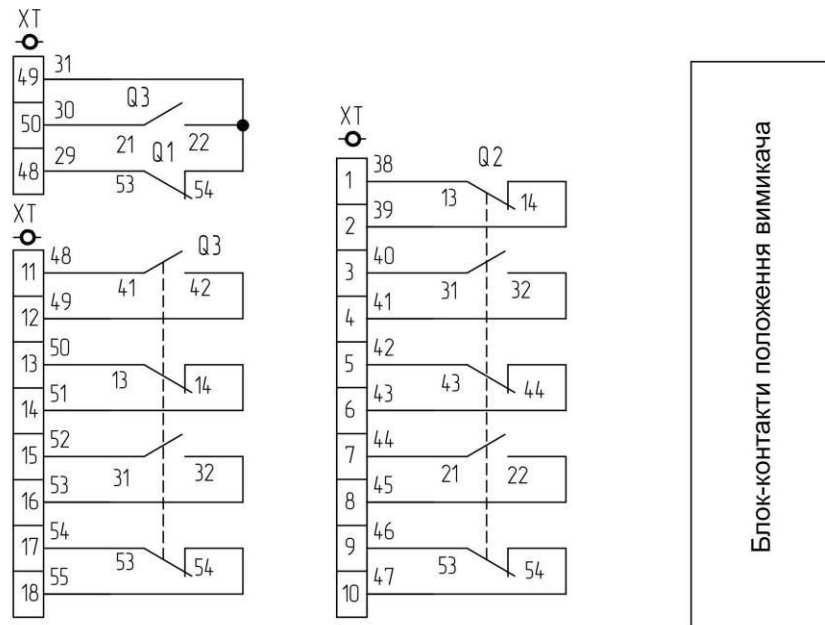
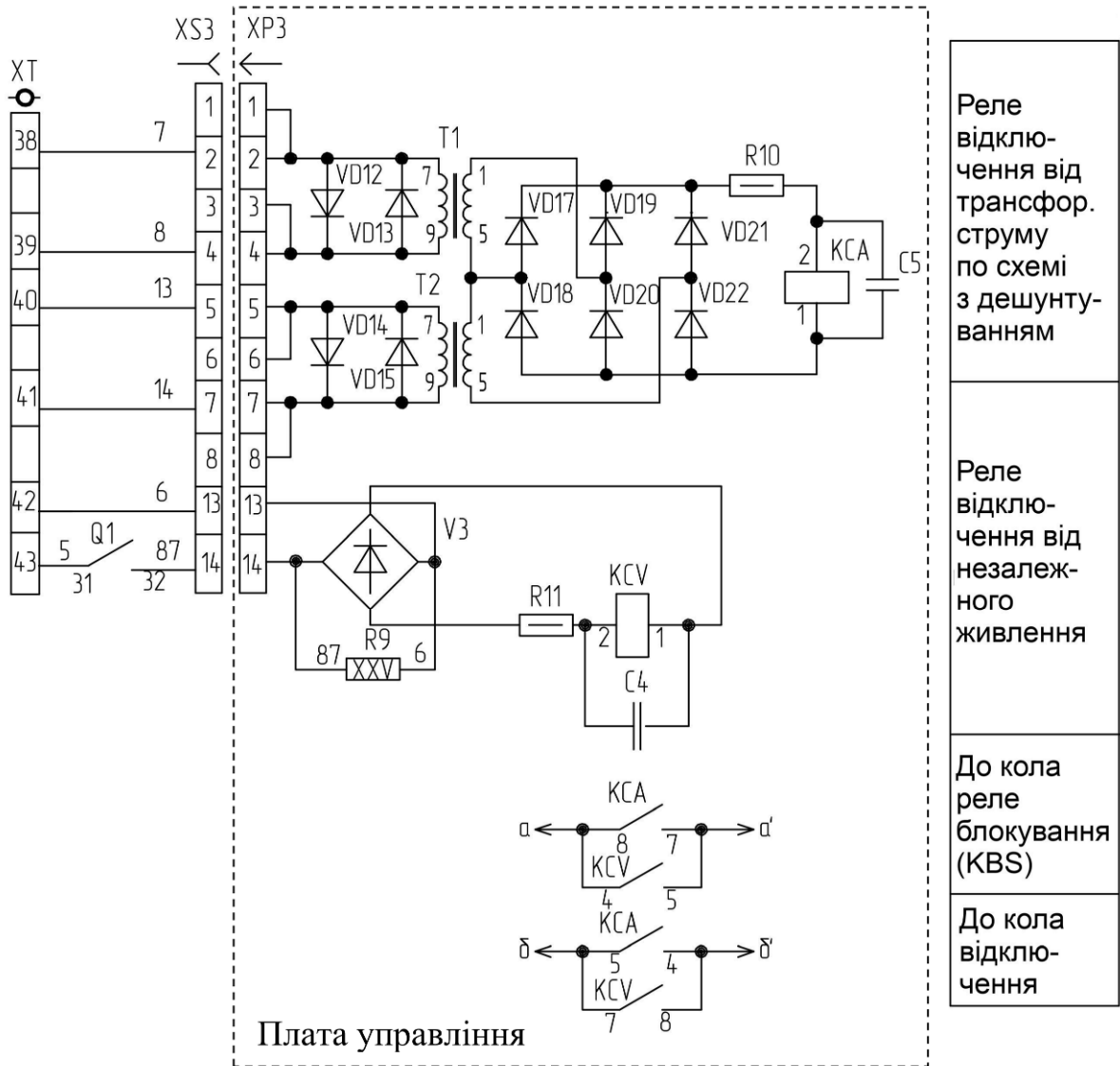


Рисунок 2.28 – Схема електрична принципова блока управління вимикача вакуумного типу ВРС-10 з електромагнітним приводом

Ввімкнення вимикача здійснюється подачею змінної або постійної напруги 220 В на контакти 33(34) та 27 клемної колодки ХТ (рис. 2.26). Змінна напруга випрямляється діодним мостом V1, перетворюючись у пульсуючу, і прикладається до обмотки проміжного реле КСС команди «Ввімкнути». При цьому ввімкнення блокується, якщо:

- висувний елемент знаходиться у проміжному положенні, тоді контакт мікровимикача SAB розімнений;
- вимикач вже ввімкнено, тоді блок-контакт Q1 (13–14) розімнений;
- напруга живлення електромагніту відсутня або є заниженою, тоді контакт KV1 (7–8) розімнений;
- триває відключення вимикача, тоді реле KBS спрацьовує та розмикає свій контакт KBS (6–7).

Резистор R1 потужністю 25 Вт створює струм у колі команди «Ввімкнути», що підвищує надійність ввімкнення, оскільки дозволяє зменшити імовірність неспрацювання реле КСС через окислення механічних контактів.

Відключення вимикача здійснюється подачею змінної або постійної напруги 220 В на контакти 29 та 35 клемної колодки ХТ (рис. 2.26). Випрямлена мостом V2 напруга подається до обмотки проміжного реле КСТ команди «Відключити».

Активно-ємнісне коло R6, C1 призначене для уповільнення відключення реле КСТ. Це забезпечує чітке розмикання електромагнітом силових контактів, оскільки під час відключення блок-контакт Q1 (21–22) положення розмикається, що знеструмлює реле КСТ і, відповідно, контактор KM1, тому обмотка YAT може виявитися знеструмленою передчасно.

2.2 Опис обладнання

Лабораторна робота виконується з використанням вакуумного вимикача типу ВРС-10 з електромагнітним приводом, що встановлений у шафі ШВВ-10-20-01-630, ауд. 509.

2.3 Завдання

Проаналізувати конструкцію вимикача вакуумного типу ВРС-10 з електромагнітним приводом, улаштування, схему з'єднань та принципову схему блока управління.

2.4 Порядок виконання роботи

Ознайомлення з конструкцією вакуумного вимикача ВРС-10

1. Перемістити висувний елемент у контрольне положення.
2. Ввімкнути заземлення.
3. Відкрити двері відсіку висувного елемента. Вийняти штекер ХР з роз'єму та закріпити його на вимикачі.
4. Перемістити висувний елемент на інвентарний візок.
5. Відкотити інвентарний візок з вимикачем від шафи.

6. Закрити двері відсіку висувного елемента.

7. Оглянути:

- шильдик вимикача;
- віконце вказівника положення вимикача;
- віконце для ручного відключення;
- вакуумні камери полюсів;
- силові розеткові гнізда.

8. За допомогою викрутки відкрутити два гвинта, що утримують передню кришку блока управління вимикача. Зняти кришку. Перевести тумблер S1 в положення «Розрядження конденсатора». Через 3 с перевести тумблер S1 в положення «Робота».

9. Відповідно до креслення на рис. 2.3, знайти наступні елементи:

- блок-контакти положення вимикача;
- вказівник;
- блок комутацій;
- тумблер розрядження конденсатора;
- плата управління;
- електромагніт;
- конденсатор;
- механізм ручного відключення;
- лічильник;
- полюс;
- опорний ізолятор;
- вікно для ручного розблокування блокуючого електромагніту;
- механізм блокування;
- вал;
- рама;
- клемна колодка ХТ.

10. Оглянути електромагніт YA1, що забезпечує комутацію силових контактів у вакуумних дугогасильних камерах. Визначити розташування обмоток YAT (для відключення вимикача) та YAC (для ввімкнення).

Ознайомлення з улаштуванням блока управління вакуумного вимикача ВРС-10

11. Оглянути розташування елементів блока управління вакуумним вимикачем ВРС-10 з електромагнітним приводом відповідно до рис. 2.5.

12. Оглянути розташування конденсатора С2, який забезпечує накопичення енергії для керування вимикачем в разі знеструмлення кіл керування.

13. Оглянути розташування плати комутації та контакторів КМ1 і КМ2.

14. Визначити фізичне розташування штекерів плати комутації, рис. 2.10, а саме:

- ХР6 – для з'єднання з платою управління;
- ХР7 – для приєднання конденсатора С2;
- ХР8 – для приєднання обмоток електромагніту.

15. Відкрутити болт, що фіксує плату управління. Висунути плату управління в крайнє переднє положення.

16. Визначити фізичне розташування з'єднувачів плати управління, рис. 2.12, а саме:

XP3 – штекер багатоконтактного роз'ємного з'єднання, за допомогою якого плата управління приєднується до клемної колодки XT;

XS4 – гніздо для подачі напруги живлення 220 В на плату управління, плату комутації та електромагніт;

XP5 – штекер багатоконтактного роз'ємного з'єднання, за допомогою якого плата з'єднується з платою комутації.

17. Оглянути блок-контакти Q1, Q2, Q3 положення вимикача та спосіб їх механічного з'єднання з валом.

18. Оглянути клемну колодку XT.

19. Оглянути гніздо багатоконтактного роз'ємного з'єднання XS9.

20. Оглянути штекер багатоконтактного роз'ємного з'єднання XP, звернути увагу на нумерацію контактів штекера XP, порівняти зі схемою на рис. 2.20.

21. Оглянути розташування мікровимикача SAB.

Ознайомлення з електричною принциповою схемою блока управління вакуумного вимикача ВРС-10 з електромагнітним приводом

22. Проаналізувати схему електричну принципову блока управління, рис. 2.26–2.28.

23. Визначити, які з елементів принципової схеми плати управління відсутні на реальній платі управління. Закреслити відсутні елементи на принциповій схемі.

24. Встановити плату управління на штатне місце, зафіксувати болтом.

25. Закрити блок управління вимикача кришкою, зафіксувати кришку двома гвинтами.

26. Перемістити висувний елемент з інвентарного візка до шафи. Закрити дверцята відсіку висувного елемента.

27. Відключити заземлення.

28. Перемістити вимикач у робоче положення.

29. Користуючись принциповою схемою (рис. 2.26–2.28), внести до таблиці у додатку А назви та призначення елементів принципової електричної схеми.

30. Накреслити спрощену принципову схему, яка включає лише ті елементи, що задіяні у процесі ввімкнення вимикача.

31. Накреслити спрощену принципову схему, яка включає лише ті елементи, що задіяні у процесі відключення вимикача.

32. Накреслити принципову схему, яка пояснює приєднання джерела живлення 220 В та перемикача «Off – 0 – On» (без фіксації, обладнаний двома NO контактами) до гнізда роз'ємного з'єднання XS, куди вставляється штекер XP для ввімкнення та відключення вимикача.

Ознайомлення зі схемою з'єднань блока управління вакуумного

вимикача ВРС-10 з електромагнітним приводом

33. Проаналізувати схему з'єднань, що наведена на рис. 2.24.

34. Користуючись схемою з'єднань, заповнити таблицю з'єднань, додаток Б. Для кожного пронумерованого проводу у Джгуті 1 та Джгуті 2 необхідно вказати дві адреси: звідки цей провід іде і куди надходить. При цьому адреса складається з двох частин: позначення елемента, двокрапка «:» або риска «/», позначення контакту елемента. Наприклад: «ХР : А4» – штекер ХР, контакт А4.

35. Внести до таблиць у Додатку В адреси підключення контактів штекера ХР.

36. Внести до таблиці у Додатку Г адреси підключення контактів клемної колодки ХТ.

2.5 Вміст звіту з лабораторної роботи

1. Тема, мета роботи.

2. Схема з'єднань блока управління вакуумного вимикача ВРС-10 з електромагнітним приводом

3. Схема електрична принципова блока управління вимикача вакуумного типу ВРС-10 з електромагнітним приводом, на якій закреслені елементи, що відсутні на реальній платі.

4. Заповнена таблиця Додатку А. Призначення елементів блока управління вимикача ВРС-10.

5. Спрощена принципова схема, яка включає лише ті елементи, що задіяні у процесі ввімкнення вимикача.

6. Спрощена принципова схема, яка включає лише ті елементи, що задіяні у процесі відключення вимикача.

7. Принципова схему, яка пояснює приєднання джерела живлення 220 В та перемикача «Off – 0 – On» (без фіксації, обладнаний двома NO контактами) до гнізда роз'ємного з'єднання XS, куди вставляється штекер ХР для ввімкнення та відключення вимикача.

8. Заповнена таблиця з'єднань у Додатку Б.

9. Заповнена таблиця у Додатку В. Характеристики кіл та адреси підключення контактів штекера ХР.

10. Заповнена таблиця у Додатку Г. Характеристики кіл та адреси підключення контактів клемної колодки ХТ.

11. Висновки з аналізом одержаних результатів.

2.6 Контрольні запитання

1. Призначення вакуумного вимикача.

2. Які переваги вакууму для гасіння дуги?

3. Назвіть переваги електромагнітного приводу вимикача?

4. Опишіть конструкцію вимикача ВРС-10 з електромагнітним приводом, користуючись реальним вимикачем в лабораторії.

5. Опишіть конструкцію електромагніту.

6. Скільки обмоток має електромагніт? Для чого вони призначені та як позначаються?
7. Які функції виконує механізм блокування вимикача?
8. Опишіть сили, які діють на якір електромагніту у відключеному положенні вимикача.
9. Опишіть сили, які діють на якір електромагніту у ввімкненому положенні вимикача.
10. Опишіть процеси в електромеханічній частині вимикача при ввімкненні.
11. Опишіть процеси в електромеханічній частині вимикача при відключенні.
12. Продемонструйте на реальному вимикачеві, з яких елементів складається блок управління.
13. Для чого призначений конденсатор C2?
14. Опишіть призначення блок-контактів положення вимикача. В якому положенні знаходяться блок-контакти при відключеному стані вимикача?
15. Для чого призначений мікрОВимикач SAB?
16. Що таке групова лінія зв'язку? Як нумеруються проводи, що входять до складу такої лінії?
17. Поясніть за принциповою схемою, як відбувається ввімкнення вимикача.
18. Поясніть за принциповою схемою, як відбувається відключення вимикача.
19. Які блокування забезпечуються елементами принципової схеми при ввімкненні?
20. Поясніть за принциповою схемою, як забезпечується контроль рівня напруги?
21. Поясніть за принциповою схемою, як забезпечується можливість відключення вимикача при знеструмленні блока управління?
22. Для чого призначено тумблер S1?
23. Поясніть за принциповою схемою, що відбувається при переключенні тумблера S1?

ЛІТЕРАТУРА

1. Пристрої комплектні розподільчі серії КУ 6С, КУ 10С. Технічна інформація. НКАИ.670049.020 ТИ. Редакція 23. 2020. 122 с.
2. Вимикачі вакуумні типів ВРС-6 та ВРС-10. Технічні інформація. НКАИ.670049.022 ТИ. Редакція 9. 2013. 49 с.
3. Правила улаштування електроустановок. Київ : Міненерговугілля України, 2017. 618 с.
4. Остапчук О. В., Денисюк П. Л., Матеєнко Ю. П. Електрична частина станцій та підстанцій: курс лекцій : навчальний посібник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 183 с.
5. Омельчук А. О. Електрична частина станцій і підстанцій : навчальний посібник. Київ : ЦП «КОМПРИНТ», 2017. 479 с.
6. Гаряжа В. М., Карюк А. О. Електрична частина станцій та підстанцій (частина 1) : конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 149 с.
7. Хмельницький Є. Д. Електрична частина станцій і підстанцій : конспект лекцій для студентів напряму 6.050701 – Електротехніка та електротехнології. Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2014, 104 с.
8. Лежнюк П. Д., Лагутін В. М., Тептя В. В. Проектування електричної частини електричних станцій : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2009. 194 с.
9. Сегеда М. С., Гапанович В. Г., Олійник В. П., Покровський К. Б. Проектування структурних схем електростанцій та підстанцій : навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2010. 144 с.
10. Козлов В. Д., Захарченко В. П., Тачиніна О. М. Електрична частина станцій та підстанцій аеропортів : підручник. Київ : НАУ, 2018. 312 с.

ДОДАТОК А
Призначення елементів блока управління вимикача ВРС-10

Елемент	Назва, призначення
C2	
KBS	
KCC	
KCT	
KL1	
KM1	
KM2	
KV1	
Q1, Q2, Q3	
SAB	
V1	
V2	
VD3...VD6	
YA1	
YAC	
YAT	

ДОДАТОК Б
Таблиця з'єднань

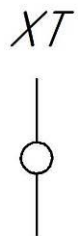
Позначення про-вода	Звідки йде	Куди надходить	Дані про-воду	При-мітка
	Джгут 1			
1	ХР : А4	ХТ : 33	ПВнг-LS3х1,5 мм ²	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
12				
13				
14				
29				
30				
31				
31				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				

Позначення про-вода	Звідки йде	Куди надходить	Дані проводу	При-мітка
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
53				
54				
54				
55				
55				
88				
89				
611				
620				
621				
622				
623				
624				
626				
628				
629				
630				
631				
632				
633				
634				
635				

Позна- чення про- вода	Звідки йде	Куди надходить	Дані проводу	При- мітка
	Джгут 2			
1	ХТ : 33	SAB	ПВНГ-LS3x1,5 мм ²	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
29				
30				
31				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				

Позна- чення про- вода	Звідки йде	Куди надходить	Дані проводу	При- мітка
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
80				
82				
83				
87				
88				
89				
90				
91				
92				
93				
94				
95				

ДОДАТОК Г
Характеристики кіл та адреси підключення контактів клемної колодки ХТ



Адреса	Конт.	Коло	Адреса
	1	Q2	
	2	Q2	
	3	Q2	
	4	Q2	
	5	Q2	
	6	Q2	
	7	Q2	
	8	Q2	
	9	Q2	
	10	Q2	
	11	Q3	
	12	Q3	
	13	Q3	
	14	Q3	
	15	Q3	
	16	Q3	
	17	Q3	
	18	Q3	
	19	блокувачий ел./магніт	
	20	блокувачий ел./магніт	
	27	команда ON_1	
	29	команда OFF_2	
	30	220 В	
	33	команда ON_2	
	34	команда ON_2	
	35	команда OFF_1	
	36	220 В	
	38	відкл від ТА з дещиттям	
	39	відкл від ТА з дещиттям	
	40	відкл від ТА з дещиттям	
	41	відкл від ТА з дещиттям	
	42	відкл від через жибл	
	43	відкл від через жибл	
	44	відкл від зобн. зок-тм	
	45	відкл від зобн. зок-тм	
	48	Q1	
	49	Q1, Q3	
	50	Q3	