



Міністерство освіти і науки України
**ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІ-
ВЕРСИТЕТ** Факу-
льтет енергетики, робототехніки та
комп'ютерних технологій
Кафедра електропостачання та енергетично-
го менеджменту

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Методичні вказівки

до виконання лабораторної роботи

**«Вивчення, випробування та вибір вимикачів навантажен-
ня та роз'єднувачів»**

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної форми навчання
зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»**

Харків

2023

Міністерство освіти і науки України
ДЕР-
ЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ Факультет
енергетики, робототехніки та комп'ютерних технологій
Кафедра електропостачання та енергетичного менеджменту

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Методичні вказівки

до виконання лабораторної роботи
«Вивчення, випробування та вибір вимикачів навантаження та
роз'єднувачів»

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
ти 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. 31
ББК 075

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.

075 Основи електропостачання: метод. вказівки до виконання лабораторної роботи «Вивчення, випробування та вибір вимикачів навантаження та роз'єднувачів» 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. – 28 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

© ДБТУ, 2023

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

«ВИВЧЕННЯ, ВИПРОБУВАННЯ ТА ВИБІР ВИМИКАЧІВ НАВАНТАЖЕННЯ ТА РОЗ'ЄДНУВАЧІВ»

МЕТА РОБОТИ:

1. Вивчення конструктивних особливостей та технічних вимог щодо виконання вимикачів навантаження, роз'єднувачів внутрішньої і зовнішньої установки, віддільників та короткозамикачів на різну напругу.

2. Набуття навичок технічного огляду електричних апаратів і порівняння паспортних даних з дійсними нормативними.

3. Набуття навичок лабораторних випробувань міцності ізоляції апаратів підвищеною напругою частотою 50 Гц, згідно вимог ПУЕ-2017.

I. ЗВІТ ПО РОБОТІ ПОВИНЕН МАТИ:

1. Мету роботи.

2. Паспортні дані вимикача навантаження і роз'єднувача.

3. Таблицю 1 (форма якої приводиться в розділі 4 та даними таблиць ПУЕ-2009, с. 463, табл. 4.2.1 і табл. 4.2.3 с. 476 найменших відстаней в проміжках: фаза – земля (Аф-з), фаза – фаза (Аф-ф) та відстані (ж) між рухомим контактом ножа роз'єднувача (вимикача навантаження) до ошиновки виміряними у відключеному стані апаратів.

4. Ескіз нерухомих контактів вимикача навантаження.

5. Ескіз рухомого контакту роз'єднувача.

6. Принципову електричну схему випробування ізоляції роз'єднувача (рис. 1).

7. Таблицю 3 з даними випробування міцності ізоляції згідно ПУЕ 2009, табл. 1.8.15 с. 128 та з даними розрахунків, виконаних за формулами (1) і (3) для неоднорідного і однорідного

електричних полів та таблицю 2 з даними втрат потужності на корону.

8. Висновки по роботі.

II. ПОЯСНЕННЯ ДО РОБОТИ

В розподільних пристроях використовується різна електрична апаратура, в тому числі і комутаційна.

Мета використання комутаційних апаратів в системі електропостачання – розрив або з'єднання електричного кола.

Для спільної роботи генераторів, силових трансформаторів і ліній електропередачі їх необхідно об'єднати і створити електричне коло та забезпечити надійність роботи системи електропостачання за допомогою пристроїв керування і захисту від пошкоджень і ненормальних режимів.

Це здійснюється за допомогою розподільних пристроїв, в яких розміщуються електричні апарати керування.

До електричної комутаційної апаратури (далі апаратів) відносяться автоматичні вимикачі всіх класів напруг, роз'єднувачі, короткозамикачі і віддільники, вимикачі навантаження та запобіжники.

Основними елементами комутаційних апаратів є головна контактна система, опорна рама з ізоляторами, привод для управління і пристрій для гасіння дуги (камера) за винятком роз'єднувачів, короткозамикачів, віддільників, рубильників та інших апаратів, які не мають камери.

Апаратуру розрізняють:

за напругою - високої і низької;

за струмом – постійного і змінного;

за ступенем захисту апаратів від навколишнього середовища – відкриті, захищені, вибухонебезпечні та інші.

Напруга є основним параметром, який істотно впливає на конструкцію електричної апаратури та ізоляції.

Стійкість ізоляції визначається пробивною напругою (мінімальною напругою, при якій відбувається пробій ізоляції між фазами і фаза-земля).

Для електричної апаратури використовують різні типи і конструкції ізоляції, яка відрізняється відповідно її призначенням і використанням для внутрішніх і зовнішніх електроустановок.

В умовах експлуатації на електрообладнання діють комутаційні і атмосферні перенапруги. Електрообладнання повинно мати ізоляцію класу відповідного номінальній напрузі і витримувати можливі перенапруги, які можуть виникати за ненормальних умов.

Тому ізоляцію апаратів випробовують напругою в декілька разів більшою за номінальну.

Напруга випробовування промислової частоти - діюче значення напруги частотою 50 Гц, яку повинна витримати на протязі однієї хвилини (або 5 хв) внутрішня і зовнішня ізоляція електрообладнання.

Найменша напруга промислової частоти, при якій по сухій і чистій поверхні ізоляції відбувається іскровий розряд, називається *сухорозрядною напругою ізолятора*.

Найменша напруга промислової частоти, при якій відбувається іскровий розряд по ізолятору в умовах, коли краплі дощу падають на ізолятор рівномірно під кутом 45° до горизонту з інтенсивністю 5 мм/хвилину називається *мокророзрядною напругою випробовування*.

В основному напругу випробовування використовують сухорозрядну, величину якої для апаратів різного класу напруг вибирають, керуючись даними розділу 1.8 ПУЕ 2017 «Норми прийнятно-здавальних випробувань» та таблицею 1.8.15, с. 128.

3. 1. Загальні відомості про вимикачі навантаження

Вимикач навантаження напруги 6-10 кВ призначений для комутації електричних кіл за нормальних умов експлуатації та в певних умовах перевантаження, а також для пропускання протягом заданого інтервалу часу струмів в умовах, що відрізняються від нормальних.

Вимикач навантаження здатний вимикати допустимі за величиною струми короткого замикання.

Вимикач навантаження є різновидом триполюсного роз'єднувача внутрішньої установки з рухомими контактами, які мають пристрій - камеру для гасіння дуги.

Промисловістю освоєний випуск вимикачів типу: ВН-16, ВН-11, ВВП-16, ВВП-17, ВВП₃-16, ВВП₃-17.

Вимикач типу ВН-16, ВН-11 випускається без запобіжників.

У вимикачах типу ВВП-16, ВВП-17 на відміну від ВН-16 запобіжники типу ПК-10 монтують на додатковій рамі. Запобіжники можна монтувати як перед входом до вимикача, так і після нього, на виході. При встановленні запобіжників до вимикача, на вході, зручніше перевіряти контакти і замінити вкладиші дугогасних камер, а при встановленні запобіжників після вимикача можна здійснювати заміну запобіжників після вимикання вимикача.

При перегоранні плавкої вставки одного запобіжника живлення споживачів, приєднаних за вимикачем навантаження, буде неповнофазним. Цей недолік усунуто у вимикачі навантаження типу ВВП-17, який вимикається спеціальним автоматичним пристроєм після перегорання плавкої вставки одного запобіжника.

Вимикачі типу ВН-11 призначені для установки в закритих малогабаритних комплектних трансформаторних підстанціях напругою 6-10/0,4 кВ типу ЗТП.

Вимикачі типу ВНПз-16, ВНПз-17 монтуються з заземлюючими ножами, які можна встановлювати на вході або виході.

Вимикачі монтують по можливості точно у вертикальному положенні, не допускаючи перекосів і деформації конструкції вимикача.

Для управління вимикачем навантаження використовуються приводи типу ПР-17, ПРА-17, ПЭ-11, ПС-10м.

Привод типу ПР-17 призначений для ручного вимикання і вмикання. Привод ПРА-17 призначений для ручного вмикання і ручного або дистанційного автоматичного вимикання.

Приводи типу ПЭ-11, ПС-10м призначені для дистанційного вмикання і вимикання вимикачів типу ВНП-7.

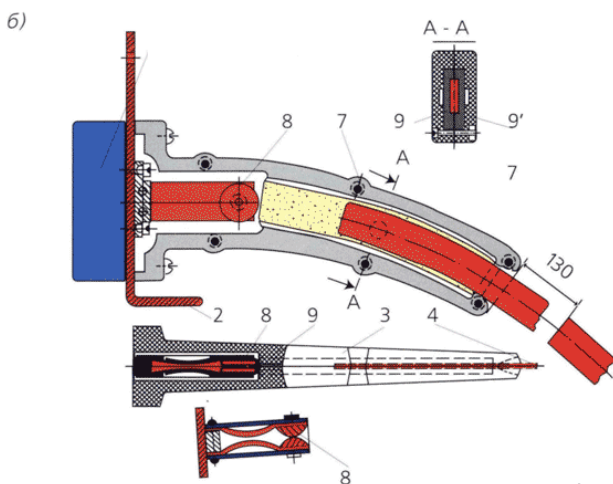
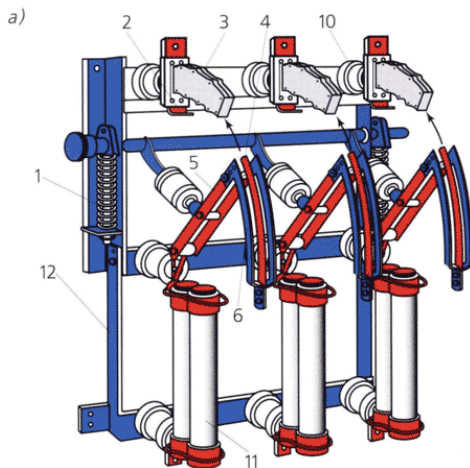
3. 2. Опис конструкції вимикача навантаження типу ВНП-16 [1 рис. 9., стор. 260].

В вимикачах навантаження типу ВНП-16 нерухомі контакти мають дугогасні камери, для гасіння електричної дуги, що виникає при розриві електричного кола із струмом навантаження і короткого замикання в межах допустимих величин (згідно паспорта) 400...800А.

Запобіжники типу ПК-10 змонтовані на П-подібній рамі, котра може кріпитись до рами вимикачів входу або виходу (зверху або знизу).

Корпус дугогасної камери складається із двох щік, виготовлених із пластмаси і скріплених між собою.

Всередині камери розміщують газогенеруючий вкладиш із органічного скла.



форма 11

Рисунок 1 – а) Загальний вигляд вимикача навантаження ВНП-16; б) - Дугогасна камера;

1 - вимикаюча пружина; 2 - нерухомий контакт; 3 - дугогасна камера; 4 - рухомий дугогасний контакт; 5 - рухомий контакт; 6 - сталеві смуги; 7 - стяжні гвинти; 8 - нерухомий дугогасний контакт; 9 - газогенеруючий вкладиш; 10 - опорний ізолятор; 11 - запобіжник; 12 - рама.

Корпус дугогасної камери і нерухомі робочий та дугогасний контакти закріплені на ковпаку верхнього (вхідного) опорного ізолятора. Нерухомі дугогасні полусфероподібні контакти встановлені на сталевих пластинчатих пружинах, які закріплені на струмопровідній пластині кріплення робочих, дугогасних контактів і камери.

При вимкненні спочатку розмикаються робочі контакти, а потім дугогасні. При розриві електричного кола виникає дуга у вузькій щілині вкладиша між рухомим і нерухомим дугогасними контактами. Під впливом високої температури органічне скло виділяє значну кількість газів, внаслідок чого тиск в камері підвищується. Поки ніж знаходиться в камері, гази можуть виходити із неї через зазори між ножем і вкладишем.

При виході дугогасного ножа із камери відбувається вихлоп іонізованого газу в атмосферу і через декілька сотих часток секунди, дуга гасне. Необхідну швидкість руху контактів забезпечують дві вимикаючі пружини.

Орієнтовано, без заміни газогенеруючих вкладишів дугогасних камер та контактів, вимикачем навантаження можна зробити 80 вимикань струмів до 400 А при напрузі 10 кВ.

Вимикачі навантаження ВНАп із запобіжником застосовуються для вимкнення й вмикання під навантаженням ділянок ланцюга змінного трифазного струму, частоти 50 Гц, з напругою до 10 кВ.

Вимикачі ВНАП належать до комутаційних апаратів, забезпечених автогазовим дугогасильним пристроєм.

Гасіння дуги здійснюється потоком газів, що виділяються зі стінок дугогасної камери під впливом на них гасимої дуги. Використовуються (у комплекті з приводом) для роботи в шафах комплектних розподільних пристроїв (КРУ), камерах збірних однобічного обслуговування (КСО), шафах комплектних транс-

форматорних підстанцій (КТП), а також інших електричних пристроях внутрішньої установки на клас напруги до 10 кВ трифазного змінного струму частоти 50 Гц для систем із заземленою й ізольованою нейтраллю.

Умовне позначення ВНАп-10/630-20:

В - вимикач

Н - навантаження

А - автогазовий

н - з вбудованими запобіжниками

10 - номінальна напруга мережі, кВ

630 - номінальний струм, А

20 - Номінальне початкове значення періодичного складника наскрізного струму короткого замикання,



Рисунок 2 - Вимикач навантаження автогазовий ВНАп-10/630-20 (на рамі).

3. 3. Загальні відомості про роз'єднувачі ([1], рис. 9. 2. 6 – 9. 28. с. 261 –265)

Роз'єднувачі – це комутаційні апарати, які призначені для

вмикання і вимикання електричних кіл без струму навантаження і створення видимого розриву електричного кола у повітрі. За умовами техніки безпеки при ремонті електричного обладнання розподільних пристроїв в струмопровідних частинах з усіх боків, звідки може бути подана напруга, повинен бути створений видимий розрив. Ця вимога виконується за допомогою роз'єднувача. Допускається використовувати роз'єднувач для комутації електричних кіл із струмом незначним за величиною (наприклад, до 15 А мережі 10 кВ) намагнічуючого струму (холостого ходу) силових трансформаторів; зарядного ємнісного струму повітряних і кабельних ліній, шин і обладнання.

Роз'єднувач повинен мати електродинамічну, термічну стійкість при протіканні струмів к. з., забезпечувати ввімкнення і вимкнення при важких кліматичних умовах: покриття ножів ожеледдю, мокрим снігом, а потім його примерзанням до ножів, покриттям пилом та інше. В цих умовах ізоляція роз'єднувача не повинна втрачати електричну міцність.

За місцем установлення розрізняють роз'єднувачі **внутрішнього і зовнішнього встановлення**.

Роз'єднувачі для **внутрішнього встановлення** бувають однополюсні (РВО) або триполюсні (РВ, РВК, РВРЗ та ін.).

У роз'єднувачах рубаючого типу ніж обертається навколо одного з нерухомих контактів, рух ножа передається від валу через порцелянові важелі.

Тиск в контактах створюється пружинами. На струми до 1000 А ножі роз'єднувачів виготовляють з двох мідних стрічок, на великі струми - з 3-4 стрічок.

Триполюсні роз'єднувачі серії РВ виконують на напругу від 6 до 35 кВ і номінальні струми до 1000 А.

На номінальні струми від 2000 до 8000 А розраховані рублячі роз'єднувачі РВР зі спеціальним електродвигуновим або ручним приводом.

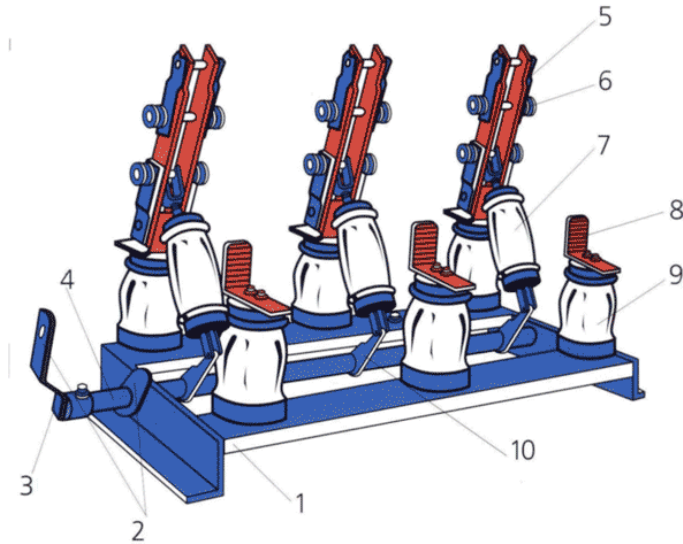


Рисунок 3 Роз'єднувач триполюсний внутрішнього встановлення РВ-10 (вертикально-рубачого типу):

1 - рама; 2 - упор обмеження повороту валу; 3 - важіль; 4 - вал; 5 - рухливий контакт; 6 - пружина; 7 - порцелянова тяга; 8 - нерухомий контакт; 9 – опорний ізолятор; 10 - важіль.

Роз'єднувачі зовнішнього встановлення типу РГ (рис. 4) призначені для вмикання і вимикання знеструмлених ділянок електричних кіл, що знаходяться під напругою, а також заземлення відключених ділянок за допомогою заземлювачів.

Роз'єднувачі також використовуються для відключення струмів холостого ходу трансформаторів і зарядних струмів повітряних і кабельних ліній.

Роз'єднувач змінного струму серії РЛНД на напругу 10 кВ (рис. 5) призначений для:

вмикання і вимикання знеструмлених ділянок електричного кола високої напруги, струмів холостого ходу трансформаторів, зарядних струмів повітряних ліній;

- забезпечення безпечного проведення робіт на відключеній ділянці;

- заземлення відключених ділянок за допомогою вбудованих заземлювачів.

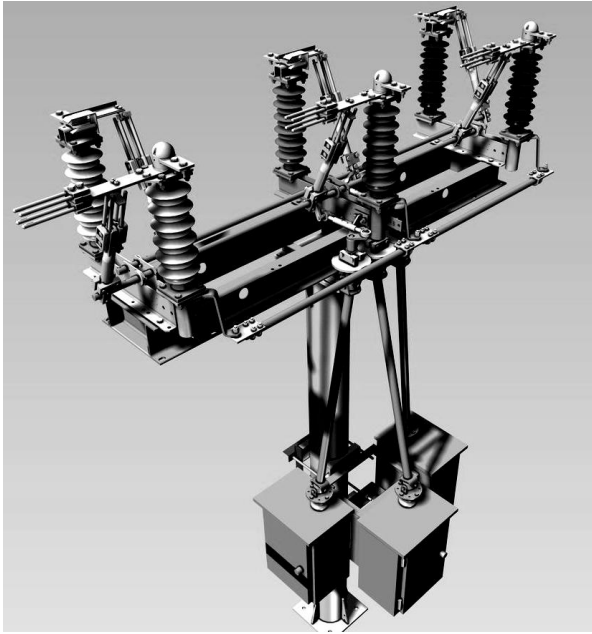


Рисунок 4 - Роз'єднувач зовнішнього встановлення РГ-35 (УХЛ1) горизонтально-поворотного типу.

Роз'єднувач являє собою триполюсний апарат, кожен полюс якого має одну нерухому і одну рухому колонки з розворотом головних ножів в горизонтальній площині. Рама роз'єднувача і корпус приводу мають подвійне покриття. Поворотна колонка

роз'єднувача встановлюється на підшипнику ковзання, що забезпечує вільний поворот колонок на 90°.

Підшипник і роз'ємний контакт нерухомої колонки захищені від попадання вологи планкою і козирком. Контактне натискання в роз'ємному контакті забезпечується плоскими пружинами. Контакт рухомої колонки з'єднаний з контактним виводом за допомогою гнучкого зв'язку.



Рисунок 5 - Роз'єднувач змінного струму серії РЛНДЗ - 10/630 УХЛ1 НА ІОС-10/500 з приводом.

Привід роз'єднувача виконаний так, що виключає можливість оперування заземлювачем, поки не відключені ножі головного контуру. У корпусі приводу передбачені отвори для встановлення блок-замку.

За кількістю полюсів (без розриву) роз'єднувачі бувають одно-, дво- і триполюсні.

За напрямком руху рухомих контактів: втичні (штепсельні) – горизонтально і вертикально поворотні. Рухомі контакти (ножі) для різних типів роз'єднувачів можуть пересуватись перпендикулярно або паралельно основі (рамі) роз'єднувача.

За способом встановлення роз'єднувачі можуть бути вертикального і горизонтального встановлення.

Роз'єднувачі мають позначення буквенні і цифрові:

Р – роз'єднувач;

Н – зовнішнього встановлення;

О – однополюсний;

Л – лінійний;

В – внутрішнього встановлення;

Д – двоколонковий;

Т – три колонковий;

З – має заземлюючі ножі;

К – ножі коробчатого профілю;

Б – наявність блокіровки;

П – наявність важільної передачі;

А – алюмінієві ножі і контакти; після букв – 1 і 2 – кількість заземлюючих ножів, далі вказується напруга і струм.

Наприклад, РЛНТА-2-35-1000.

В основному, роз'єднувачі виготовляються на металевій рамі, на якій комплектуються три однополюсні роз'єднувачі з загальним валом і приводним важелем для трьох полюсів.

Керування роз'єднувачем напругою 10 кВ виконується за допомогою приводів типу ПР-10, ПРЗ, ПРН-10м та інших.

3. 4. Умови вибору вимикачів навантаження та роз'єднувачів.

1. За номінальною напругою

$$U_{an} \geq U_n ;$$

2. За номінальним струмом

$$I_a \geq I_{p \max} = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3}U_n};$$

3. Електродинамічна стійкість

$$i_{\max an} \geq i_y^{(3)} \text{ (розрах. величина), кА}$$

$$i_y = \kappa_y \sqrt{2} I_{\max}^{(3)}, \text{кА.}$$

4. Термічна стійкість при протіканні аварійних струмів

$$[I_{\kappa.з. \max}]^2 \cdot t_{\text{фік}} \geq [I_{\text{роз}}^{(3)}]^2 \cdot t_{\text{прив.}}, \text{кА}^2 \cdot \text{с.}$$

$$\text{або } I_{\kappa.з.} \cdot t_{\text{станд}} > I_{\kappa.з.}^{(3)} t_{\text{р. зах}}, \text{кАс.}$$

IV. ПІДГОТОВКА ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Прочитайте розділ 3 “Пояснення до роботи”.

2. Зробіть креслення принципової електричної схеми проведення досліджень, рис. 5.

3. Прочитайте розділ IV. 2. “Послідовність випробування ізоляції роз’єднувача випробувальною напругою”

4. Підготуйте таблиці 1-2, форма яких приводиться, для занесення даних.

5. Ознайомтесь з вимогами таблиць ПУЕ-2009, стор. 463, табл. 4.2.1 і табл. 4.2.3 стор. 476, а также табл. 1.8.15, стор.128.

У. ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

5. 1. Послідовність проведення вимірювань найменших ізоляційних відстаней роз'єднувачів та вимикачів навантаження.

1. На робочому місці запишіть паспортні дані. Знайдіть деталі вимикача навантаження, згідно пункту Ш. 2.

2. На 1-ому робочому місці «Вимикач навантаження» проведіть вимірювання найменших ізоляційних відстаней вимикача навантаження: фаза-фаза (Аф-ф), фаза-земля (Аф-з), відстані між рухомим і нерухомими контактом, відстань «Ж». Відстань (Аф-ф) заміряйте у ввімкненому стані вимикача. Дані вимірів запишіть у таблицю 1.

Таблиця 1 - Найменші відстані (мм), від струмопровідних частин до різних елементів апаратів напругою 10 кВ

Позначення	Вимикач навантаження типу		Роз'єднувач типу	
	За ПУЕ 2009, мм	Виміряні відстані, мм	За ПУЕ 2009, мм	Виміряні відстані, мм
Аф-ф	130		220	
Аф-з	120		200	
«Ж»	150		240	

3. Зробіть ескіз нерухомого робочого і дугогасного контактів одного полюса вимикача навантаження.

4. На робочому місці «Роз'єднувач» за допомогою ізолюючої штанги з заземлюючим провідником шляхом дотику до високовольних виводів трансформатора напруги НОМ-35 та до корпусу трансформатора зніміть залишковий потенціал. Знай-

дять деталі роз'єднувача згідно пункту 3.3. і запишіть його паспортні дані.

5. Зробіть ескіз рухомого контакту одного полюса роз'єднувача.

6. Проведіть вимірювання найменших ізоляційних відстаней роз'єднувача аналогічно пункту (2): Аф-ф, Аф-з, “Ж”.

Дані вимірів запишіть у таблицю 1.

7. Зробіть висновки після вимірювань.

5. 2. Послідовність випробування ізоляції роз'єднувача підвищеною напругою промислової частоти згідно вимог ПУЕ-2017 схемою рис. 5.

1. Запишіть паспортні дані приладів та обладнання, що використовуються в лабораторній установці випробування ізоляції, рис. 5. Визначте тип ізоляції і величину випробувальної напруги згідно таблиці 1.8.15., ПУЕ-2017, стор.128.

2. Точки А і Б (рис. 5) виходу трансформатора НОМ-35, клему рами роз'єднувача і клему рухомого контакту (ножа) з'єднайте провідниками. Зібрану схему дослідження дайте перевірити керівникові робіт і отримайте дозвіл на проведення дослідіду.

3. Після отримання у керівника дозволу на проведення випробувань всі люди повинні вийти за огорожу місця проведення дослідіду, закрийте двері огорожі і поставте защіпку, що дозволить встановити блокіровку, контакти БК1 і БК2 - замкнуться (рис. 5).

4. На лабораторному стенді перевірте та встановіть регулятор напруги TV1 (ЛАТР) в нульове положення. Визначте ціну поділок вольтметра, амперметра і ватметра (струм ватметра 5А). Знаючи, що коефіцієнт трансформації трансформаторів напруги, з'єднаних послідовно-паралельно дорівнює $2n_{HT} = 700$ визначте

для шкали вольтметра PV величину випробувальної напруги ізоляції, згідно напруги 10 кВ і таблиці 1.8.15 ПУЕ 2017.

5. Отримайте у керівника робіт дозвіл на проведення досліджень.

6. Після отримання дозволу ввімкніть послідовно вимикачі SA1 і SA2 , які встановлені на стіні лабораторії.

Ввімкніть кнопкою „пуск” магнітний пускач КМ. Загориться сигнальна лампочка НЛ.

7. Повільно підвищуйте напругу.

Встановіть величину випробувальної напруги (див. п. 5) і зробіть витримку часу на одну хвилину.

Якщо ізоляція витримала випробувальну напругу, то перевіряється сухорозрядна напруга, за якої наступить іскровий розряд по поверхні ізолятора. При повному перекритті установка вимикається за допомогою реле струму КА1 і розмикання контактів реле КА1.1 в колі котушки магнітного пускача КМ.

При виконанні цього досліді один із членів бригади повинен стежити за тим, в якому місці буде відбуватись перекриття ізолятора, для того щоб потім заміряти цю відстань пробую і записати в таблицю 2.

Показання вольтметра напруги при пробую теж записується в таблицю 2.

8. Регулятор напруги TV1 поставте в нульове положення. Вимкніть автоматичний вимикач SA1.

Відчиніть двері огорожі дослідної установки.

За допомогою ізоляційної штанги з заземленим провідником зніміть залишковий потенціал з корпусу трансформаторів напруги НОМ-35 і його високовольтних виводів.

Від'єднайте з'єднувальні провідники від корпусу (рами) і рухомого контакту роз'єднувача.

Приєднайте з'єднувальні провідники до рухомого і нерухомого контактів одної фази роз'єднувача, наприклад, фази В. Ножі роз'єднувача повинні бути в положенні „вимкнено”. Дайте перевірити зібрану схему керівникові робіт і отримайте дозвіл на проведення випробувань.

Після отримання дозволу вийдіть за межі майданчика лабораторних високовольтних досліджень, закрийте двері огорожі.

Вімкніть автоматичний вимикач SA1, SA2 і лабораторну установку.

Як і при проведенні досліду п. 7 один із членів бригади веде спостереження за місцем пробую ізоляційної повітряної відстані „Ж” між рухомим і нерухомим контактами роз'єднувача.

За допомогою регулятора напруги TV1 повільно підвищуйте напругу до пробую ізоляційної повітряної відстані. Напругу пробую зафіксуйте за допомогою вольтметра, показання якого запишіть в таблицю 2.

9. Після пробую і вимкнення установки, регулятор напруги поставте в нульове положення. Вімкніть вимикачі SA1 та SA2. Відкрийте двері огорожі.

За допомогою ізолюючої штанги з заземлюючим провідником зніміть залишковий потенціал з корпусу трансформаторів напруги.

Від'єднайте провідники А і Б від з'єднувальних дротів TV2-3. Заміряйте відстань пробую і запишіть.

Здайте робоче місце керівникові робіт.

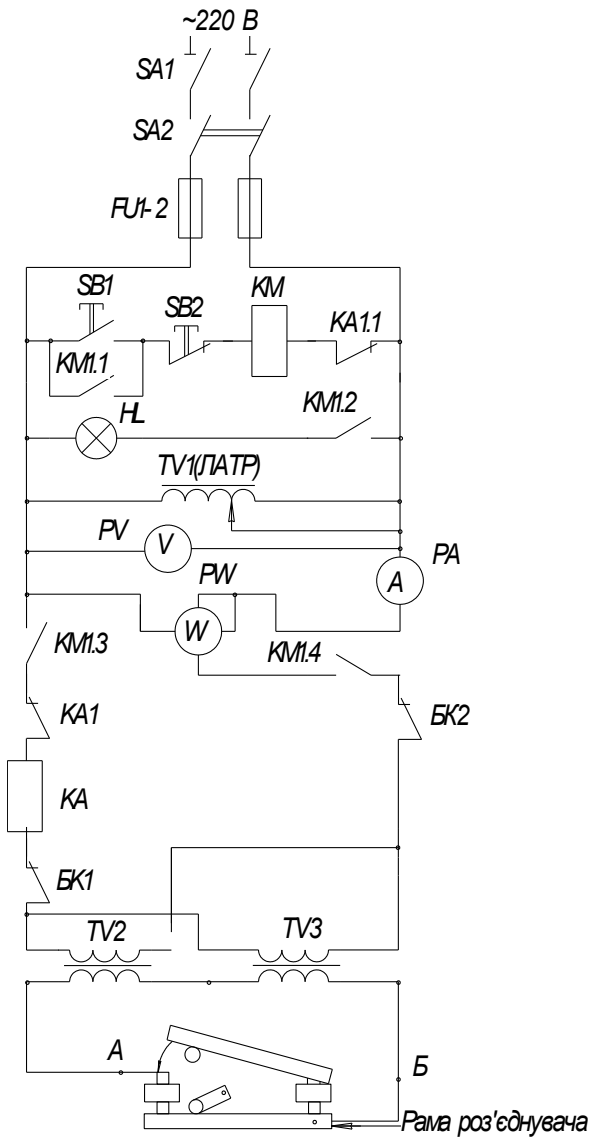


Рисунок 5 - Принципова електрична схема випробування ізоляції роз'єднувача РЛН.

Таблиця 2 - Відомості про випробувальні напруги ізоляції роз'єднувача типу РЛН-10 та ізоляційні повітряні відстані.

Початкова інформація	Випробувальна напруга, кВ	Випробувальна сухорозрядна напруга, кВ	
		фаза-ізолятор (корпус)	між розімкнутими контактами роз'єднувача
ПУЕ 2017 табл.1.8.15.		-	-
Дослід:		$U_{пр} =$ кВ	$U_{пр} =$ кВ
Відстань пробою, см	-	$L_{пр} =$ см	$L_{пр} =$ см
Розрахунок за формулою(1)	-	$U_{пр p} =$ кВ	$U_{пр} =$ кВ
Розрахунок за формулою (3)	-	$U^I_{пр p} =$ кВ	$U^I_{пр p} =$ кВ

10. Після пробою і вимкнення установки, регулятор напруги поставте в нульове положення. Вимкніть вимикачі SA1 та SA2. Відкрийте двері огорожі. За допомогою ізолюючої штанги з заземлюючим провідником зніміть залишковий потенціал з корпусу трансформаторів напруги.

Від'єднайте провідники А і Б від з'єднувальних дротів TV2-3. Заміряйте відстань пробою і запишіть. Здайте робоче місце керівникові робіт.

11. Проведіть розрахунки пробивної напруги. Для однорідного (формула 1) і неоднорідного (формули 2, 3) електричного поля і запишіть результати розрахунку в таблицю 2.

Однорідним називається електричне поле напруженість якого у всіх точках однакова і створюється між контактами: площина-площина, куля-куля та інші.

Напруга пробую повітряної ізоляційної відстані для однорідного електричного поля визначається за формулою [5]:

$$U_{np} = 24,5\delta L + 6,4\sqrt{\delta L} \quad (1)$$

Неоднорідне поле створюється між контактами: вістря-вістря; вістря-площина.

Напруга пробую ізоляційної повітряної відстані визначається за формулою [6] при відстані в межах 8...10 см і більше

$$U_{np} = \sqrt{2\delta(7 + 3,36L)} \quad (2)$$

або за наближеною формулою [7] при відстані більше 10 см:

$$U_{np} = 10 + 3,5L \quad (3)$$

де L - ізоляційна повітряна відстань, см;

δ - відносна щільність повітря, яка визначається за формулою:

$$\delta = 0,386 \frac{P}{273 + t}, \quad (4)$$

де P - атмосферний тиск, мм.рт.ст.;

t - температура навколишнього середовища, $^{\circ}\text{C}$.

При $P=760$ мм.рт. ст. і $t=20^{\circ}\text{C}$, $\delta = 1$.

12. Зробіть висновки по роботі.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ.

1. Призначення роз'єднувачів та вимикачів навантаження.
2. Будова вимикача навантаження. Поясніть процес гасіння дуги при вимкненні електричного кола зі струмом навантаження.
3. Поясніть конструкцію контактів роз'єднувача і вимикача навантаження. Відмітьте переваги і недоліки контактних систем.
4. Від яких параметрів залежить напруга пробоя повітряних ізоляційних проміжків та по поверхні ізоляторів зовнішньої і внутрішньої установки апаратів?
5. Заходи техніки безпеки при виконанні лабораторних випробувань ізоляції високою напругою.
6. Що значить: випробувальна напруга промислової частоти сухорозрядна і мокророзрядна?
7. Принцип роботи віддільника з короткозамикачем.

ЛІТЕРАТУРА.

1. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видавництво «Форт», 2017. - 760 с.
2. Будзко И. А. Электроснабжение сельского хозяйства / И. А. Будзко, Т. Б. Лещинская, В. И. Сукманов. — Москва : Колос, 2000. — 536 с. : ил.
3. Афонин В. В. Силовые коммутационные аппараты : учебное пособие / В. В. Афонин, К. А. Набатов, Ж. А. Зарандия. — Тамбов : ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. — 100 с. — 100 экз.
4. Козирський В. В. Електропостачання агропромислового комплексу / В. В. Козирський, В. В. Каплун, С. М. Волошин. — Київ: Аграрна освіта, 2011. — 448 с.
5. Базуткин В. В. Техника высоких напряжений. Изоляция и перенапряжения в электрических системах : учеб. для ВУЗов / В. В. Базуткин и др. — Москва : Энергоатомиздат, 1986. — 464 с.

Навчальне видання

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Методичні вказівки

до виконання лабораторної роботи
«Вивчення, випробування та вибір вимикачів навантаження
та роз'єднувачів»

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

