

на тему **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**
до виконання лабораторної роботи №2
**«Дослідження відкритих та закритих розподільчих
пристроїв підстанцій»**

з дисципліни:
«ЕЛЕКТРИЧНІ ПІДСТАНЦІЇ ТА МЕРЕЖІ»

Запоріжжя 2025



УКЛАДАЧІ:

- 1 ЛИСЕНКО Олександра, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації, електро- та робототехнічних систем;
- 2 ПАПАЇКА Юрій, доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизації, електро- та робототехнічних систем.

УЗГОДЖЕНО:

Гарант освітньої програми
«Інжиніринг електропостачання
та електромеханічних систем
у металургії та гірництві»




Артем РУХЛОВ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри

Олексій КОЙФМАН



Тема роботи: «Дослідження відкритих та закритих розподільчих пристроїв підстанцій».

Мета роботи: «Вивчити трансформаторні підстанції, конструктивне виконання та особливості схемних реалізацій відкритих та закритих розподільчих пристроїв».

1 ВСТУП


Підстанцією називають електроустановку, призначену для перетворення напруги і розподілу електроенергії. За способом приєднання до мережі вищої напруги всі підстанції підрозділяються на: тупикові, відгалужувальні, прохідні та вузлові.

Відкриті розподільні пристрої застосовуються, як правило, при напругах 35 кВ і вище. Основними перевагами відкритих розподільчих пристроїв у порівнянні із закритими є:

- 1) менший обсяг будівельних робіт;
- 2) істотна економія будівельних матеріалів (сталі, бетону);
- 3) менші капітальні витрати;
- 4) менша небезпека розповсюдження пошкоджень внаслідок великих відстаней між агрегатами суміжних кіл;
- 5) менші терміни спорудження;
- 6) зручне розширення і легкість заміни устаткування з меншими або з більшими розмірами, а також можливість швидкого демонтажу старого і монтажу нового устаткування.

Недоліки відкритих розподільних пристроїв у порівнянні із закритими:

- 1) менш зручне обслуговування, оскільки перемикання роз'єднувачів і спостереження за апаратами проводиться на повітрі при будь-якій погоді;

- 
- 2) велика площа спорудження;
 - 3) апарати доступні до коливань температури оточуючого середовища, нічим не захищені від забруднення, запилення і т.д., що ускладнює їх експлуатацію і змушує застосовувати апарати спеціальної конструкції (для зовнішньої установки), більш дорогі.

У результаті виконання лабораторної роботи студент повинен:

- знати типи і призначення трансформаторних підстанцій; конструктивне виконання ВРП; переваги і недоліки ВРП; призначення окремих електричних апаратів та послідовність їхнього вимикання і вмикання.
- вміти читати і складати електричні схеми підстанцій; конструювати ВРП; змінювати схеми електропостачання при виході з ладу основного електроустаткування (трансформатора або ЛЕП).

Порядок виконання роботи

1. Дослідження компоновок та схемних реалізацій відкритих розподільчих пристроїв напругою 35 кВ та вище для головних знижувальних трансформаторних підстанцій та підстанцій глибокого вводу промислових підприємств.
2. Дослідження компоновок та схемних реалізацій закритих розподільчих пристроїв напругою 6-10 кВ.
3. Знайомство з сучасними зразками розподільчих пристроїв вітчизняного виробництва.

1. ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОНОВОК ВРП

Підстанція "Шевченківська" 154/6 кВ є прохідною і виконана за спрощеною схемою без високовольтних вимикачів у приєднаннях трансформаторів на стороні 154 кВ (рис.1). Два трансформатори типу ТДН-16000/150 потужністю по 16 МВА живляться від транзитної лінії між підстанціями "В" (Вузлова) і "КЛ". У приєднаннях трансформаторів встановлені роз'єднувачі QS, віддільники QR і короткозамикачі QK. Зі сторони ліній передбачена перемичка з двома роз'єднувачами і вимикачем QВВ, який у нормальному режимі роботи ВРП увімкнений.

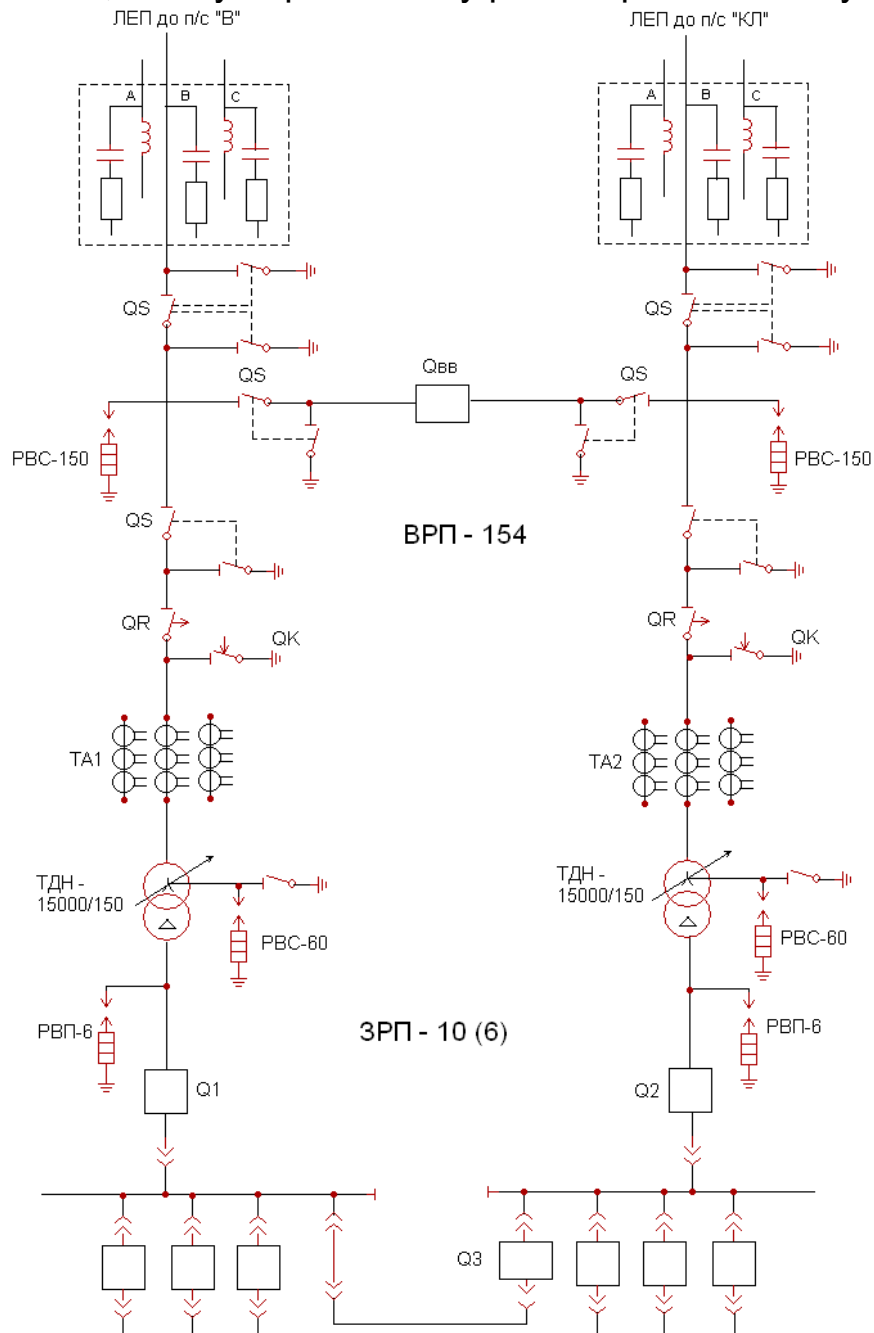



Рис.1. Схема підстанції з віддільниками і короткозамикачами



Для відключення пошкодженого трансформатора, при спрацьовуванні захисту, використовується передача відключаючого сигналу по високочастотному каналу зв'язку на вимикачі живлячих підстанцій “В” і “КЛ”.

Як канал зв'язку служать проводи ЛЕП-154 з використанням спеціальної апаратури високочастотної обробки, в яку входять загороджувачі, конденсатори зв'язку, передавачі і приймачі сигналів. Короткозамикач, встановлений на одній із фаз, призначений для створення штучного короткого замикання на землю у разі відмови каналу зв'язку при спрацьовуванні захисту трансформатора. У цьому випадку вимикачі на живлячих підстанціях “В” і “КЛ” відключаються під дією захисту лінії.


Таким чином, при пошкодженні одного з трансформаторів відключається вимикач на підстанції з боку живлення “В” або “КЛ” і вимикач на перемичці. У безструмову паузу відключається віддільник пошкодженого трансформатора. Після чого автоматично вмикаються вимикач лінії на живлячій підстанції і вимикач на перемичці; кільцеве живлення по ЛЕП-154 відновлюється.

Для нормального відключення трансформатора на підстанції “Шевченківська” необхідно **вимкнути струм навантаження вимикачем** на стороні 6 кВ Q1 або Q2, а потім **віддільником відключають струм холостого ходу трансформатора**. Після цього можна відключити роз'єднувач. Для вмикання трансформатора спочатку вмикають віддільник, а напругу подають **роз'єднувачем**.

Установка роз'єднувачів із заземляючими ножами створює умови для безпечного виконання ремонтних робіт на вимкнених ділянках підстанції і лініях.

Захист устаткування ВРП-154 від прямих ударів блискавок здійснюється за допомогою чотирьох стрижньових громовідводів, встановлених на порталах. Для захисту від хвиль перенапруг, що надходять з ліній електропередачі, встановлені розрядники РВС-150 і РВТ-6, а також розрядник РВС-60 у нейтралі трансформатора. Останній забезпечує надійність експлуатації трансформаторів з ослабленою ізоляцією. Розрядники укомплектовані реєстраторами кількості спрацьовувань. Для ошиновки ВРП-154 застосовані гнучкі шини із сталевалюмінієвих проводів, закріплені на опорах за допомогою натяжних гірлянд ізоляторів. З'єднання трансформаторів із закритим розподільним пристроєм 6 кВ виконано гнучким струмопроводом.

На території ВРП передбачені канали для силових і контрольних кабелів, закритих зйомними плитами. Опори ВРП-154 виконані із сталі та залізобетону. Роз'єднувачі, віддільники і короткозамикачі встановлені на спеціальних залізобетонних підставках. Струмопровідні



частини розташовують на висоті, безпечній для проходу людини (не менше 2,5 м). У зв'язку з цим апарати, встановлені на ВРП, нормально не відгороджують. Вся територія ВРП одгороджена парканом висотою 2,5 м.

Уздовж трансформаторів передбачений проїзд шириною не менше 3 метрів, відповідно до протипожежних норм, оскільки відстань від розподільчого пристрою 6 кВ до трансформаторів менше 10м. Для забезпечення цілості електроустаткування при аваріях і пожежах під силовими трансформаторами укладений гравій товщиною прошарку не менше 25 см вище поверхні планування, що виступає за габарити устаткування. Відведення оливи з-під гравію здійснено на безпечну в пожежному відношенні відстань.

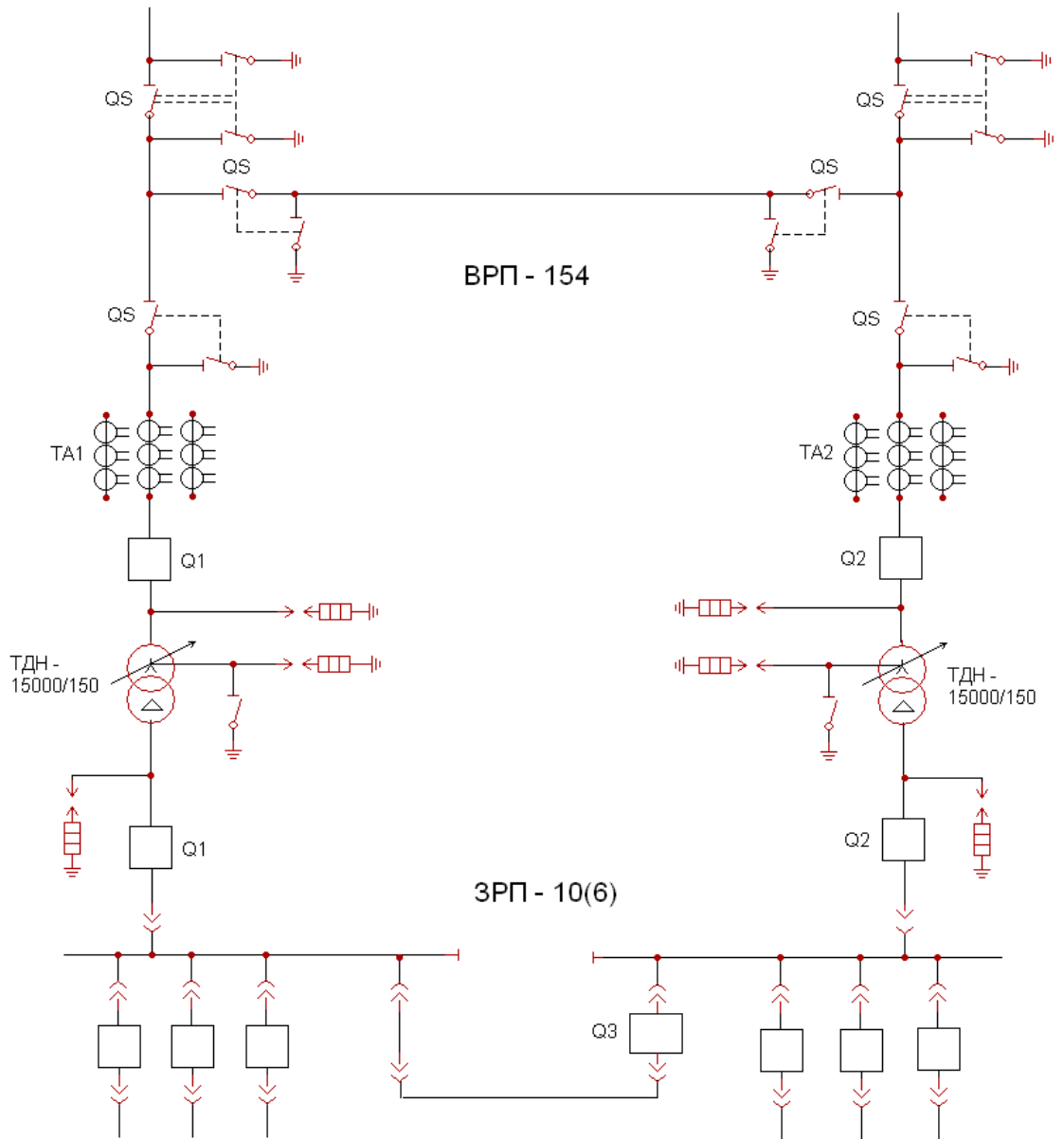


Рис.2. Схема тупикової підстанції з вимикачами на напругу U1

У теперішній час **в установках 110, 154 і 220 кВ** знаходять застосування елегазові та вакуумні вимикачі. Ці вимикачі, що мають достатню надійність, рекомендовані до застосування в схемах підстанції замість віддільників і короткозамикачів. Схема живлення тупикової підстанції з вимикачами на напругу U1 приведена на рис.2.

Економічна доцільність застосування вимикачів, встановлених на ВРП, забезпечується за рахунок заміни віддільників, які мають низьку надійність роботи в зимовий час, і високочастотного каналу зв'язку для відключення вимикачів на живлячих підстанціях, а також для запобігання перерв електропостачання інших підстанцій, що не мають кільцевого живлення.

1. ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОНОВОК ЗРП

2.1 Загальні відомості

Комплектний розподільний пристрій (КРП) – це сукупність електротехнічного обладнання, що необхідне для схеми розподільного пристрою, та змонтоване у металевих шафах на спеціалізованих заводах в умовах серійного виробництва.

Розподільний пристрій набирається із окремих шаф з убудованим обладнанням високої напруги, вимірювальними приладами, пристроями захисту, автоматики, сигналізації, обліку, керування та ін.

КРП виготовляються і випробовуються на заводі та поставляються в зібраному або підготовленому для складання виді. Монтаж зводиться до складання готових елементів, підключення струмопроводів, силових і контрольних кабелів.

КРП внутрішньої установки призначаються для закритих розподільних пристроїв 6...10 кВ з однією системою збірних шин.

Застосування комплектних електротехнічних пристроїв є основою індустріалізації будівельно-монтажних робіт при спорудженні електричних станцій, підстанцій і електроустановок промислових підприємств. За основним конструктивним виконанням розрізняють комплектні розподільні пристрої:

- стаціонарного типу, де комутаційне обладнання (вимикачі, контактори, роз'єднувачі), вимірні трансформатори струму і напруги, розрядники та інша апарати встановлені безпосередньо на металічних конструкціях шафи;
- вкатного типу (з висувними елементами), у яких вищеназване обладнання чи його частина розміщені на візку.

Багаторічний досвід експлуатації КРП довів, що найбільш зручними є конструкції другого типу. Вони надають можливість швидко замінити вимикач, що вийшов з ладу, на резервний, тим самим забезпечуючи енергопостачання споживачів з мінімальною перервою.

У залежності від схеми й апаратури, одне електричне приєднання може бути розміщене в одному, або в декількох суміжних шафах.

У порівнянні зі збірними конструкціями КРП мають такі основні переваги:

- значно зменшуються обсяги і терміни будівельно-монтажних робіт;
- поліпшується якість електроустановок, збільшуються їх надійність та безпека обслуговування, скорочуються експлуатаційні витрати;
- забезпечується зручність та швидкість при розширенні або реконструкції;
- спрощується комплектація при проведенні будівельно-



монтажних робіт;

- скорочуються обсяги і терміни проектування.

Сучасні шафи КРП викатного виконання залежно від вартості комплектуються різними по типу комутаційними апаратами. Вітчизняною промисловістю випускаються розподільні пристрої серій КМ–1Ф, КУ–10 з вакуумними та елегазовими вимикачами.

КРП викатного та стаціонарного типів випускаються згідно затвердженої сітки схем первинних і вторинних з'єднань.

2.2 Шафи серії КМ-1Ф

Комплексні розподільні пристрої (КРП) призначені для прийому та розподілу електричної енергії трифазного змінного струму частотою 50 або 60 Гц, класу напруги 6 або 10 кВ у мережах з ізолюваною або заземленою через дугогасний реактор нейтраллю, а також у мережах з постійними комутаційними операціями. Виготовляються для потреб народного господарства.

2.2.3 КРП застосовуються в закритих розподільчих пристроях.

Шафи КРП виготовляються:

1) за схемами головних електричних ланцюгів, приведених у додатку А.

2) за схемами допоміжних електричних ланцюгів:

а) На мікропроцесорних пристроях захисту, управління, автоматики та сигналізації SEPAM- виробництво «Schneider Electric», MICOM – фірми «Areva», МРЗС – «Київприбор».

б) Схеми релейного захисту і автоматики (РЗ і А) виготовлені на основі схем «Південна електротехнічна компанія».

Шафи КРП серії КМ-1Ф забезпечують будь-яке рішення схеми, опираючись на сітки схем головних ланцюгів.

При цьому, зі узгодження сторін, допускається виготовлення шаф КРП за замовленням заводу виробника КРП.

Види кліматичних виконань КРП.

Номінальні значення кліматичних факторів для експлуатації у робочому стані по ДСТУ, при цьому діапазон температур навколишнього повітря:

1) для виконання УЗ – від -5°C до +40°C (без установки підігрівачів), від -25°C до +40°C (з установкою підігрівачів у релейній шафі);

2) для виконання ТЗ – від +1°C до 45°C (без установки підігрівачів), від -10 до +45°C (з установкою у релейній шафі).

Висота встановлення над рівнем моря до 1000 м.



Експлуатація шаф КРП – відповідно з групою механічного виконання для комплектних виробів при незначному, мало значному і звичайному рівні ударних вібраційних впливів по ДСТУ.

Таблиця 1 – Основні технічні параметри КРП. Класифікація

№ п/п	Найменування параметру і показника класифікація	Значення параметру і показника класифікації
1	Номінальна напруга, кВ	6; 10
2	Номінальна робоча напруга, кВ	7,2; 12
3	Частота, Гц	50; 60
4	Номінальний струм збірних шин, А	1000; 1600; 2000; 2500*; 3150*
5	Номінальний струм головних ланцюгів, А	630; 1000; 1600; 2000; 2500; 3150*
6	Номінальний початковий струм трансформаторів струму, А	0; 100; 150; 200; 300; 400; 600; 800; 1000; 1500; 2000; 2500; 3000
7	Номінальний струм відключення вимикача вбудованого в КРП, кА	20; 31,5; 40
8	Струм термічної стійкості для проміжку часу 3сек, кА	20; 31,5; 40
9	Номінальний струм електродинамічної стійкості головних ланцюгів шаф КРП, кА	51; 81; 102
10	Номінальна напруга допоміжних ланцюгів, В постійного змінного	110; 220 220
11	Рівень ізоляції по ГОСТ 1516.3-96	Нормальна
12	Нагрів елементів виробу при 20°C, °C корпусу контактних з'єднань	47 85
13	Вид ізоляції	Повітряна
14	Вид управління	Місцеве, дистанційне
15	Виконання вводів (виводів)	Кабельні, шинні
16	Наявність висувних елементів у шафах КРП	С висувними елементами, без висувних елементів
17	Умови обслуговування КРП	З двостороннім обслуговуванням
18	Ступінь захисту оболонки шаф КРП, шторок у перегородках відсіків, при викачаному (ремонтному) положенні висувного елемента по ГОСТ	IP20 – при замкнених дверях шаф КРП; - шторок і перегородок (в шафах КРП с висувними елементами); IP00- при відкритих дверях у шафах КРП без висувних елементів.
19	Максимальна кількість високовольтних кабелів у шафах з вимикачами	До чотирьох кабелів

20	Габаритні розміри, мм	До 1600 А	від 2000 до 3150 А
	ширина	750	1125
	глибина	1450	1690
	висота	2250	2250

*Примітка: *- тільки при частоті 50 Гц*


Таблиця 2 – Класифікація шаф КРП за типом використання

Тип використання	№ схем головних ланцюгів за додатком А
ШВВЗ – шафа з вакуумним вимикачем з електромагнітним приводом	03-64
ШВВП – шафа з вакуумним вимикачем з мотопружинним приводом	03-64
ШТН – шафа з трансформатором напруги	201-229
ШПС – шафа з силовим запобіжником	401-416
ШШР- с шинним роз'єднувачем	101-116 119-123 127
ШКА – шафа з комбінованою апаратурою (з ОПН, з трансформатором напруги)	124 301-303
ШГВ – шафа глухого вводу	701-713
ШКС – шафа кабельних збірок	501-519
ШСТ – шафа х трансформатором власних потреб	601-635
ШШП – шафа шинної перемички	720 724-725
ШШВ – шафа шинних вводів	721-722 731-732
ШВ – шафа шинних вставок	723
ШНВА – шафа з низьковольтною апаратурою	-
ОРШ – окремо стояча релейна шафа	-

КРП комплектується з окремих шаф, у кожній з яких розміщується апаратура одного приєднання до збірних шин, у відповідності до схем головних ланцюгів: лінія, ввід(вивід), секційні вимикачі і т.д., в залежності від функціонального призначення (таблиця 1.2).

Кількість шаф, їх типовиконання і схема допоміжних електричних ланцюгів оговорується у опитувальному листі.

Шафи КРП виконані на базі вимикачів вакуумних типів ВВ/TEL – «Таврида Електрик», ВБ4 – «Контакт», VD4, VM1 – «ABB», Evolis – «Schneider Electric». Опис конструкцій комплектуючих апаратів приводиться в інструкції з експлуатації на ці апарати.



Шафи КРП з умовним позначенням ШВВЭ, ШВВП, ШТН, ШПС, ШШР, ШСТ, ШКА (схеми №№03, 64, 201, 229, 301, 303, 401, 416) мають висувний елемент з відповідною схемою головних ланцюгів.

Шафи типу ШГВ, ШКС, ШШП, ШШВ (схеми №№501-519, 701-713, 720, 721, 722, 724, 725, 731, 732) не мають висувного елемента.

Шафи типу ШНВА і ОРШ виконані без висувного елемента.

Конструкція виробу

КРП (Додаток Б, рисунок Б1, Б2) складається з корпусу шафи, висувного елемента та релейної шафи.

Шафа КРП (Додаток Б, рисунок Б22) – збірна-розбірна конструкція, виконана на високоточному приладі з вбудованою в неї апаратурою високої напруги чи приєднаннями, а також приладами вимірювання, сигналізації, захисту та управління. Шафа пофарбована методом порошкового напилення (колір RAL 7032).

Конструкція шаф з вимикачем приведена в додатку Б.

Корпус шафи КРУ (Додаток Б) складається з днища 1, панелі 2, стінок 3, 4, 5, 6, перемичок 7, 8, 9, рами 10, перегородки 13, фасадної двері 14, кришок 15, 16, 18, 19, 20, клапана 17. Корпус шафи КРУ розділений перегородками на відсік лінійних шин (кабельний) – К, висувного елемента – А, збірних шин – М, вводу (в шафах з шинним вводом зверху) – Д.


Відсік вводу-виводу (Додаток Б, рисунок Б1, Б2) знаходиться в задній частині шафи і відокремлений від решти відсіків перегородками та панеллю з прохідними ізоляторами. З бокових сторін і ззаду відсік зачинений стінками, знизу – дном. Верхівка відсіку виконана у вигляді вільно відкриваючої кришки.

У відсіку розміщені:

- лінійні шини вводу/виводу;
- відпайки;
- трансформатори струму;
- заземлювач лінійних шин.

Контакти відпайок від лінійних шин або від трансформаторів проходять у відсік висувного елемента через прохідні ізолятори. Прохідні ізолятори і трансформатори встановлені на перегородках між відсіками висувного елемента і лінійних шин.

У відсіку лінійних шин (Додаток Б, рис. Б1, Б2) можуть розміщуватись (в залежності від схеми головних кіл) шини лінійні 15, контакти нерухомі 16, трансформатори струму 17 (в залежності від схеми головних кіл у відсіку лінійних шин встановлюється до трьох трансформаторів струму), ножі заземлення 18, кронштейн для



встановлення та кріплення кабельних розділок, трансформатори 20 – для захисту від замикання на землю.

Відсік збірних шин (Додаток Б, рис.Б1, Б2) відділений від відсіків лінійних шин і висувного елемента перегородками. Зверху відсік закритий, подібно суміжним відсікам, кришкою, що відкривається.

У відсіку збірних шин розміщені:

- шини збірні;
- відпайки збірних шин.

Контакти відпайок збірних шин проходять у відсік висувного елемента через верхні прохідні ізолятори. У відсіку збірних шин на опорних ізоляторах встановлені збірні шини 22 з відпайками 23 (Додаток Б, рис.Б1, Б2). Чергування фаз збірних шин може бути пряме або зворотне. Розташування шин при прямому чергуванні фаз наступне:

- фаза «А» (жовта) – верхня;
- фаза «В» (зелена) – середня;
- фаза «С» (червона) – нижня.

Фазування ввідних шин і відпайок збірних шин (зі сторони фасаду шафи КРП) – «АВС».

У відсіку висувного елемента «Л» (Додаток Б, рис.Б1,Б2) розміщені: рейки 1 і направляючі 2 – для забезпечення співвісності з нерухомими контактами шафи; кронштейн 3 – для запобігання перекидання висувного елемента, фіксатор 4 – для фіксації висувного елемента; шторковий механізм 6 (який закриває доступ до контактів, які можуть бути під напругою, у ремонтному положенні висувного елемента), привод ножів заземлення 7; вимикач кінцевий 8 (по замовленню) для забезпечення блокування положення висувного елемента, вимикач кінцевий 21 для контролю положення ножів заземлення; кронштейн 9 з віссю 10 для упору важеля вкатування при переміщенні висувного елемента в робоче положення і назад. У відсіку висувного елемента встановлений фототеристор, який служить для захисту апаратури головних ланцюгів і обслуговуючого персоналу при виникненні дуги. В КРП серії КМ – 1Ф висувний елемент з комплектуючою апаратурою, (Додаток Б, рис. Б3-Б8) має два фіксовані положення: «контрольне» і «робоче».

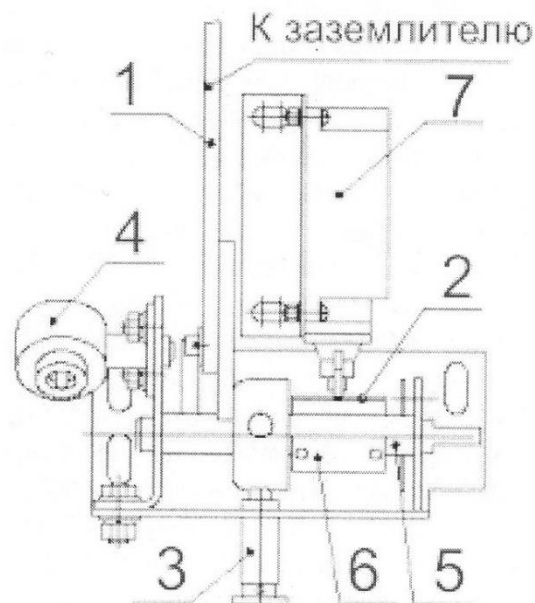
У ремонтне положення висувний елемент переміщується у коридор обслуговування вручну, при цьому шторковий механізм 6 автоматично перекриває доступ до нерухомих струмопровідних контактів шафи. Для забезпечення безпечного проведення робіт шторковий механізм може бути заблокований установкою навісного замка.

Конструкція механізму заземлюючих ножів.

На нерухомій пластині кріплення механізму управління заземлюючих ножів є два отвори: перше - для кріплення блок-замку (замку Гинодмана), друге – для замикання З.Н. у ввімкненому (або вимкненому) положенні. На валу З.Н. розташований диск з ідентичними отворами. При повороті валу З.Н. отвори з'єднуються, що дозволяє фіксувати його в будь-якому положенні. При повороті З.Н. в положенні «ЗАЗЕМЛЕНО» здійснюється блокування, перешкоджаюче вкачуванню візка.

Увімкнути ножі заземлюючого роз'єднувача в шафі можна тільки при повністю викоченому з шафи візку.


В секційних, ввідних шафах КРП і у шафах с трансформаторами напруги включенню заземлення шафи і викочуванню візка при ввімкненому вимикачі додатково перешкоджає електромагнітний блок-замок, ввімкнений в електричне коло блокування.



1-тяга, 2-привід блокування, 3-фіксатор, 4-блок-замок (замок Гинодмана), 5-вал, 6-табличка, 7-вимикач.

Рис.1 Привід заземлювача

Релейна шафа представляє собою зварний каркас з дверима, всередині якого розміщується поворотна панель с встановленою на ній релейною апаратурою. На дверях релейної шафи можуть бути розміщені апарати управління, сигналізації і пристрої обліку електроенергії та вимірювання. Перелік и тип приборів, встановлених у релейній шафі, визначається схемами вторинних кіл, узгоджених з Замовником, та перераховані в специфікації, яка входить у комплект



експлуатаційної документації. На задній стінці шафи встановлюється клемний ряд, через який проходять магістральні шинки вторинних кіл, які представляють собою джгути мідних ізольованих проводів, покладені в перфоровані монтажні кабельні канали. При встановленні шаф КРП у неопалюваних приміщеннях передбачений підігрів релейної шафи. Для цього на його дні встановлюються резистори обігріву.

У нижній частині релейної шафи є розетки СШР, які служать для зв'язку з апаратурою, встановленою на викатному елементі.

В залежності від схем, у шафі КРП (Додаток Б, рис. Б3 – Б8) може бути заземлювач 11, трансформатор напруги 4, трансформатор особистих потреб 4. Трансформатори струму 12, розташовані на металевій перегородці між відсіками збірних шин та лінійним відсіком. До одного з виводів під'єднується шина кабельної збірки.

З тильної сторони шафа закривається кришками. Для зручності обслуговування у кришці є оглядові вікна, призначені для спостереження за положенням заземлювача, кабельних з'єднань.

У відсіках «А», «В» і «С» встановлюється фототиристорний захист від дугових замикань. Для забезпечення скидання надлишкового тиску КРП має канали «D» та «E».


На бокових стінках шафи передбачені скоби для прокладання проводів і контрольних кабелів, які закриваються металевими кожухами. На правій боковій стінці встановлені таблички, вказуючи положення висувного елемента.

Шафа ЗРП закривається дверима 3. На двері встановлюється табличка, в якій згідно вказується товарний знак підприємства-виробника, умовне позначення типу КРП, порядковий номер, рік виготовлення, номінальна напруга, номінальний струм головних кіл, ступінь захисту і позначення технічних умов.

В КРП серії КМ-1Ф (Додаток Б, рис. Б1) з тильної сторони шафа закривається листами 24 і 25. Для здійснення контролю за станом контактних з'єднань і апаратури головних кіл у відсіку шин в листі 24 є наглядові вікна.

При обслуговуванні високовольної апаратури, з'єднувальних шин та інших елементів конструкції, робота з якими може знадобитись при монтажі, ревізії і ремонті доступ у шафи КРП здійснюється після проведення організаційно-технічних заходів (згідно ПБЕЭП), забезпечуючих безпечно виконання робіт, встановлення висувних елементів у ремонтне положення і довантажу легкознімного листа 24. (Додаток Б, рис. Б1).

Для доступу до апаратури, встановленої у відсіку висувного елемента необхідно (Додаток Б, рис. Б1):

- 
- відчинити двері 12 відсіку висувного елемента розподільної шафи;
 - викотити висувний елемент у коридор обслуговування.

Для доступу до елементів відсіку лінійних шин і трансформаторів струму, у тому числі до контактів вторинних кіл трансформатора струму, необхідно демонтувати легкозмінний лист 24 (Додаток Б, рис. Б1).

Шафи КРП одного типовиконання мають однакові габаритні і встановлюючи розміри і забезпечуються взаємозамінність висувних елементів і запасних частин.

Всі струмопровідні шини у межі КРП з'єднуються за допомогою болтових з'єднань і мають захист від самовідгвинчування за допомогою пружинних шайб.

Збірні шини знаходяться у верхній частині каркасу шафи і виконані з шин прямокутного перерізу.

Проводи схем допоміжних кіл у відсіках шаф, де розташоване обладнання 10(6) кВ, від'єднані перегородками або проложені у захисних метало рукавах, окрім коротких ділянок, необхідних для здійснення приєднання.

Заходи безпеки при експлуатації КРП

В шафах КРП виконується все необхідне блокування для захисту і безпеки роботи виробу:

1) блокування, яке не допускає переміщень висувного елемента з робочого положення в контрольне, а також із контрольного положення в робоче при включеному вимикачі;


2) блокування, яке не допускає включення вимикача, встановленого на висувному елементі, при положенні висувного елемента в проміжку між робочим та контрольним положеннями:

3) блокування, яке не допускає переміщення висувного елемента з ремонтного положення в контрольне або робоче положення при включених заземлюючих ножах і включення заземлюючих ножів в робочому положенні висувного елемента, що не можливо х урахуванням конструкції шафи КРП і місцем установки приводу заземлюючих ножів;

4) блокування, що не допускає включення заземлюючих ножів в відсіку секційного роз'єднувача при робочому положенні висувного елемента секційного вимикача;

5) блокування, що не дозволяє вкатування і викатування висувного елемента з роз'єднуючими контактами головного ланцюга під нагрузкою (шафи без вакуумного вимикача);

6) блокування, що не дозволяє включення ввідного або секційного вимикача при включених заземлюючих ножах на сборних шинах секції;



7) блокування, що не дозволяє відкривання сітчастих дверей при наявності напруги на шини кабельної зборки;

8) блокування, що не дозволяє викатування висувного елемента власних потреб при включеному автоматичному вимикачі на стороні низької напруги, або включення автоматичного вимикача при викаченому з робочого положення висувному елементу власних потреб для запобігання помилкових дій персоналу і вкатуванні висувного елемента в робоче положення при включеному автоматичному вимикачі на стороні низької напруги.

Блокування в пунктах 1-3, а також 5 являються механічними, а блокування перерахунок в пунктах 4, 6, 7, 8 – електромеханічні.

Блокування по переміщенню висувних елементів КРП серії КМ-1Ф забезпечуються, згідно схемам допоміжних електричних ланцюгів, шляхом установки вимикачів і електромагнітних блок-замків.

Система блокування попереджує неправильні дії персоналу при виконанні оперативних перемикачів.

До конструктивних рішень, які забезпечують безпеку експлуатації відносяться:

1) при зачинених дверях шафи КРП немає можливості маніпулювання висувним елементом (переміщення з контрольного положення в робоче і навпаки);

2) наявність металевих перегородок між відсіками шаф, дозволяючих локалізувати аварію в межах одного відсіку;

3) наявність систем дугового захисту: застосування фототиристорів з забезпеченням швидкодіючого спрацювання захисту від 35 мс до 50 мс.

Компоновка РП

Конструкція КРП забезпечує зборку всіх шаф у ряд РП і з'єднання головних кіл по збірним шини:

- при шинному введенні через стіну будівлі при допомозі шаф типу ШШВ. Шафи типу ШШФ встановлюються на шафи КРП, які мають шинне введення зверху по схемам № 09..16, 49, 58, 59, 105, 108, 206..208 і т.д., або на шафи, які мають відпайки до збірних шин по схемам № 03..08, 101..104 і т.д.;

- при з'єднанні шаф, розташованих у одному ряді або двох протилежних рядах КРП;

- за допомогою шаф ШШП. Шафа типу ШШП виконує функцію шинної перемички між збірними шини двох протилежних рядів РП і встановлюється тільки на шафи КРП, за умови наявності в цих шафах приєднань (відпайок) до збірних шин (чи виконує функцію шинної перемички по збірним шини при розміщенні шаф у одному ряді);



- коли виникає необхідність обійти колону, або в інших випадках для з'єднання по збірним шинам, в одному ряді шаф КРП – за допомогою шаф типу ШВ;

- при з'єднанні з шафами інших серій КРП – за допомогою шаф типу ШВ. Шафа типу ШП встановлюється між шафами КРП серії КМ-1Ф і шафами інших серій.

Шафи КРП серії КМ-1Ф з'єднуються між собою по збірним шинам без перехідних шаф.

В КРП серії КМ-1Ф конструкція шафи з вимикачем на струм до 3150А дозволяє розміщувати в шафі не більше чотирьох кабелів.

Фотодатчики у відповідності до схем допоміжних кіл, встановлюються:

- у відсіку висувного елемента;
- у відсіку (кабельному) лінійних шин;
- у відсіку збірних шин.

Шафи КРП поставляються на об'єкти в повній заводській готовності, тобто зібрані у блоки по дві або три шафи і забезпечують виконання всіх механічних і електричних приєднань, що гарантує надійність роботи електроустановки.

Конструкція шаф КРП серії КМ-1Ф передбачає можливість, у майбутньому, розширення РП. Для цієї цілі застосовується шафа розширення підстанції типу ШРП.

Порядок виконання роботи

Вивчення конструкції пристроїв ВРП-154 проводиться за матеріалами методичних вказівок.

При виконанні роботи студент повинен вивчити наступні питання: сферу застосування відкритих розподільних пристроїв, їхні переваги і недоліки, призначення окремих елементів, конструктивне виконання, матеріал і форму шин, конструктивне виконання захисту устаткування підстанції від прямих ударів блискавок і від хвиль перенапруг, які надходять з ліній.

На діючій підстанції студент вивчає конструкцію пристрою ВРП-154, окремі елементи і зв'язок між ними, матеріал і форму шин на напругах 154 і 6 кВ. Аналізує черговість спрацьовування електричних апаратів у випадку відключення трансформатора експлуатаційним персоналом. Вивчає заходи щодо створення умов електро і протипожежної безпеки.

Вивчити загальні відомості про призначення, типи і конструктивне виконання КРП вкатного та стаціонарного виконання.

Вивчити конструкцію, технічні дані та схему КРП серії КМ-1Ф, що наявні у лабораторії.



Вивчити технічні дані КРП серії КСО-393.
Скласти однолінійні схеми навчальних розподільних пристроїв.



Додаток А

Таблиця А.1 – Схеми головних ланцюгів

Номер схеми	03	04	05	06
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-3150		630-1600	
Номер схеми	07	08	09	10
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-1600		630-3150	
Номер схеми	11	12	13	14
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-1600			
Номер схеми	15	16	17	18
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-3150			



Номер схеми	19	20	21	22
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-1600			
Номер схеми	23	24	25	26
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-1600			
Номер схеми	27	28	29	30
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-1600			
Номер схеми	31	32	33	34
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-3150			



Номер схеми	35	36	37	38
Схема головних ланцюгів				
Номинальний струм шафи, А	630-1600			630-1600
Номер схеми	39	40	41	42
Схема головних ланцюгів				
Номинальний струм шафи, А	630-1600	630-3150		
Номер схеми	43	44	45	46
Схема головних ланцюгів				
Номинальний струм шафи, А	630-3150			
Номер схеми	47	48	49	53
Схема головних ланцюгів				
Номинальний струм шафи, А	630-3150	630-1600		630-1600



Номер схеми	54	55	56	57
Схема головних ланцюгів				
Номинальний струм шафи, А	630-3150	630-3150	630-3150	630-3150
Номер схеми	58	59	60	63
Схема головних ланцюгів				
Номинальний струм шафи, А	630-1600			
Номер схеми	64			
Схема головних ланцюгів				
Номинальний струм шафи, А				
Номер схеми	101	102	103	104
Схема головних ланцюгів				
Номинальний струм шафи, А	630-3150		630-1600	



Номер схеми	105	106	107	108
Схема головних ланцюгів				
Номинальний струм шафи, А	630-3150	630-1600		
Номер схеми	109	116	119	120
Схема головних ланцюгів				
Номинальний струм шафи, А	630-1600	630-1600	630-3150	630-3150
Номер схеми	121	122	123	124
Схема головних ланцюгів				
Номинальний струм шафи, А	630-1600	630-1600	630-1600	630-1600
Номер схеми	127			
Схема головних ланцюгів				
Номинальний струм шафи, А	630-3150			



Номер схеми	201	202	203	204
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-1600			
Номер схеми	205	206	207	208
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-1600			
Номер схеми	209	210	211	212
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-1600			
Номер схеми	216	217	218	219



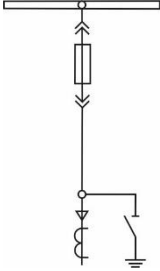
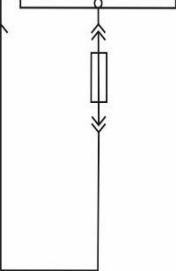
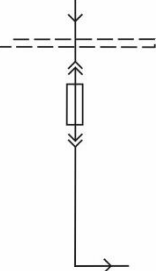
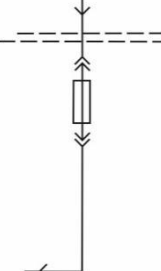
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-1600	630-1600	630-1600	630-1600

Номер схеми	221	222	227	228
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-1600			630-1600

Номер схеми	229			
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-1600			

Номер схеми	301	303		
Схема головних ланцюгів				



Номінальний струм шафи, А	630	630		
Номер схеми	401	402	403	404
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630	630	630	630

Номер схеми	405	406	407	408
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630			
Номер схеми	409	410	411	412
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630			
Номер схеми	413	414	415	416
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630			
Номер схеми	501	502	503	504
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-3150			



--

Номер схеми	505	506	509	510
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-3150	630-3150	630-3150	630-3150
Номер схеми	511	515	516	517
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-3150	630-1600	630-1600	630-1600
Номер схеми	518	519		
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-1600			
Номер схеми	601	602	603	604
Схема головних ланцюгів				



Номінальний струм шафи, А	630-1600
---------------------------	----------

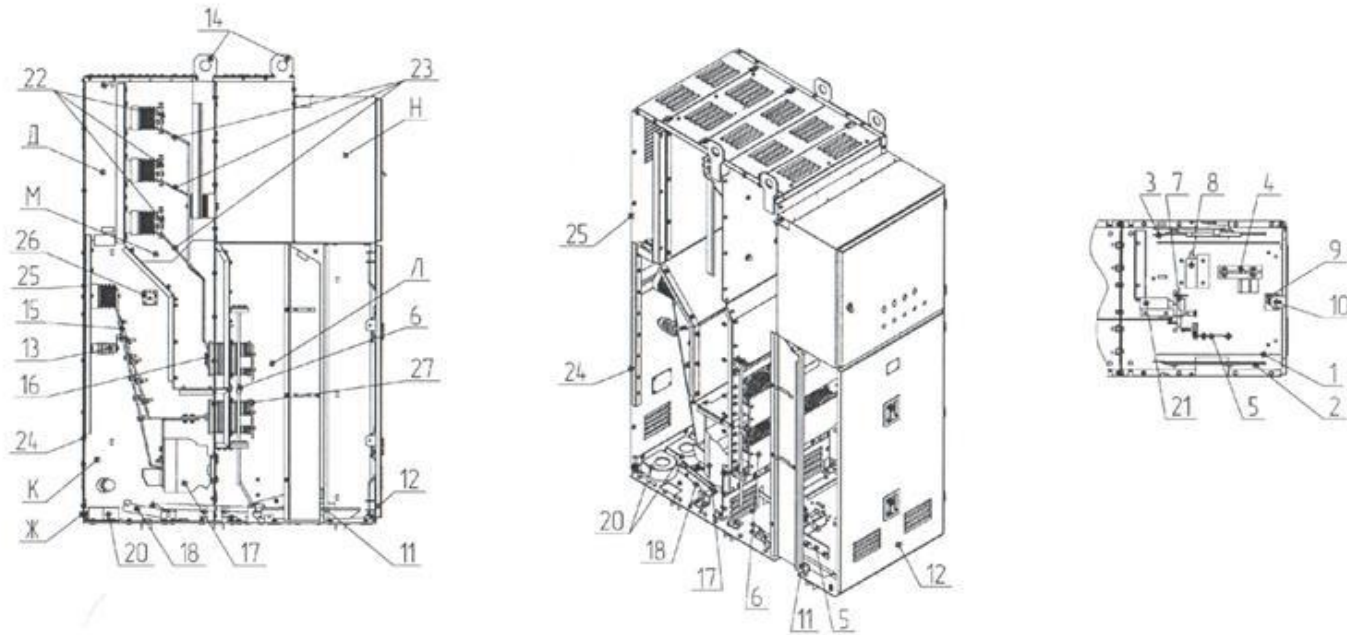
Номер схеми	605	606	607	634
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-1600			
Номер схеми	635			
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-1600	630-1600	630-1600	630-1600
Номер схеми	701	702	705	706
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-3150			
Номер схеми	713	720	721	722



Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-3150		630-3150	630-3150

Номер схеми	723	724	725	731
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-3150	630-3150	630-3150	630-3150
Номер схеми	732			
Схема головних ланцюгів				
Номінальний струм шафи, А	630-3150			

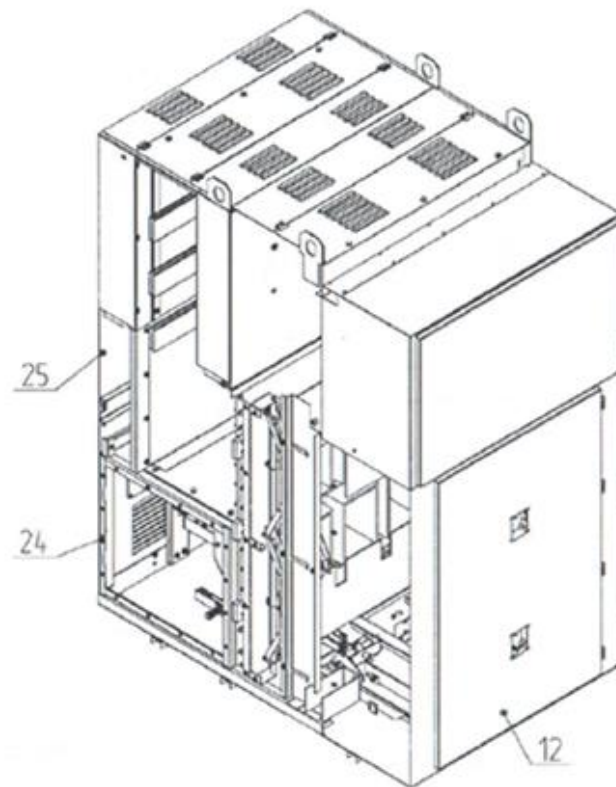
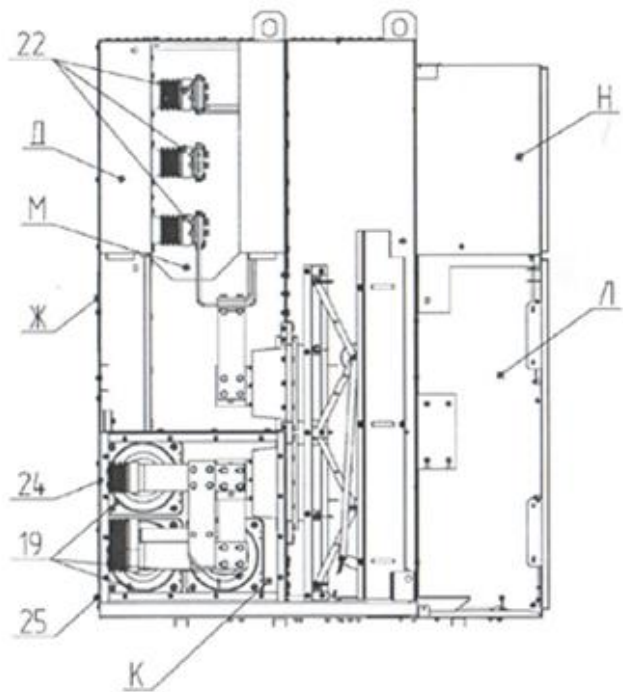
Додаток Б



Д – відсік вводу; Ж – бобишка заземлення; К – відсік лінійних шин (кабельний відсік); Л – відсік висувного елемента; М – відсік збірних шин; Н – релеийний відсік.

1 – рейка; 2 – направляюча; 3 – кронштейн; 4 – фіксатор; 5 – шина; 6 – шторковий механізм; 7 – привод заземлення; 8 – кінцевий вимикач; 9 – кронштейн; 10 – вісь; 11 – швелер; 12 – двері; 13 – обмежувач перенапруги; 14 – рим-болт; 15 – лінійні шини; 16 – нерухомі контакти; 17 – трансформатори струму; 18 – ніж заземлювача; 19 – прохідні трансформатори струму; 20 – трансформатор струму захисту замикання на землю; 21 – кінцевий вимикач; 22 – збірні шини; 23 – відпайки від збірних шин; 24, 25 – знімні листи; 26 – фотоелемент; 27 – блок прохідних ізоляторів.

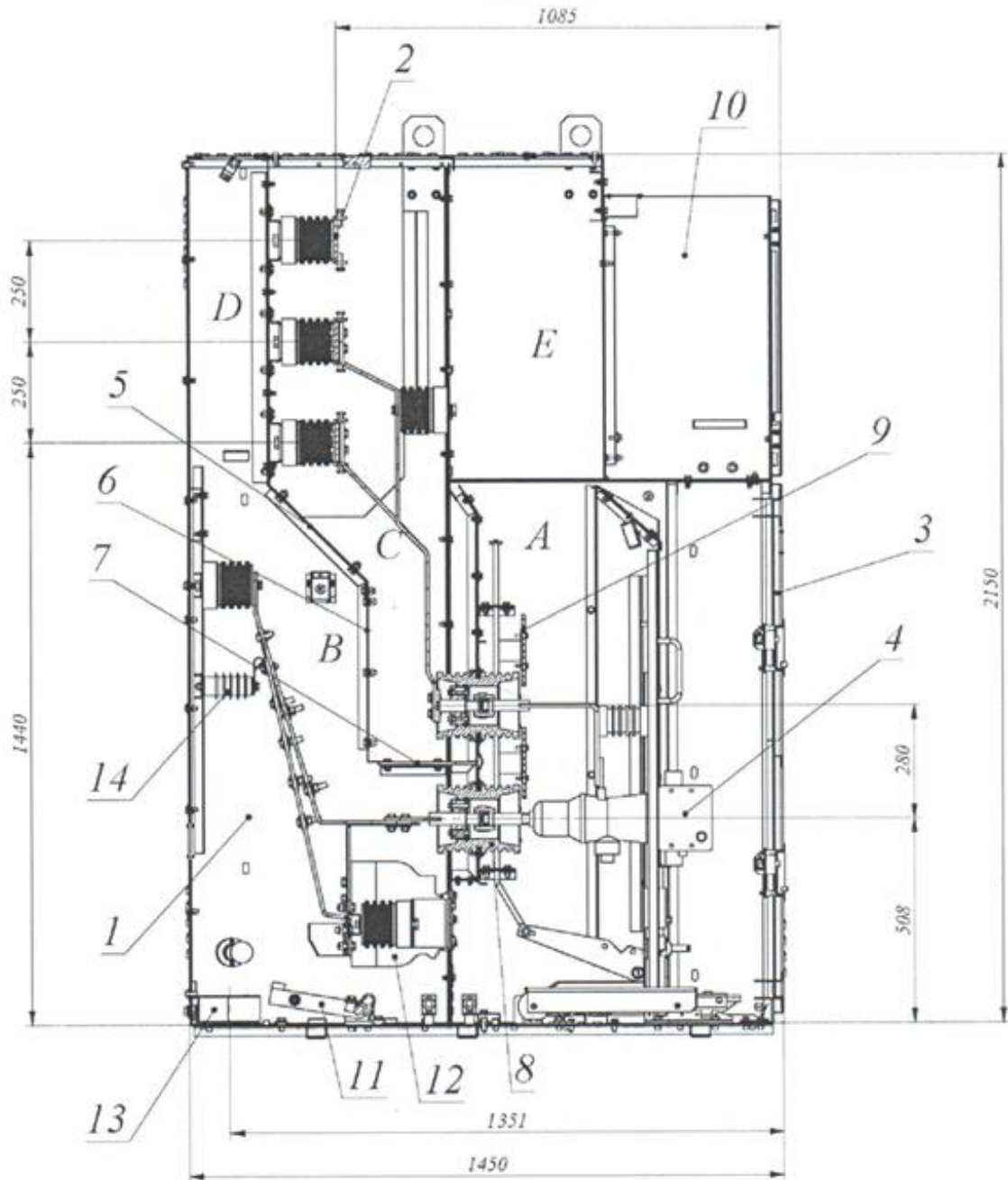
Рисунок Б.1 - Конструкція шафи КРП серії КМ-1Ф на струм до 1600А.



ДОДАТОК Б

Рисунок Б.2і- Конструкція шафи КРП серії КМ-1Ф на струм від 2000 до 3150А.

ДОДАТОК Б

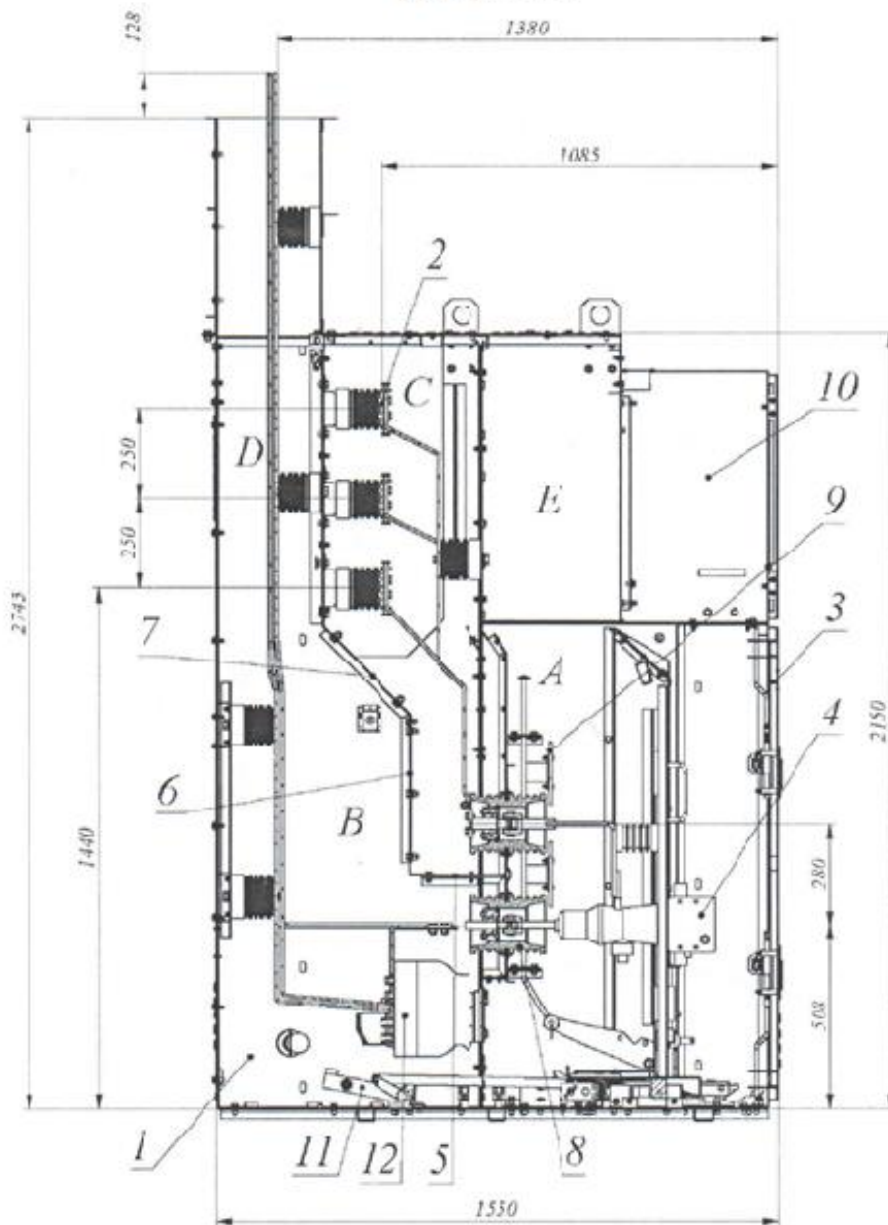


A – відсік елемента викочування; B – відсік лінійних шин; C – відсік збірних шин; D, E – канали викиду надлишкового тиску.

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1 – каркас | 8 - прохідний ізолятор |
| 2 – збірні шини | 9 – шторковий механізм |
| 3 – фасадні двері | 10 – релейна шафа |
| 4 – елемент викочування BE/TEL | 11 – заземлювач |
| 5 – перегородка | 12 – трансформатор струму типу ТЛК, ТОЛ-СЕЩ |
| 6 – перегородка | 13 – трансформатор струму типу ТЗЛМ |
| 7 – перегородка | 14 – обмежувач перенапруги |

Рисунок Б.3 – Габаритні розміри і складові KM-1Ф-03

ДОДАТОК Б

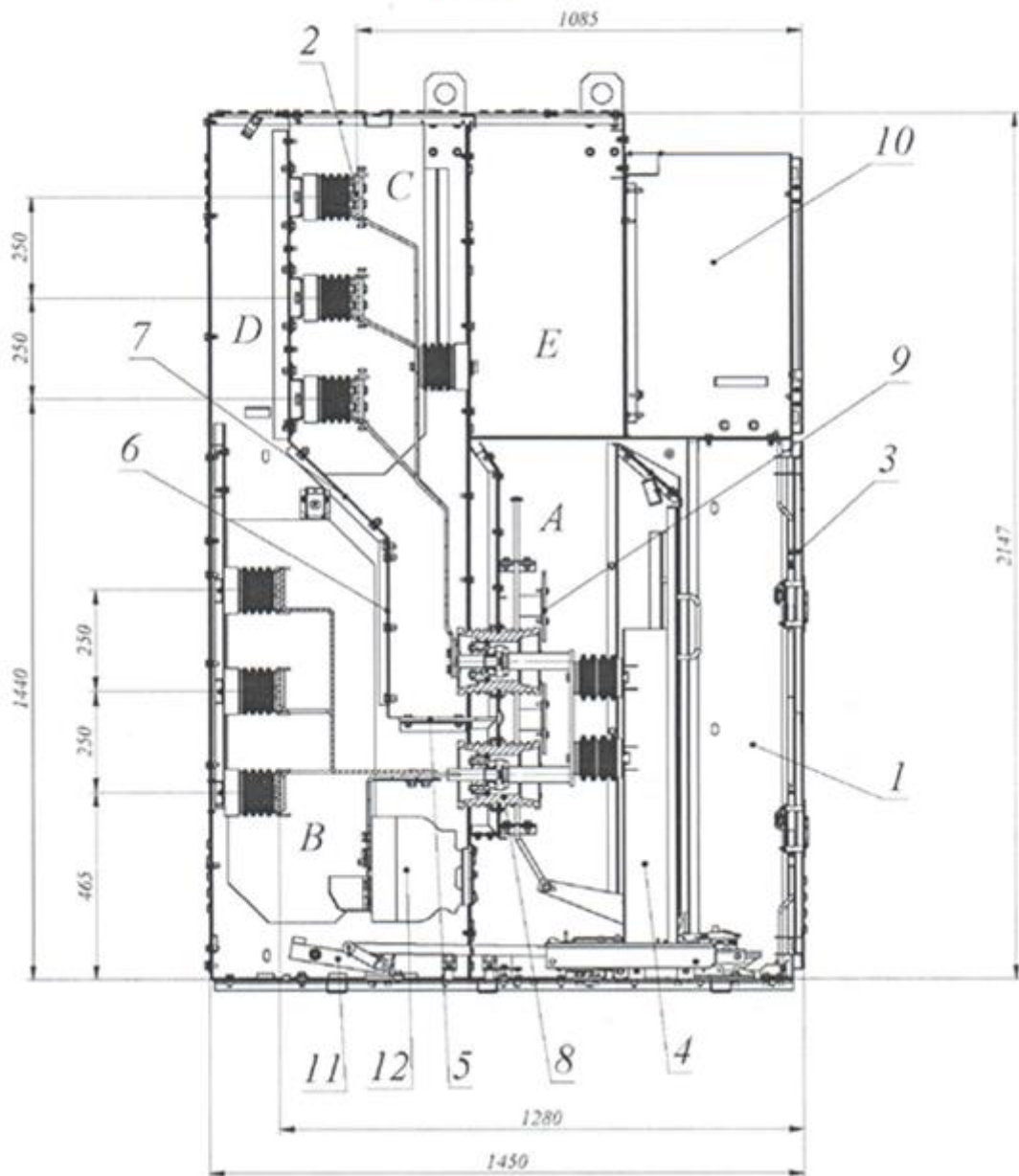


*A – відсік елемента викочування; B – відсік лінійних шин; C – відсік збірних шин;
D, E – канали викиду надлишкового тиску*

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1 – каркас | 7 – перегородка |
| 2 – збірні шини | 8 – прохідний ізолятор |
| 3 – фасадні двері | 9 – шторковий механізм |
| 4 – елемент викочування BE/TEL | 10 – релейна шафа |
| 5 – перегородка | 11 – заземлювач |
| 6 – перегородка | 12 – трансформатор струму типу ТЛК, ТОЛ-СЕЩ |

Рисунок Б.4 – Габаритні розміри і складові КМ-1Ф-10

ДОДАТОК Б



*A – відсік елемента викочування; B – відсік лінійних шин; C – відсік збірних шин;
D, E – канали викиду надлишкового тиску*

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1 – каркас | 7 – перегородка |
| 2 – збірні шини | 8 – прохідний ізолятор |
| 3 – фасадні двері | 9 – шторковий механізм |
| 4 – елемент-перемичка викочування | 10 – релейна шафа |
| 5 – перегородка | 11 – заземлювач |
| 6 – перегородка | 12 – трансформатор струму типу ТЛК, ТОЛ-СЕЩ |

Рисунок Б.5 – Габаритні розміри і складові КМ-1Ф-101

ЗМІСТ ЗВІТУ

Зміст повинен містити стислий опис та однолінійну схему трансформаторної підстанції 154 кВ.

Стислий опис і основні технічні дані комірок навчальних розподільних пристроїв.

Висновок про область застосування КРП викатного та стаціонарного виконання.

ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. При яких напругах застосовуються ВРП?
2. Основні переваги ВРП над ЗРП.
3. Призначення короткозамикачів.
4. Порядок виводу трансформатора в ремонт.
5. Порядок вмикання трансформатора в роботу.
6. Для чого встановлюють роз'єднувачі?
7. Чим забезпечений захист устаткування ВРП-154 від атмосферних перенапруг?
8. Для чого в схемі встановлені розрядники РВП-150, РВП-6?
9. Назвіть матеріали, з яких виконані опори ВРП-150 і струмопровідні частини.
10. Призначення роз'єднувачів із заземлюючими ножами.
11. Порядок відключення пошкодженого трансформатора захистом.
12. Яке положення комутаційної апаратури при роботі одного трансформатора (однієї ЛЕП)?

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Електрична частина станцій та підстанцій: курс лекцій [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / уклад.: О.В. Остапчук, П.Л. Денисюк, Ю.П. Матеєнко / Електронні текстові дані (1 файл: 4,62 Мбайт). – Київ: КПІ ім Ігоря Сікорського, 2022. – 183 с.
2. В. Koti Reddy (2021). Electrical Equipment: A Field Guide. 1-st edition / Wiley-Scrivener. 480 p.
3. Електрична частина станцій і підстанцій: Навч. посібник / А.О. Омельчук . - К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2017. - 479 с.
4. Правила улаштування електроустановок. / Міненерговугілля. – К. – 2017. 617 с.
- 5.