



Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет енергетики, робототехніки та
комп'ютерних технологій

Кафедра електропостачання та
енергетичного менеджменту

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Методичні вказівки

до виконання лабораторної роботи «Вивчення
вакуумних вимикачів та умов їх вибору».

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти

денної форми навчання

зі спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

Харків

2023

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет енергетики, робототехніки та комп'ютерних
технологій

Кафедра електропостачання та енергетичного менеджменту

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Методичні вказівки

до виконання лабораторної роботи «Вивчення вакуумних
вимикачів та умов їх вибору» для здобувачів першого
(бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання
зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

Затверджено рішенням

науково-методичної ради
факультету енергетики,
робототехніки та
комп'ютерних технологій

Протокол № 1 від 31
жовтня 2023 року

Харків

2023

УДК 621. 3.06

О75

Схвалено на засіданні кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту

Протокол № 3 від 17.10.2023 р.

Рецензенти:

С. О. Тимчук, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій ДБТУ;

Ю. М. Хандола, канд. техн. наук, зав. кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки ДБТУ.

О75 Основи електропостачання: метод. вказівки до виконання лабораторної роботи «Вивчення вакуумних вимикачів та умов їх вибору» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навч. зі спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Держ. біотехнол. ун-т; авт.-уклад.: С. А. Попадченко, О. А. Савченко – Харків: [б. в.], 2023. – 36 с.

Методичні вказівки розроблено відповідно до програми навчальної дисципліни. Видання включає теоретичну частину, алгоритм виконання лабораторної роботи, контрольні запитання та перелік рекомендованої літератури. Видання призначена для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

УДК 621.31

Відповідальний за випуск: О. О. Мірошник, д-р техн. наук

© Попадченко С. А., Савченко О. А., 2023

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

ВИВЧЕННЯ ВАКУУМНИХ ВИМИКАЧІВ ТА УМОВ ЇХ ВИБОРУ

МЕТА РОБОТИ:

1. Вивчення конструкції вакуумних вимикачів класу напруги 6-10 кВ різних виробників та принципової електричної схеми приводу їх управління.
2. Набуття навичок вибору та перевірки вакуумних вимикачів.
3. Набуття навичок аналізу роботи вакуумних вимикачів в умовах впливу на них різних факторів нормального і аварійного режимів.

I. ПРОГРАМА РОБОТИ

1. Уважно прочитати методичні вказівки.
2. Зробити креслення електричної принципової схеми допоміжних кіл вакуумного вимикача типу ВБУ34 -10.
3. Ознайомитись з конструкцією вимикача типу ВБУ34 -10. Знайти деталі, описані в тексті розділу 3 "Пояснення до роботи". Звернути особливу увагу на будову дугогасильних камер
4. Зробити розрахунки з вибору та перевірки роботи вимикача типу ВВ/TEL-10-12,5/630 У2 згідно номера бригади, табл.1, та критеріїв вибору, табл.2.

II. ЗВІТ ПО РОБОТІ ПОВИНЕН МАТИ:

1. Мету роботи.
2. Креслення електричної принципової схеми допоміжних кіл вакуумного вимикача типу ВБУ 34 -10.
3. Розрахунки з вибору та перевірки роботи вимикача типу ВВ/TEL-10-12,5/630 У2 згідно номера бригади, табл.1, та критеріїв

вибору, табл.2.

4. Висновки по роботі.

III. ПОЯСНЕННЯ ДО РОБОТИ

3.1. Загальні відомості про вакуумні вимикачі

Серед сучасного високовольтного обладнання, призначеного для комутації електричних кіл в енергетиці, особливе місце відводиться вакуумним вимикачам. Вони широко застосовуються в мережах від 6 до 35 кВ і рідше в схемах 110 або 220 кВ включно.

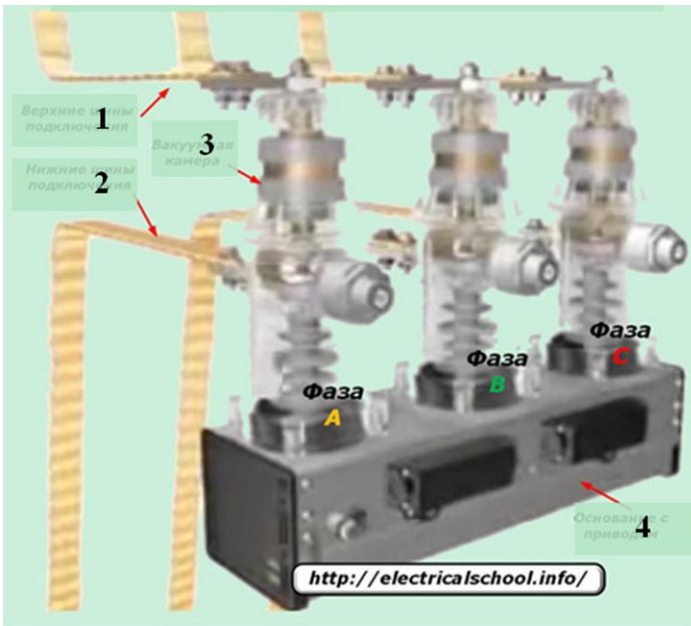


Рисунок 1 – Загальний вигляд вакуумного вимикача з приєднанням до шин :

1 – верхні шини підключення; 2 – нижні шини підключення; 3 – вакуумна камера; 4 – основа приводу.

Їх номінальний струм відключення може становити від 20 до 40 кА, а електродинамічної стійкості - порядку 50 ÷ 100 кА.

Загальний час вимикання вакуумних вимикачів не перевищує 45 мс.

Кожна фаза кола надійно відокремлена ізоляторами і в той же час все обладнання конструктивно зібрано на єдиному загальному приводі (рис. 1).



Шини збірні підключаються до входних виводів вимикача, а шини відхідного приєднання - до вивідних виводів.

Всередині вакуумної дугогасильної камери розміщено силові контакти, що притискаються один до одного так, щоб забезпечити мінімальний перехідний опір і надійне проходження як струмів навантаження, так і аварійних струмів. Верхня частина контактної системи закріплена стаціонарно, а нижня під дією зусилля приводу здатна переміщуватися строго в осьовому напрямку.

Призначення.

За своїми функціями вакуумний вимикач нічим не відрізняється від інших аналогів високовольтного обладнання.

Він забезпечує:

- 1) надійне проходження номінальних струмів в тривалому режимі; 2) можливості гарантованих комутацій устаткування електротехнічним персоналом в ручному або автоматичному режимі під час оперативних перемикань для змін конфігурації діючої схеми;
- 3) автоматичну ліквідацію аварій за мінімально можливий час.

2) Принципова відмінність вакуумного вимикача складається в способі гасіння електричної дуги, що виникає при роз'єднанні контактів під час відключення. Якщо у його аналогів для цього створюється середовище стисненого повітря, оливи або елегазу, то тут працює вакуум.

Принцип гасіння дуги в дугогасній камері вакуумних вимикачів.

Обидві контактні пластини працюють в середовищі вакууму, утвореного за рахунок відкачування газів з ємності дугогасильної камери до $10^{-6} \div 10^{-8}$ Н / см².

При цьому створюється висока електрична міцність, що характеризується посиленими діелектричними властивостями.

З початком руху приводом контактів на роз'єднання між ними з'являється проміжок, утворюється вакуум. Усередині нього починається процес випаровування нагрітого металу контактних поверхонь.

Через ці пари продовжує протікати струм навантаження. Він спонукає до утворення додаткових електричних розрядів, що створюють дугу в середовищі вакууму, яка продовжує розвиватися за рахунок випаровування і відриву парів металу. Під дією прикладеної різниці потенціалів утворені іони рухаються в певному напрямку, створюючи плазму. В її середовищі триває протікання електричного струму, йде подальша іонізація.

Оскільки вимикач працює зі змінним електричним струмом, то його напрямок протягом кожного напівперіоду змінюється на протилежний. При переході синусоїди через нуль струм відсутній. За рахунок цього дуга різко гасне і обривається, а відторгнені іони металу припиняють виділятися і за $7 \div 10$ мікросекунд повністю осідають на найближчих поверхнях контактів або інших частинах дугогасної камери. У цей момент електрична міцність проміжку між силовими контактами, заповненого вакуумом, практично миттєво відновлюється, чим забезпечується остаточне відключення струму навантаження. У наступному напівперіоді синусоїди електрична дуга виникнути вже не може.

Таким чином, для припинення дії електричної дуги в середовищі вакууму при розмиканні силових контактів досить змінному струму змінити свій напрямок.

Конструкції вакуумних вимикачів створюються для тривалої роботи на відкритому повітрі або в закритих спорудах.

Вимикачі для зовнішнього встановлення виготовляються з суцільнолитими полюсами, виконаними з ізоляцією з кремній-органічних матеріалів, а для внутрішнього встановлення роботи застосовують литу ізоляцію на основі епоксидних компаундів.

Вакуумні камери в заводських умовах виготовляють знімними, оптимально налаштованими для встановлення в литому корпусі. В середині них розміщено силові контакти зі спеціальних сортів легованих сплавів. Завдяки застосованому принципу роботи і конструкції, забезпечують м'яке гасіння електричної дуги, виключають можливість утворення перенапруг в електричному полі.

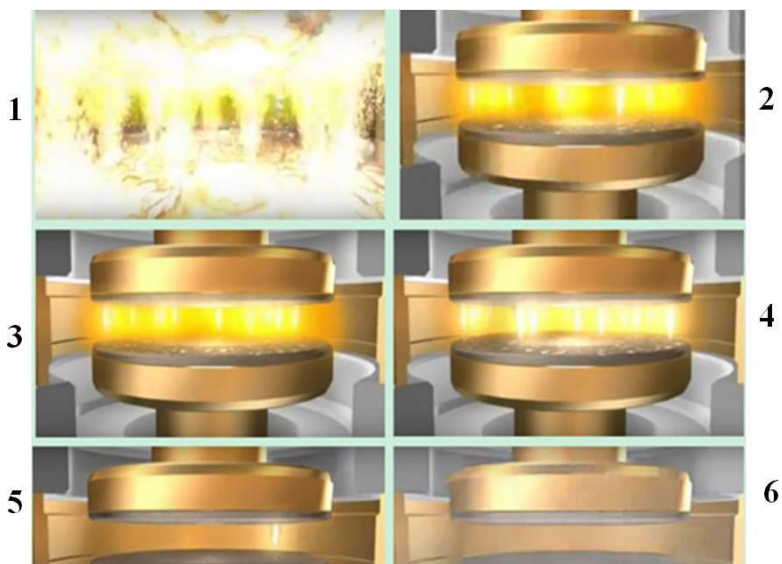


Рисунок 2 – Процес гасіння дуги в дугогасильній камері вакуумного вимикача: заключні процеси.

Універсальний електромагнітний привід використовується у всіх конструкціях вакуумних вимикачів. Він утримує силові контакти в замкнутому або розімкненому стані за рахунок енергії потужних магнітів.

Комутація та фіксація контактної системи здійснюється положенням «магнітної засувки», яка перемикає коло магнітів на возз'єднання або відключення рухомого якоря.

Вбудовані пружинні елементи дозволяють здійснювати ручні перемикання електротехнічному персоналу.

Для управління роботою вакуумним вимикачем використовуються типові релейні схеми або електронні, мікропроцесорні блоки, які можуть бути розташовані безпосередньо в корпусі приводу або виконані виносними пристроями в окремих шафах, блоках або на панелях.

Переваги вакуумних вимикачів:

- висока швидкодія, вимкнення струму при першому переході його через нуль після розведення контактів;
- висока швидкість відновлення електричної міцності міжконтактного проміжку в вакуумі після згасання дуги;
- високий комутаційний і механічний ресурс, який визначається високою зносостійкістю контактів при комутації номінальних струмів і струмів короткого замикання;
- вибухобезпечність та пожежобезпечність, навіть при роботі в агресивних середовищах;
- широкий діапазон робочих температур;
- підвищена стійкість до ударних і вібраційних навантажень;
- малі габарити і маса дають перевагу під час монтажу;
- відносна простота конструкції;
- низьке споживання електроенергії для здійснення перемикань;
- зручність ремонту, що полягає в можливості заміни окремих блоків, наприклад, дугогасильної камери;
- здатність вимикача працювати за будь-якої орієнтації в просторі;
- висока надійність;
- підвищена стійкість до комутаційних навантажень;
- обмежені габарити;
- низький рівень шуму при перемиканні;
- висока екологічність, яка виключає забруднення атмосфери.

Недоліки вакуумних вимикачів:

- відносно низькі допустимі струми номінальних і аварійних режимів;

- поява комутаційних перенапруг під час відключень низьких індуктивних струмів;
- знижений ресурс дугогасного пристрою по відношенню до ліквідації струмів коротких замикань.

3. 2. Конструкція і принцип дії вакуумного вимикача типу ВВ/TEL виробництва «Таврида Електрик».

Конструкція вимикача.

Вимикач складається з трьох полюсів з вбудованими електромагнітними приводами, що розміщені на спільній основі.

Якорі електромагнітів механічно зв'язані спільним валом, на якому встановлені постійні магніти, що керують при повороті валу герконовими контактами для зовнішніх допоміжних кіл.

Контакти зовнішніх допоміжних кіл встановлені на двох монтажних платах, що розміщені між полюсами вимикача. Кожна плата має по дві дублюючі клемні колодки, які виходять на протилежні сторони основи вимикача. Кнопка ручного вимкнення і блокування з'єднана зі спеціальним перехідним шарніром.

Кнопка ручного вимкнення і блокування з'єднана зі спеціальним перехідним шарніром.

Вимикачі комплектуються комплектом адаптації для різних типів КРП (КСО) як для стаціонарної установки, так і на вкатних елементах. Будова полюса вимикача наведена на рис. 3.

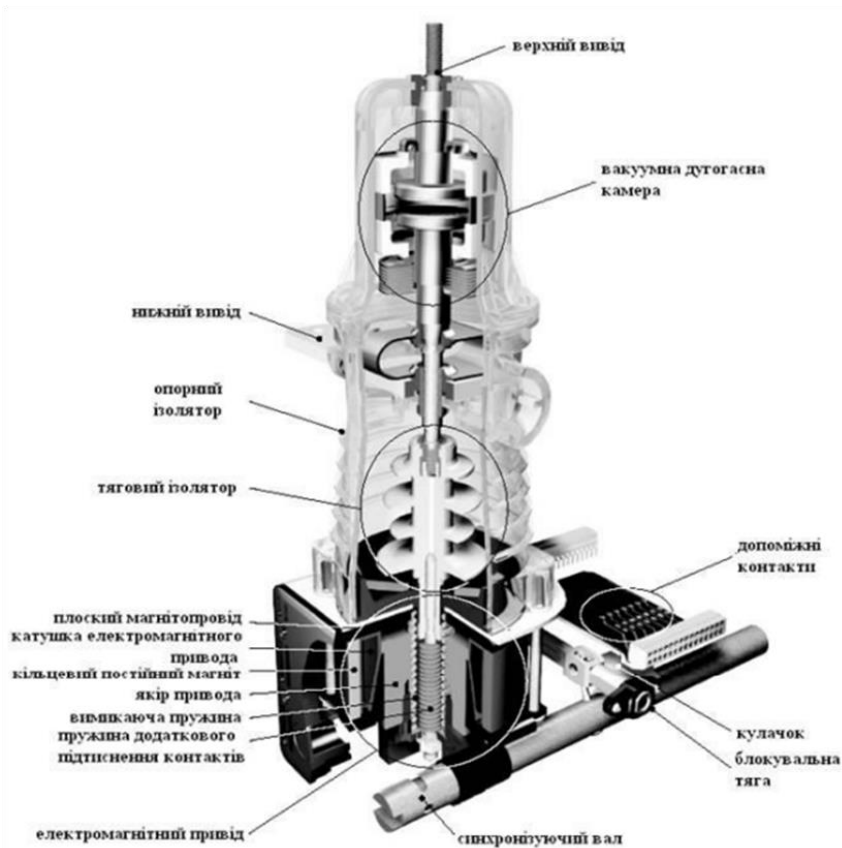


Рисунок 3 - Полюс вакуумного вимикача серії ВВ/TEL.

Електромагнітний привід може перебувати в двох стійких положеннях – “Вимкнено” і “Ввімкнено”.

Фіксація якоря в цих положеннях здійснюється без застосування механічних заціпок і забезпечується:

- силою пружності вимикаючої пружини в положенні “Вимкнено”;

- силою, що створюється остаточним електромагнітним потоком кільцевого постійного магніту в положенні “Ввімкнено”.

Операція ввімкнення і вимкнення здійснюється шляхом подачі керуючих імпульсів напруги різної полярності на однообмоткову катушку електромагнітного приводу.

Невід'ємною частиною вакуумних вимикачів ВВ/TEL є пристрої управління, що виготовляються у вигляді окремих блоків, що встановлюються в релейних шафах, на викочування КРУ, КРУН, а також на фасадах КСВ.

Пристрої керування дозволяють виконати такі основні функції:

- місцеве та дистанційне управління, у тому числі від низьковольтного допоміжного джерела живлення;
- стандартний цикл управління вакуумним вимикачем «О»-0,3с-«ВО»-15с-«ВО» за ГОСТ 687) 78;
- блокування від повторного включення;
- живлення від струмових ланцюгів за відсутності напруги живлення;
- можливість відключення вимикача протягом 20 с після зникнення напруги оперативного живлення.

На сьогоднішній день існують дві основні модифікації пристроїв керування:

- 1) Блок управління ВУ/TEL-05А, застосовуваний спільно з блоком живлення ВР/TEL-02А, має мінімальний набір функцій і дозволяє керувати вакуумним вимикачем лише за допомогою «сухих» контактів.
- 2) Блок управління ВУ/TEL-12А забезпечує найбільш гнучке та зручне сполучення з вторинними ланцюгами захисту та управління, виконаними як із застосуванням традиційних електромеханічних реле, так і з використанням сучасних мікропроцесорних реле.

У БО/TEL-12А основні функції, властиві блоку керування ВU/TEL-05А, доповнені такими функціями:

- контроль справності кола електромагнітів вимикача;
- відключення вимикача від струмових ланцюгів та від незалежного джерела живлення;
- сигналізація аварійного вимкнення вимикача;
- самодіагностика;
- сигналізація та ідентифікація типу несправності.

Блок управління ВU/TEL-12А випускається у трьох модифікаціях:

I. БО/TEL-12-01А рекомендується застосовувати на постійному (випрямленому) оперативному струмі спільно з мікропроцесорними захистами всіх фірм виробників;

II. БО/TEL-12-02А рекомендується застосовувати на постійному (випрямленому) оперативному струмі разом із захистами, виконаними на електромеханіці;

III. ВU/TEL-12-03А рекомендується застосовувати на змінному оперативному струмі з усіма типами захисту.

Робота викатного елемента.

Викатні елементи різної конструкції з вакуумними вимикачами ВВ/TEL призначені для роботи в КРП (КСО) класу напруги до 10 кВ трифазного змінного струму 50 Гц для систем з ізольованою нейтраллю.

Електричний зв'язок вторинних кіл викатного елемента з колами шафи здійснюється джгутом через штепсельну вилку. Викатний елемент має механізм доводки для переміщення з контрольного положення в робоче і механізм стопору в робочому і контрольному положенні.

Викатний елемент може займати в корпусі шафи КРП два фіксованих положення:

робоче – роз’єднуючі контакти головних і допоміжних кіл замкнуті;

контрольне – роз’єднуючі контакти головних кіл розім-кнуті, а допоміжних кіл замкнуті.

Для огляду і ремонту викатний елемент може повністю викочуватися з корпусу шафи (ремонтне положення).

В робочому положенні викатний елемент здійснює кому-тацію високовольтних кіл, в контрольному положенні виконується перевірка працездатності і технічне обслуговування.

Блокування не дає можливості переміщувати викатний елемент з одного положення в інше при ввімкненому вакуумному вимикачі і розмикає коло ввімкнення вимикача під час переміщення викатного елемента.

Вакуумна дугогасна камера (ВДК) вимикачів серії ВВ/TEL.

Корпус ВДК (рис. 4) складається з двох керамічних ізоляторів і та мідного екрану, якого припаюють до ізоляторів.

Конструктивними особливостями ВДК є чашеподібна форма керамічних ізоляторів та зварений сільфон, що значно знизили вагу і габарити ВДК.

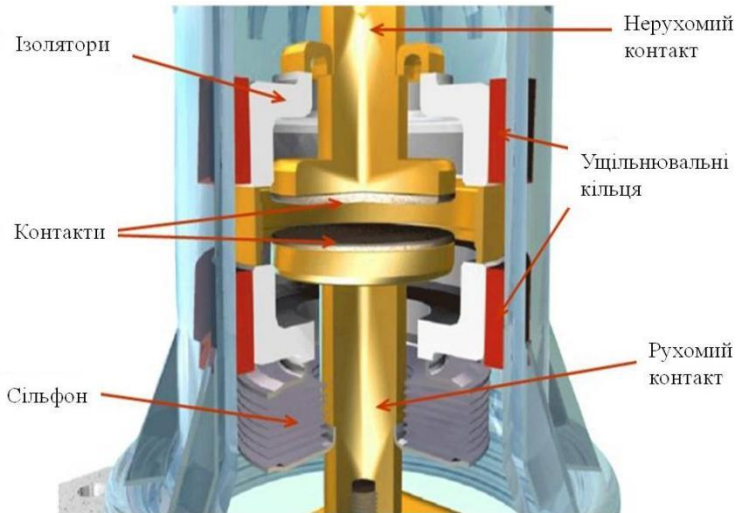


Рисунок 4 – Розріз вакуумної дугогасної камери (ВДК) вакуумного вимикача серії ВВ/TEL.

Сільфон припаюється до ізолятора і виводу, забезпечуючи можливість переміщення рухомого контакту без порушення герметичності ВДК. На торцевій частині нерухомого і рухомого контактів припаяні пластини з металокераміки, що забезпечують їм високу зносостійкість.

Виводи служать для з'єднання з виводами вимикача. Аксіальне магнітне поле в міжконтактному проміжку створюється шляхом виконання в контактах спеціальних розрізів (на рис. 4 не показані). За рахунок них дуга не концентрується, а знаходиться в дифузійному стані на всій поверхні контактів, як видно на рис.2. Це значно знижує зношення контактів, підвищує здатність щодо відключення і комутаційний ресурс вимикача.

Оскільки електрична міцність вакуумного проміжку дуже висока (30 кВ/мм), вимкнення гарантовано відбувається при проміжках, що більші, ніж 1 мм.

Залежність комутаційного ресурсу вимикачів від величини струму вимкнення наведена на рис. 5.

Ввімкнення вимикача.

В вихідному стані контакти вакуумної дугогасної камери розімкнуті за рахунок дії на них вимикаючої пружини через тяговий ізолятор. При подачі напруги позитивної полярності на котушку електромагніту в проміжку магнітної системи наростає магнітний потік. В момент, коли сила тяги якоря, створена магнітним потоком, переважає зусилля пружини вимкнення, якір електромагніту разом з тяговим ізолятором і рухомих контактом вакуумної камери починає рух вгору, стискаючи пружину ввімкнення.

При цьому в котушці виникає проти-ЕРС, яка протидіє подальшому зростанню струму і навіть зменшує його. В процесі руху якір набирає швидкості близько 1 м/с.

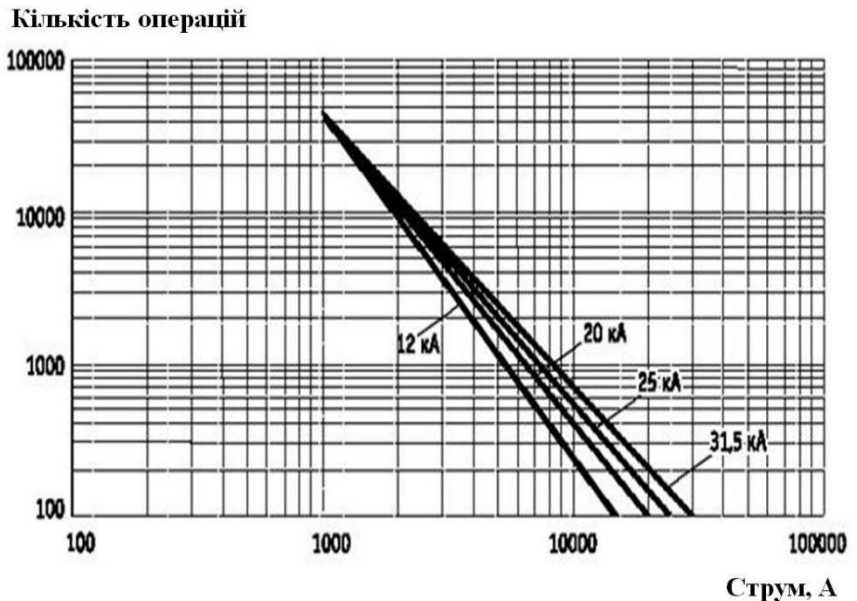


Рисунок 5 - Комутаційний ресурс вакуумних вимикачів серії ВВ/TEL.

При замиканні контактів вакуумної камери в магнітній системі залишається проміжок додаткового підтискання, що рівний 2 мм. Швидкість руху якоря різко падає, однак він продовжує рухатись вгору, стискаючи пружину вимкнення і пружину додаткового підтискання контактів. В момент замикання магнітної системи якір зупиняється. Проти-ЕРС стає рівною нулю.

Вимикач залишається у ввімкненому положенні за рахунок залишкової індукції, створеної кільцевим постійним магнітом, який утримує якір в притягнутому положенні без додаткового живлення. В такому положенні вимикач залишається необмежено довго, поки постійний магніт не буде розмагнічений імпульсом струму або магнітна система не буде розірвана механічно.

Вимкнення вимикача.

Для вимкнення вимикача, необхідно прикласти до виводів катушки напругу зворотної полярності. Струм, що протікає по обмотці, розмагнічує магніт. Якір електромагніту під дією пружини вимкнення розганяється і вдаряє по тяговому ізолятору, який з'єднаний з рухомим контактом вакуумної камери. Після удару якір електромагніту рухається вниз разом з рухомим контактом вакуумної камери і тяговим ізолятором під дією пружини вимкнення.

Ручне ввімкнення вимикача.

Конструкція вимикача не дозволяє ввімкнути вимикач вручну без живлення котушок приводу.

Увага! Спроба ввімкнути вимикач вручну шляхом дії на вал, або іншим чином може призвести до його пошкодження.

Для першого ввімкнення вимикача, (коли на підстанції відсутнє живлення кіл оперативного струму) використовується блок автономного ввімкнення.

Ручне вимкнення вимикача.

Ручне вимкнення здійснюється шляхом механічної дії на кнопку ручного вимкнення, яка, в свою чергу, діє через вал привода на якорі електромагнітів і розриває магнітну систему.

Увага! Користуватися кнопкою ручного вимкнення можна тільки у випадку, коли немає можливості вимкнути вимикач від блока управління.

Блоки управління вимикачами серії ВВ/TEL.

Для управління вимикачами, а також для зв'язку з колами релейного захисту і управління призначені блоки управління ВU/TEL.

При виконанні операцій ввімкнення/вимикання на котушки електромагнітних приводів вимикача розряджаються попередньо заряджені конденсатори блоків управління.

Таким чином забезпечується дозування електричної енергії, що дозволяє знизити руйнівну дію на контактну систему електроерозійних, теплових і механічних факторів, що, в свою чергу, сприяє підвищенню комутаційного і механічного ресурсу вимикача.

Блок управління здійснює такі функції:

- дистанційне і місцеве управління вимикачем;

- виконання стандартного циклу “Вимк-0,3с-Ввімк-Вимк-15с-Ввімк-Вимк”;
- блокування від багаторазових ввімкнень;
- ввімкнення вимикача від допоміжного джерела живлення;
- аварійне вимкнення вимикача;
- контроль справності кіл електромагнітів вимикача;
- сигналізація аварійного вимкнення;
- сигналізація несправності кола електромагніту.

2.3. Конструкція і принцип дії вакуумного вимикача типу ВБУЗ-10-20/1600 .

Конструктивно модуль вимикача типу ВБУЗ-10-20/1600 складається з основи, що включає в себе зварну раму з валом вимикача, пружиною, що відключає і оливовим буфером, трьох полюсів і приводу.

За характером конструктивного зв'язку з приводом вимикачі мають окремий привід, пов'язаний механічною передачею. Вимикач і привід мають високу ступінь уніфікації різних виконань.

Полюс вимикача (рис. 6) складається з роз'ємного корпусу, що включає в себе вакуумну дугогасну камеру (ВДК), струмопровідні пластини, гнучкий струмопровід, ізоляційну тягу з механізмом додаткового підтискання контактів ВДК.

Кінематичний зв'язок передачі руху рухомого контакту ВДК шарнірний.

Полюс ВВУ-СЕЩ□-Е (П) 3-10 має розбірну конструкцію. ВДК жорстко з'єднана з верхнім корпусом і пластиною і через гнучкий контакт з нижньою струмопровідною пластиною.

Вакуумна камера нового покоління змонтована в полюсі має ряд конструктивних особливостей:

По-перше, між контактами камери створюється аксіаль-не магнітне поле, що дозволяє поліпшити властивості вимикання.

По-друге, контакти вакуумної камери сферичної форми, за рахунок цього досягається виняткова здатність камери вимикати струми короткого замикання.

По-третє, контакти конструктивно виконані з декількох різних матеріалів, в центральній частині контакту встановлено матеріал, який має високу теплопровідність і теплоємність, що має дещо більший опір у порівнянні з матеріалом, розташованим в крайніх частинах поверхні контакту, за рахунок цього досягається оптимальний розподіл електричного поля, а також забезпечується покращений тепловідвід з контактів камери (рис. 6).

Механізм підтискання з'єднується з валом вимикача і ізоляційної тягою полюса. Вимикач не вимагає додаткових регулювань протягом усього терміну служби.

Дуже важливо, що забезпечується повітряна ізоляція між верхнім і нижнім струмоznіmnими пристроями камери. Це дозволило виготовити виключно збалансовану за тепловідводом конструкцію.

Між стінками вакуумної камери (поз.3) і внутрішньою стінкою корпусу полюса (поз.2) є повітряний зазор, що безперешкодно дозволяє відводити надлишкове тепло з контактів камери, використовуючи ефект природної конвекції.

На вимикачі з номінальним струмом 1000А немає необхідності встановлювати тепловідвідні радіатори, відповідно конструкція виходить більш дешевою і надійною.

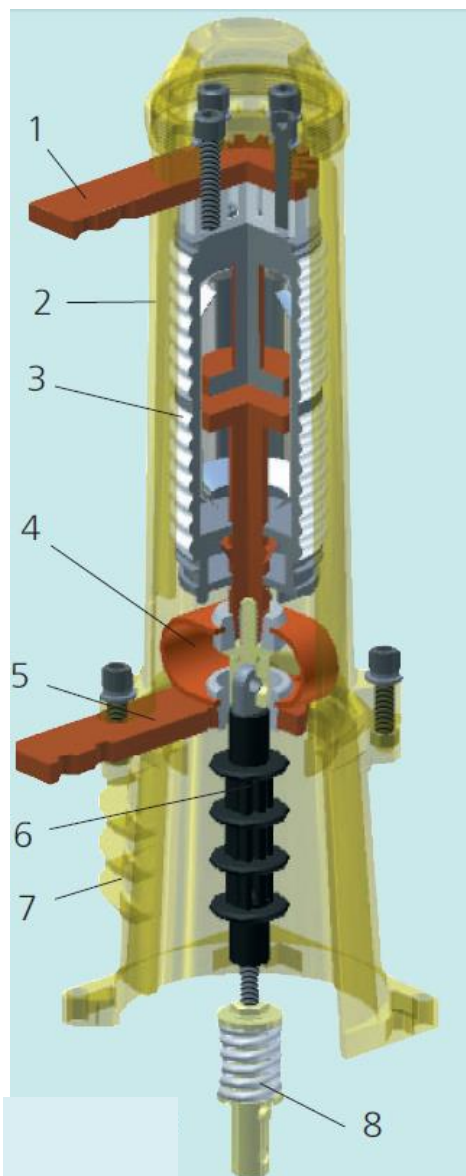


Рисунок 6– Конструкція полюсу ВВУ-СЭЦ-Э(П)3-10:
1, 5 – пластина; 2, 7 – корпус; 3 – вакуумна дугогасна камера;
4 – контакт гнучкий; 6 – тяга ізоляційна; 8 – механізм підгинання.

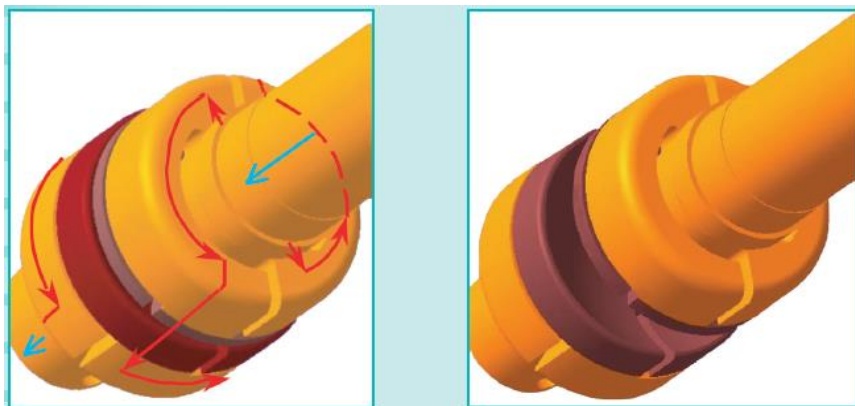


Рисунок 7 – Розміщення контактів і розподілення струму в контактних групах вакуумної дугогасної камери(ВДК).

Принцип роботи блокування залишається тим же:
ввімкнений вимикач механічно без додаткових пристроїв блокує можливість оперування важелями роз'єднувачів з вимкненого положення у ввімкнений і навпаки, для чого в основному валу вимикача передбачені пази.

Вимикач ВВУ-СЭЩ-10 розміщений в КЗО, забезпечуючи зручний огляд елементів індикації і доступ до елементів керування вимикача.

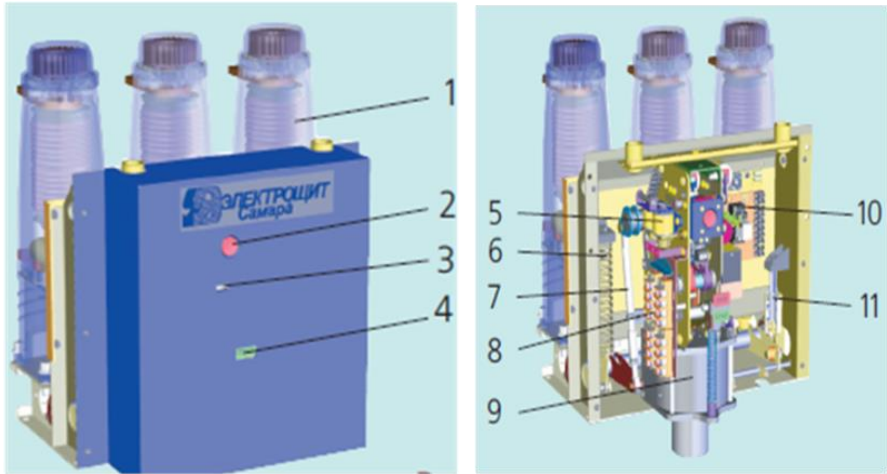


Рисунок 8 – Конструктивне виконання вакуумного вимикача типу ВВУ-СЭЦ-10 з електромагнітним приводом:

- 1 – полюс;
- 2 – кнопка аварійного вимкнення;
- 3 – лічильник операцій;
- 4 – індикатор стану (ввімкн., вимкн.);
- 5 – котушки вимкнення;
- 6 – пружина вимкнення;
- 7 – регульована тяга;
- 8 – блок - контакти;
- 9 – котушки вмикання;
- 10 – кронштейн;
- 11 – буфер.

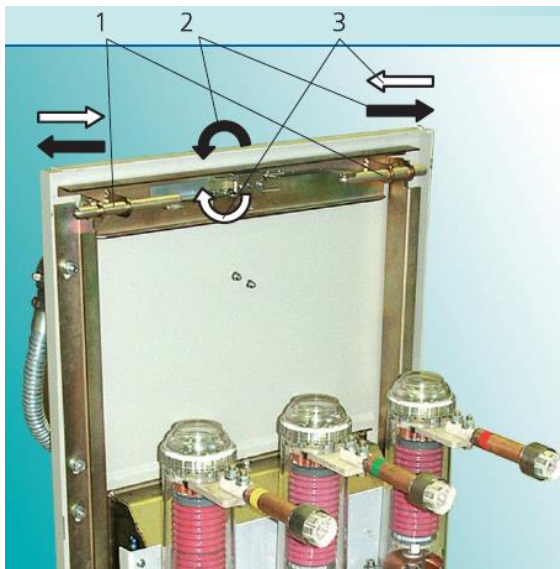


Рисунок 9 – Робота механізму верхньої фіксації універсального вакуумного вимикача: 1 – верхній фіксатор; 2 – зафіксовано; 3 – розфіксовано.

Привід вимикача може бути електромагнітним (рис. 10), який перетворює електромагнітну енергію магнітної системи в кінетичну енергію, або пружинно-моторним (рис. 11), що використовує енергію попередньо заведеної пружини.

Переваги пружинно-моторного приводу:

- невелика потужність мережі живлення для заведення вмикаючої пружини;
- при вмиканні на к. з. вимикач нечутливий до зниження напруги;
- можливість ручного заведення вмикаючої пружини;
- можливість вмикання вимикача за відсутності оперативного струму.

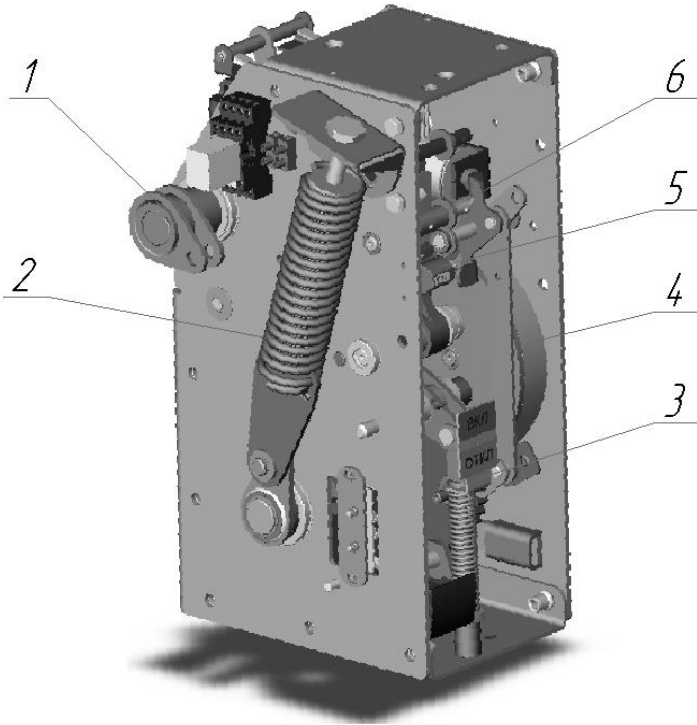


Рисунок 10 - Пружинно-моторний привід:

1 - вал приводу; 2 - пружина, яка вмикає ; 3 - механізм вмикання; 4 - механізм заведення вмикаючої пружини; 5 – лічильник операцій; 6 – механізм вимкнення.

Пружинно - моторний привід складається з:

- однотипних механізмів вмикання і вимкнення з механічними засувками;
- вмираючої пружини;
- механізму заведення вмираючої пружини;
- механізмів блокувань;
- лічильника операцій.

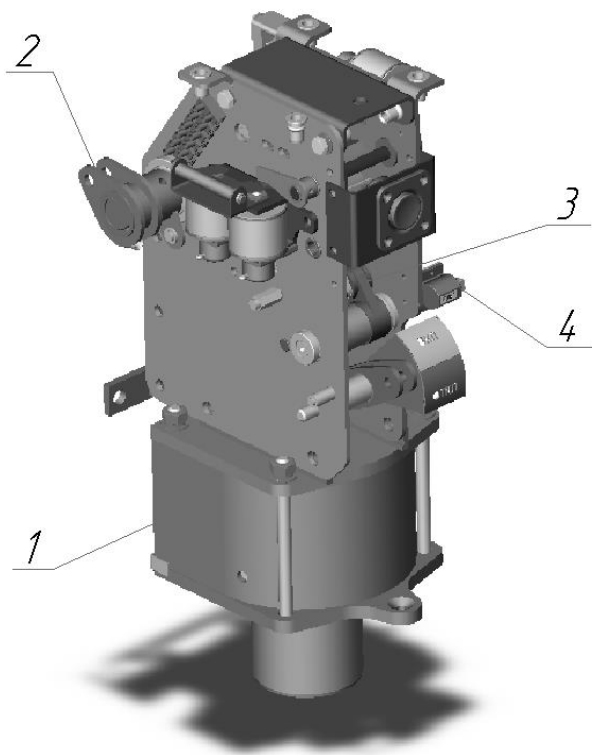


Рисунок 11 - Електромагнітний привід:
1 - електромагніт вмикання; 2 - вал приводу; 3 - механізм вимкнення; 4 - лічильник операцій.

Електромагнітний привід складається з:

- механізму вимкнення з механічною клямкою;
- електромагніту вмикання;
- механізмів блокувань;
- повороту і утримання вихідного валу приводу і, отже, вимикача у ввімкненому положенні;
- відключення вимикача при спрацьовуванні електромагнітів відключення або при натисканні кнопки відключення;

- забезпечення виконання операції відключення незалежно від положення інших елементів приводу.

Особливістю приводів, як електромагнітного, так і пружинно-моторного, є використання в конструкції механізму вільного розчеплення.

Призначення механізму вимкнення:

Вимикач має електричне блокування від виконання операцій при команді на вмикання, яка залишилася не знятою.

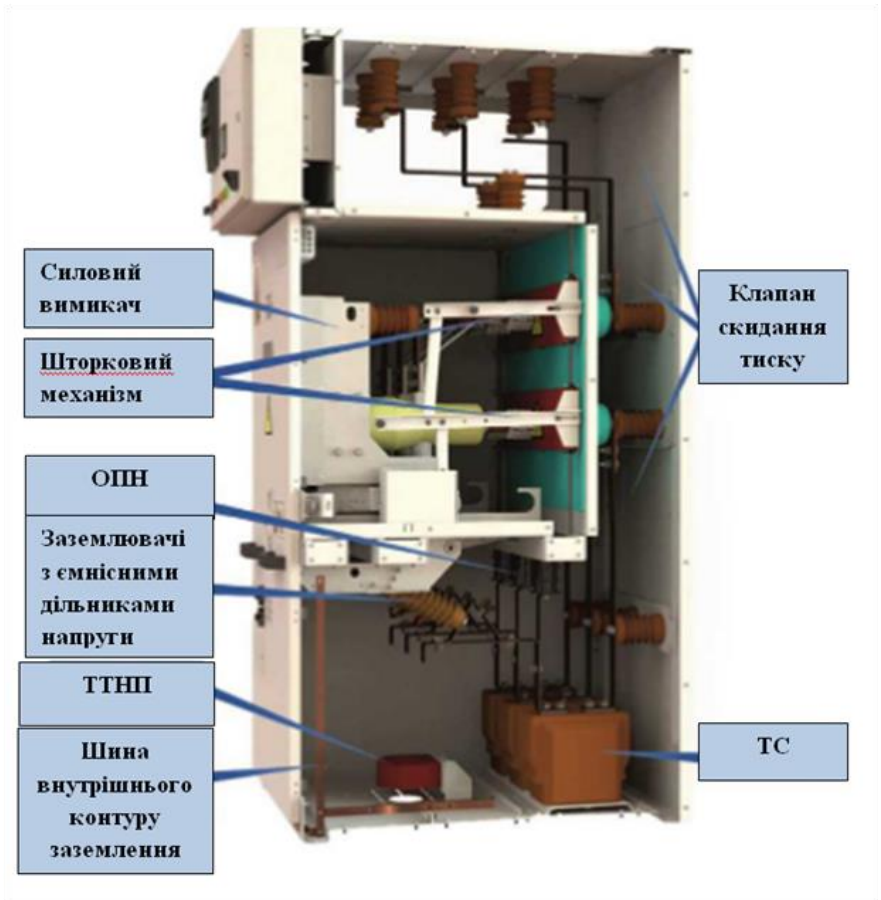
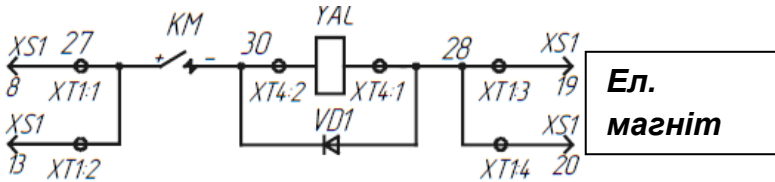


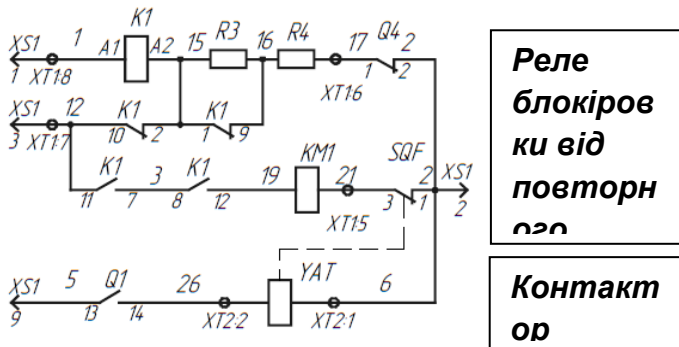
Рисунок 12 - Шафа КРП з вакуумним вимикачем.

При використанні вимикачів в складі КРП передбачено блокування від вмикання в проміжному (між робочим і неробочим) положенні елементу викочування і від переміщення вимикача у ввімкненому положенні.

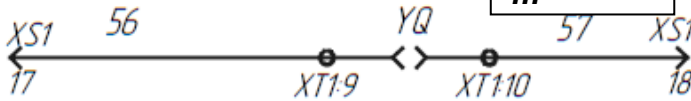
Конструкція вимикачів дозволяє з незначними переробками адаптувати їх в КРП і КЗО на заміну застарілих оливових вимикачів.



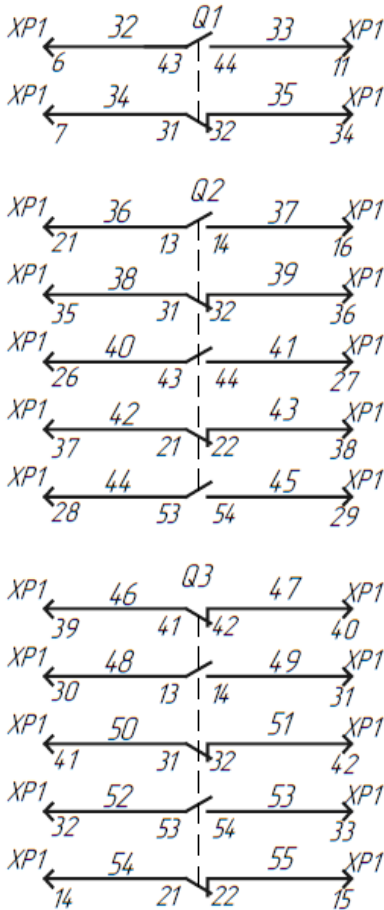
а)



б)



в)

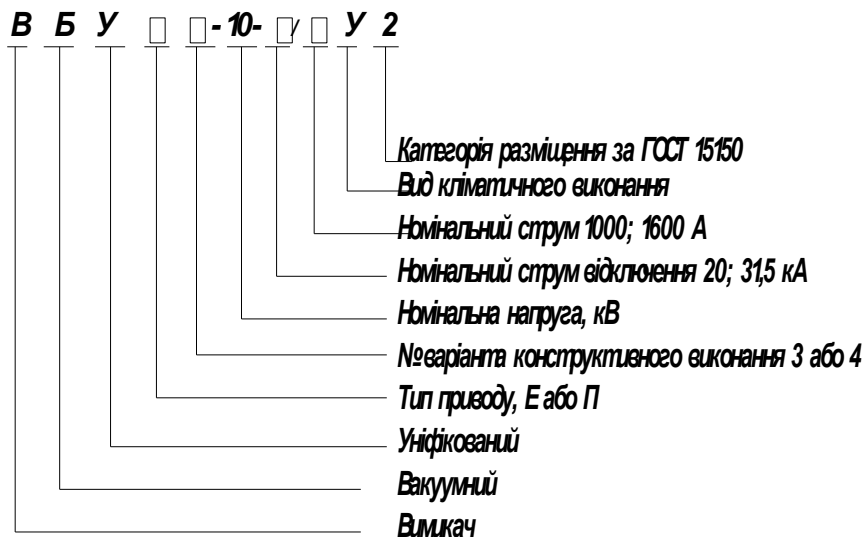


а)

Рисунок 12 - Схема електрична принципова вакуумного вимикача типу ВБУЗ4 -10(Положення елементів схеми відповідає відключеному положенню вимикача):

- а) кола живлення електромагніту включення;
- б) оперативні кола;
- в) кола електромагнітної блокування;
- г) вихідні блок - контакти.

Структура умовного позначення вимикача В Б У - 10 - / У 2



4. ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИБОРУ ВАКУУМНОГО ВИМИКАЧА

Зробити розрахунки з вибору та перевірки роботи вимикача типу ВВ/TEL-10-12,5/630 У2 згідно номера бригади, табл.1, та критеріїв вибору, табл.2.

Заданий вакуумний вимикач типу ВВ/TEL-10-12,5/630 з паспортними даними.

За умовами вибору порівняти паспортні дані вимикача з розрахунковими величинами згідно варіанту(таблиця 1), занести розрахунки до таблиці 2 та зробити висновок про придатність даного вимикача для експлуатації в заданій мережі.

Паспортні дані вакуумного вимикача типу

ВВ/TEL-10-12,5/630 У2 наведені нижче:

- номінальна напруга – $U_{н.а}=10\text{кВ}$; $U_{н.мах}=12,5\text{кВ}$.
- номінальний струм – $I_{н.а}=630\text{А}$.
- максимальний струм вимкнення – $I_{вим}=12,5\text{кА}$
- струм динамічної стійкості – $i_{у.мах}=32\text{кА}$.

Таблиця 1 - Вихідні дані для вибору та перевірки роботи вакуумного вимикача типу ВВ/TEL-10-12,5/630 У2.

№ бригади	Напруга мережі, кВ	Робочий струм мережі, А	Діюче значення струму трифазного к. з., кА	Температура навколишнього середовища, °С
1	10,5	400	6,3	35
2	11	250	4,2	40
3	10,0	180	10	38
4	10,8	300	4,6	37
5	11	350	6,0	50
6	10,0	380	5,3	45
7	10,2	360	4,8	42
8	10,4	290	5	39
9	10,0	400	6,5	44
10	10,5	390	5,2	38
11	10,1	340	6	36
12	10,3	270	5,7	37

При виборі апаратів необхідно враховувати дійсну температуру навколишнього середовища. Якщо вона перевищує номінальну θ_n , прийняту відповідно до стандартів рівній $35^\circ C$, то довгостроково припустимий струм апарата $I'_{н.а}$ перераховують за формулою пункту 4.

Таблиця 2 - Критерії вибору і перевірки високовольтних вимикачів

	Параметр вимикача	Позначення, формула, умова
1	Номінальна міжфазна довгострокова напруга	$U_{на} \geq U_{н.мережі}$
2	Максимальна робоча допустима напруга	$1,15U_{на} \geq U_{max.m}$
3	Номінальний струм: з врахуванням температури навколишнього середовища	$I_{на} \geq I_{р.max}$ $I'_{нав} \geq I_{р.max}$
4	Допустимі нормовані температури: вимикача $\theta_{оа} = 80^\circ C$ навколишнього середовища $\theta_{оис} = 35^\circ C$	$I'_{нав} = I_{на} \sqrt{\frac{\theta_{оа}^o - \theta_{н.с.}^o}{\theta_{оа}^o - \theta_{оис}^o}}$
5	Максимальний струм вимкнення, кА	$I_{в.max} \geq I_{max}^{(3)}$
6	Максимальна потужність вимкнення, МВА	$S_{в.max}^{(3)} \geq \sqrt{3}U_{срk} I_{max}^{(3)}$
7	Динамічна стійкість за ударним струмом, кА	$i_y > i_{yp}, i_{yp} = K_y \sqrt{2}I_{max}^{(3)}$ $(K_y = 1,25$ для с.г.мереж)

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які типи вимикачів використовуються в електроустановках високої напруги?
2. Пояснити конструкцію контактів ВВУ?
3. Основні критерії вибору комутаційних електричних апаратів?
4. Які переваги пружинно-моторного приводу?
5. Від яких факторів залежить швидкість гасіння дуги?
6. Від яких факторів залежить опір контактів?
7. Які приводи використовуються для вакуумних вимикачів?
8. Призначення групи контактів приводу.
9. Принцип роботи блокування.
10. Поясніть принцип гасіння дуги в вакуумному вимикачі.
11. Конструктивні особливості вакуумної камери нового покоління .

ЛІТЕРАТУРА

1. 1.Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видавництво «Форт», 2017. - 760 с.

2. Василега П. О. Електропостачання/ П. О. Василега– Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. – 415 с.

2. Козирський В. В. Електропостачання агропромислового комплексу / В. В. Козирський, В. В. Каплун, С. М. Волошин – К.: Аграрна освіта, 2011- 448 с.

3. Притака І. П. Електропостачання сільського господарства / І. П. Притака, Б. В. Мозирський. – Київ: Урожай, 1995 р. - 333 с.

4. Шкрабець Ф. П., Плешков П. Г. Основи електропостачання/ Ф. П. Шкрабець , П. Г. Плешков - Навчальний посібник. – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2010, - 408 с.

Навчальне видання

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Методичні вказівки

до виконання лабораторної роботи
«Вивчення вакуумних вимикачів та умов їх вибору»

Автори-укладачі:

ПОПАДЧЕНКО Світлана Анатоліївна

САВЧЕНКО Олександр Анатолійович

Формат 60×84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. 0,6. Наклад 100 пр.

Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44