

**Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**



**ДОСЛІДЖЕННЯ АПАРАТУРИ ЗАХИСТУ ЛЮДИНИ ТА ТЕХНІЧНИХ
ЗАСОБІВ В МЕРЕЖАХ ЗМІННОГО СТРУМУ НАПРУГОЮ ДО 1000 В ТА
ПЕРЕВІРКА ЇЇ НА ВІДПОВІДНІСТЬ СТАНДАРТАМ БЕЗПЕКИ**

**Методичні рекомендації
до виконання лабораторної роботи**

Дніпро
2017

**Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**



**ГІРНИЧИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра аерології та охорони праці**

**ДОСЛІДЖЕННЯ АПАРАТУРИ ЗАХИСТУ ЛЮДИНИ ТА ТЕХНІЧНИХ
ЗАСОБІВ В МЕРЕЖАХ ЗМІННОГО СТРУМУ НАПРУГОЮ ДО 1000 ТА
ПЕРЕВІРКА ЇЇ НА ВІДПОВІДНІСТЬ СТАНДАРТАМ БЕЗПЕКИ**

**методичні рекомендації
до виконання лабораторної роботи:
для студентів всіх спеціальностей**

Дніпро
2017

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Дослідження апаратури захисту людини та технічних засобів у мережах змінного струму напругою до 1000 В та перевірка її на відповідність стандартам безпеки» для студентів інституту електроенергетики / Уклад. В.І. Голінько, В.Ю. Фрундін, Н.А. Іконнікова, Ю.І. Чеберячко, М.Ю. Іконніков, В.Г. Марченко; Міністерство освіти та науки України, Нац. гірн. ун-т. Дніпро: НГУ, 2017. – 21 с.

Укладачі:

В.І. Голінько, доктор техн. наук, професор,
В.Ю. Фрундін, кандидат техн. наук, доцент,
Н.А. Іконнікова, кандидат техн. наук, доцент,
Ю.І. Чеберячко, кандидат техн. наук, доцент,
М.Ю. Іконніков, кандидат техн. наук, доцент,
В.Г. Марченко, асистент.

Затверджено методичною комісією з напрямку 6.050701 „Електротехніка та електротехнології“ (протокол №4 від 05.12.2017 р.) за поданням кафедри АОП (протокол №1 від 07.11.2017 р.).

Подано методичні рекомендації щодо виконання роботи «Дослідження апаратури захисту людини та технічних засобів у мережах змінного струму напругою до 1000 В та перевірка її на відповідність стандартам безпеки». Наведено порядок проведення роботи, перелік контрольних питань та перелік літератури. Призначена для студентів інституту електроенергетики.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри АОП В.І. Голінько,
д-р техн. наук, проф.

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ РОБОТИ

Мета роботи – дослідження засобів захисного відключення та контролю напруги в мережах напругою 220 В; оцінка роботи пристрою захисного відключення, керованого диференціальним струмом (ПЗВ-Д), при зміні опору ізоляції мережі та при дотику людини до струмоведучої частини електроустановки й реле контролю напруги (РКН) при коливанні напруги в електричній мережі.

У результаті виконання роботи студенту необхідно знати й уміти:

- принцип дії й види ПЗВ-Д;
- зібрати електричну схему моделі для дослідження ПЗВ-Д та РКН;
- виміряти величину струму спрацьовування ПЗВ-Д при зниженні опору ізоляції електроустановки а також при включенні людини в ланцюг струму;
- установити пороги спрацьовування реле контролю напруги РКН;

2. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

В Україні, від ураження електричним струмом, щорічного гине більше 1000 чоловік(з них 300 дітей). Захист життя людей, їхнього майна є завданням першорядної важливості. Безпека при експлуатації електроустановок досягається застосуванням комплексу захисних заходів, викладених у розділі 2.8 «Захисні заходи безпеки» НПАОП 0.00-1.32-011 (затверджені наказом Міністерства праці та соціальної політики України 21.06.2001 р. №272) - доповнення до Правил улаштування електроустановок (ПУЕ).

Одним з ефективних заходів підвищення електробезпечності є застосування пристроїв захисного відключення ПЗВ-Д, які на практиці дозволили зменшити або суттєво понизити випадки смертельного електротравматизму, що й підтверджується статистикою практичного використання цих приладів у різних країнах. Наприклад, в Австрії (населення приблизно 7,5 млн.чол) в 1950 р. було смертельно травмовано електричним струмом близько 100 чоловік, а в 1990р. - 20 чоловік, причому в електроустановках до 1000В - 4 чоловіка. Аналогічні дані й по інших розвинених країнах - число випадків смертельного електротравматизму на мільйон населення: Франція - 2,2; Німеччина - 1,9; Японія - 0,55; США - 2,85, Швеція 0,59. Такі показники електротравматизму в значній мірі обумовлені масовим впровадженням ПЗВ-Д, збільшенням використання ізоляційних матеріалів, включаючи трубопроводи, а також дисциплінованістю населення.

В останні роки ПЗВ-Д повноправний елемент електрозахисту й у нашій країні. Витрати на встановлення ПЗВ-Д неспівставно менші можливого збитку - загибелі людей, виникнення пожеж, що трапилися із-за несправностей в електроустановках і електропроводці. ПЗВ-Д забезпечує захист людей від ураження струмом при прямому й непрямому дотику, а також знижують пожежну безпеку електроустановок. У випадку безпосереднього дотику до струмоведучих частин застосування ПЗВ-Д є єдиним способом захисту людини від ураження струмом

В Україні і в країнах СНД при нарузі мережі до 1000 В найпоширенішою є система TN. У цих мережах корпус електроустановки, що при замиканні на

нього фази може виявитися під напругою, повинен приєднуватися до заземленої нейтралі джерела живлення. Безпека в цій системі забезпечується швидким відключенням ушкодженої установки максимальним струмовим захистом, тому що установка автоматично переводиться в режим однофазного короткого замикання. При цьому найпоширеніші різновиди системи TN є система TN-C. У цій системі нульовий провідник N і нульовий захисний PE провідники об'єднані в один провідник PEN. Якщо є потреба застосування ПЗВ-Д для захисту електроприймачів, що живляться від системи TN-С, захисний провідник PE електроприймачів повинен бути підключений до PEN провідника перед апаратом ПЗВ-Д.

Більше сучасною і безпечною є мережа системи TN-C-S або TN-S, де використовується окремі нульовий робочий N та нульовий захисний PE провідники. Вони мають прокладатися роздільно і їхнє з'єднання після точки розділу неприпустимо.

Важливою проблемою, особливо при експлуатації електроустановок у житлових будинках, є значні коливання напруги в мережі живлення (у приватному секторі напруга живлення може бути нижче 140 В, а в багатоповерхових будинках крім того за рахунок нерівномірного навантаження за фазами і поганій якості мережі можуть бути напруги більше номінального - 250 - 260 В.) Із-за незадовільного стану електричних мереж досить часто відбуваються замикання в лініях і при замиканні між фазним та нульовим провідниками в будинки чи квартири надходить уже не фазна, а лінійна напруга 380В. Для виключення негативних явищ від цього фактору додатково до ПЗВ-Д необхідно встановлювати апаратуру контролю напруги, що відключала б живлення будинку чи квартири при коливаннях напруги мережі за встановлені межі.

3. ПРИНЦИП ДІЇ ПЗВ-Д

ПЗВ-Д являє собою швидкодіючий захисний вимикач, що реагує на диференціальний (різницевий) струм у провідниках, що живлять електроустановку.

Принцип дії ПЗВ-Д заснований на застосуванні електромагнітно-векторного суматора струмів - диференціального трансформатора струму (рис. 3.1).

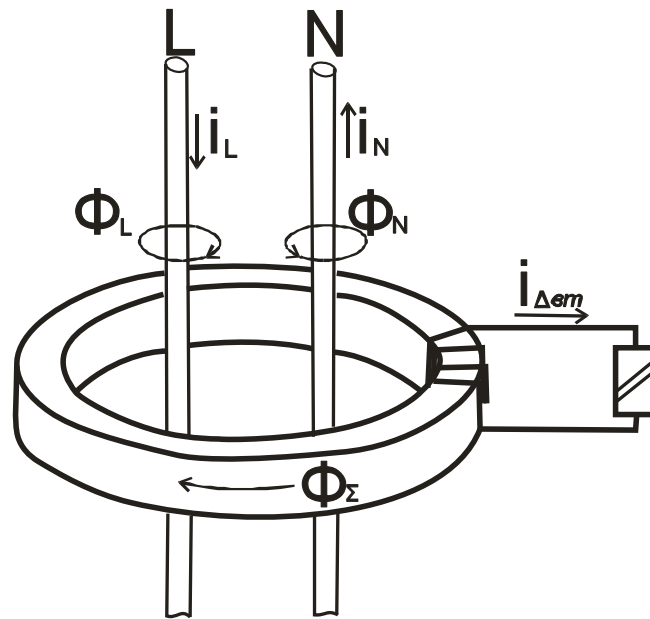


Рис. 3.1. Принцип дії диференціального трансформатора струму

Сумарний магнітний потік у сердечнику Φ_{Σ} , пропорційний різниці струмів у провідниках, що є первинними обмотками трансформатора, i_N та i_L наводить у вторинній обмотці трансформатора струму відповідну електрорушійну силу (ЕРС), під дією якої в ланцюзі вторинної обмотки протікає струм $i_{\Delta BT}$.

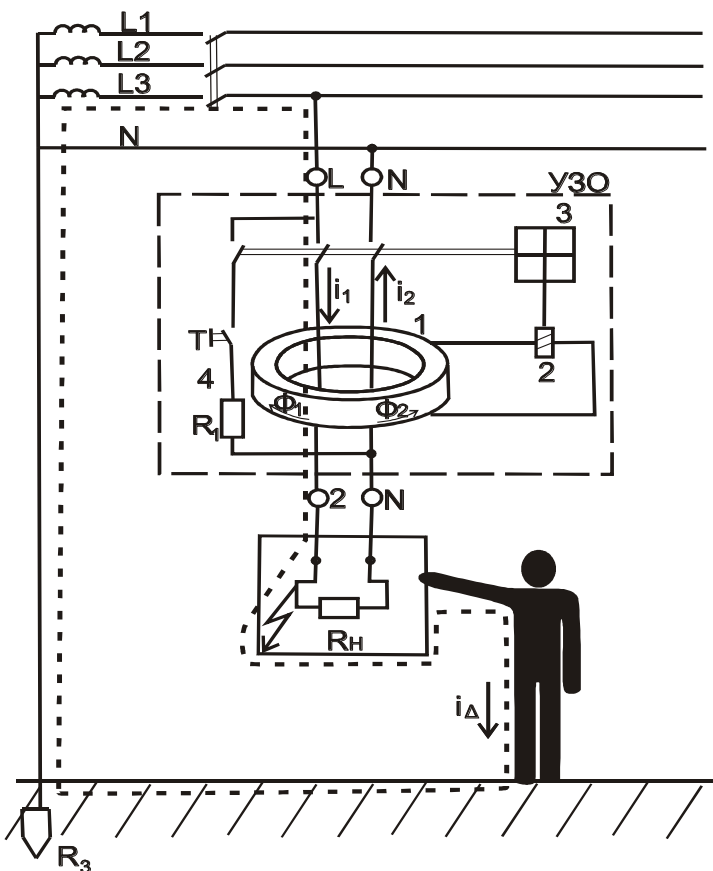


Рис. 3.2. Функціональна схема ПЗВ-Д

Слід зазначити, що до магнітного сердечника трансформатора струму електромеханічного ПЗВ пред'являються надзвичайно високі вимоги щодо якості - висока чутливість, лінійність характеристики намагнічування, температурна й часова стабільність і т.д. Із цієї причини для виготовлення сердечників трансформаторів струму, які застосовуються при виробництві ПЗВ, використовується спеціальне високоякісне аморфне (некристалічне) залізо.

Основні функціональні блоки ПЗВ-Д представлені на рис. 3.2. Найважливішим функціональним блоком ПЗВ-Д є диференціальний трансформатор струму 1.

Пусковий орган (пороговий елемент) 2 виконується, як правило, на чутливих магнітоелектричних реле прямої дії або електронних компонентах. Виконавчий механізм 3 містить силову контактну групу з механізмом приводу.

У нормальному режимі, при відсутності диференціального струму - струму витоку, у силовому ланцюзі по провідниках, що проходять крізь вікно магнітопроводу трансформатора струму 1 протікає робочий струм навантаження. Провідники, що проходять крізь вікно магнітопроводу, утворюють зустрічно включені первинні обмотки диференціального трансформатора струму.

Якщо позначити струм, що протікає в напрямку до навантаження, як I_1 , а від навантаження як I_2 , то можна записати рівність:

$$I_1 = I_2$$

Рівні струми в зустрічно включених обмотках наводять у магнітному сердечнику трансформатора струму рівні, але векторно зустрічно спрямовані магнітні потоки Φ_1 і Φ_2 .

Результуючий магнітний потік дорівнює нулю, струм у вторинній обмотці диференціального трансформатора також дорівнює нулю.

Пусковий орган 2 перебуває в цьому випадку в стані спокою. При дотику людини до відкритих струмопровідних частин або до корпусу електроприймача, в якому виник пробій ізоляції, по фазному провіднику через ПЗВ крім струму навантаження I_1 , протікає додатковий струм — струм витоку (I_Δ), що є для трансформатора струму диференціальним (різницевим).

Нерівність струмів у первинних обмотках викликає розбаланс магнітних потоків і, як наслідок, виникнення у вторинній обмотці диференціального трансформатора струму.

Якщо цей струм перевищує значення уставки порогового елемента пускового органу 2, останній спрацьовує й впливає на виконавчий механізм 3. Виконавчий механізм, що звичайно складається із пружинного приводу, спускового механізму й групи силових контактів, розмикає електричне коло. У результаті електроустановка, що захищається ПЗВ, знеструмлюється.

Для здійснення періодичного контролю справності (працездатності) ПЗВ-Д передбачений ланцюг тестування 4. При натисканні кнопки "Тест" штучно створюється диференціальний струм, що відключає електроустановку. Спрацьовування ПЗВ означає, що воно є справним.

4. ВИДИ ПЗВ

За технічним виконанням існують різні види ПЗВ. Нижче наведена класифікація видів ПЗВ.

За призначенням:

ПЗВ без вбудованого захисту від надструмів;

ПЗВ з вбудованим захистом від надструмів.

За способом керування:

ПЗВ, що функціонально не залежать від напруги;

ПЗВ, що функціонально залежать від напруги.

Останні у свою чергу, поділяються на:

- пристрої, що автоматично розмикають силові контакти при зникненні напруги з витримкою часу або без неї. При відновленні напруги одні моделі цих пристроїв автоматично повторно замикають контакти свого головного ланцюга, інші залишаються у відключеному стані;

- пристрої, що не розмикають силові контакти при зникненні напруги. Є також два варіанти виконання пристроїв цієї групи. В одному варіанті при зникненні напруги пристрій не розмикає свої контакти, але зберігає здатність розімкнути силовий ланцюг при виникненні диференціального струму. У другому варіанті, при відсутності напруги, пристрої нездатні зробити відключення при виникненні диференціального струму.

За способом установалення:

ПЗВ, які застосовуються для стаціонарного устаткування при нерухливій електропроводці;

ПЗВ, які використовуються для рухомої установки (переносного типу) і шнурового приєднання.

За числом полюсів і струмових шляхів:

двохполюсні із двома захищеними полюсами;

чотирьохполюсні із чотирма захищеними полюсами.

За умовами регулювання диференціального струму, що відключає:

ПЗВ з одним значенням номінального диференціального струму, що відключає;

ПЗВ з декількома фіксованими значеннями диференціального струму, що відключає;

За умовами функціонування при наявності складової постійного струму:

ПЗВ типу АС, що реагують лише на синусоїдальний змінний диференціальний струм;

ПЗВ типу А, що реагують як на синусоїдальний змінний диференціальний струм, так і на пульсуючий постійний диференціальний струм.

За наявністю затримки за часом:

ПЗВ без витримки часу - тип загального застосування;

ПЗВ з витримкою часу - тип Б (селективний).

За способом захисту від зовнішніх впливів:

ПЗВ захищеного виконання, що не вимагають для своєї експлуатації захисної оболонки;

ПЗВ незахищеного виконання, для експлуатації яких необхідна захисна оболонка.

5. ОСНОВНІ НОРМОВАНІ ПАРАМЕТРИ ПЗВ-Д

Відповідно до стандартів нормуються наступні параметри:

номінальна напруга (U_H) $U_H = 220, 380$ В;

номінальний струм (I_H) - значення струму, який ПЗВ-Д може пропускати в режимі роботи $I_H = 6; 16; 25; 40; 63; 80; 100; 125$ А;

номінальний диференціальний струм, що відключає ($I_{\Delta n}$) – диференціальний струм який викликає відключення ПЗВ; $I_{\Delta n} = 0,006; 0,01; 0,03; 0,1; 0,3; 0,5A$;

номінальний диференціальний струм, що не відключає ($I_{\Delta n0}$) – струм, який не викликає відключення ПЗВ - $I_{\Delta n0} = 0,5 I_{\Delta n}$;

номінальний час відключення T_n - проміжний час між моментом раптового виникнення диференціального струму, що відключає, і моментом гасіння дуги на всіх полюсах.

Стандартні значення максимального значення часу відключення ПЗВ при диференціальному струмі рівному: $I_{\Delta n} - 0,3$ с; $2I_{\Delta n} - 0,15$ с; $5I_{\Delta n} - 0,04$ с.

У ПЗВ-Д, які нині випускаються промисловістю, час відключення при номінальному диференційному струмі досягає $T_n \leq 30$ мс.

6. РЕЛЕ КОНТРОЛЮ НАПРУГИ (РКН)

Промисловістю випускається ряд пристроїв для контролю напруги в мережі. Розглянемо роботу на прикладі однофазного реле РКН-1.

Реле РКН-1 призначено для контролю напруги в мережі 220 В та відключення навантаження при виході напруги за встановлені межі з наступним автоматичним включенням, якщо напруга відновиться до нормального значення. Зовнішній вигляд реле РКН-1 представлений на рис. 6.1.

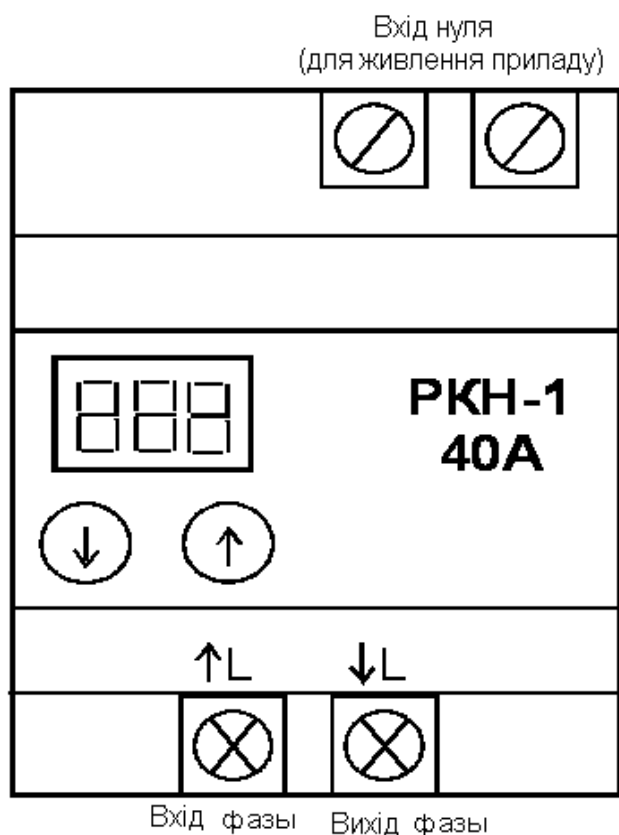




Рис. 6.1. Зовнішній вигляд реле РКН-1



Технічні характеристики реле РКН - 1 :

робоча напруга 50-400 В;
максимальний струм навантаження 6;16;30;40;63А;
нижня межа спрацьовування 120 – 200 В;
верхня межа спрацьовування 210 - 280 В;
час відключення за нижньою межею 800 мс;
час відключення за верхньою межею 20 мс;
час затримки включення регульоване 5- 600 с;
погрішність вольтметра 0,5% .



Всі параметри настроювання зберігаються в енергонезалежній пам'яті.

Встановлення нижньої межі відключення:

коротким натисканням кнопки  переглянути встановлену нижню межу відключення (при втриманні кнопки  більше 2 с реле ввійде в режим установки нижньої межі);





кнопками  або  встановити необхідне значення (через 5 с реле автоматично вийде з режиму, а для швидкого виходу варто натиснути одночасно обидві кнопки).

Установка верхньої межі відключення:

коротким натисканням кнопки  переглянути встановлену межу (при втриманні кнопки  більше 2 с. реле ввійде в режим установки нижньої межі);

для установки верхньої межі виконати операції аналогічні описаному при установці нижньої межі.

Установка затримки включення:

коротким натисканням одночасно кнопок  та  переглянути встановлений час затримки (при одночасному втриманні кнопок  і  більше 2 с реле ввійде в режим встановлення затримки включення);

кнопками  або  встановити необхідне значення.

Вихід з режиму відбувається також автоматично.

7. СХЕМА ЗАХИСТУ ЛЮДИНИ ТА АПАРАТУРИ

В системі TN- С (рис.7.1) нейтраль джерела живлення приєднана до заземлювального пристрою, перехідний опір якого r_0 не перевищує 4,0 Ом, а корпуси електроустановок, які в аварійному режимі можуть виявитися під напругою, приєднані до нейтралі джерела живлення за допомогою PEN - провідника, що об'єднує функції нульового захисного PE і нульового робочого N-провідників. Для захисту на вході в квартиру після лічильника встановлено ПЗВ, яке спільно з автоматичним вимикачем представляє єдиний апарат (диференційний автоматичний вимикач - АЗВ). Спрацьовування ПЗВ при зниженні основної ізоляції не відбудеться, тому що струм витоку в PE- провіднику буде складатися з робочим струмом в N-провіднику і сумарний струм в PEN-провіднику буде дорівнює струму у фазному провіднику, то диференційний струм буде дорівнює ну-

лю. Відключення електроустановки в цьому випадку відбудеться тільки при порушенні основної ізоляції (переходу електроустановки в режим однофазного короткого замикання) автоматичним вимикачем, а спрацьовування ПЗВ відбудеться тільки при появі диференціального струму, а саме при прямому дотику людини до струмоведучих частини або непрямому дотику до корпусу при появі на ньому напруги, пов'язаної зі зниженням опору основної ізоляції або не спрацьовуванням автоматичного вимикача при глухому замиканні на корпус.

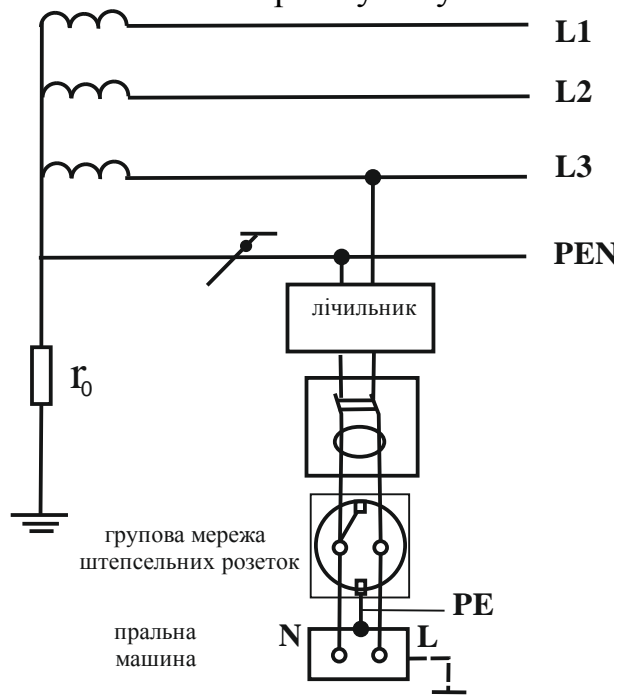


Рис. 7.1. Система TN- С з приєднанням корпусу електроустановки до нейтралі джерела живлення через вивід в розетки

Помилкові спрацьовування ПЗВ-Д, як видно з рис. 7.1, будуть при появі контакту корпусу електроустановки з землею. У цьому випадку частина струму навантаження може повертатися до джерела живлення через землю, що призведе до появи диференціального струму.

Більшість квартир житлового фонду України живляться по системі TN-C, а підключення електроприймачів здійснюється за допомогою розеток без додаткового затиску для виконання підключення корпусу до PEN-провідника. ПЗВ-Д в цьому випадку є єдиним засобом для забезпечення захисту від прямого та опосередкованого дотику.

З викладеного вище можна зробити висновок, що заборона застосування ПЗВ-Д в системі TN-C не обґрунтована, а смертельний травматизм в мережах до 1000 В не буде зменшуватися, оскільки мережі напругою 380/220 В в Україні виконані в основному за схемою TN- С.

Рішення про встановлення ПЗВ-Д слід приймати в кожному випадку після перевірки стану електропроводки та електрообладнання, при цьому не допускається приєднання PEN-провідника до будь-якого заземлювача за місцем установки ПЗВ-Д, що актуально і для систем TN-S і TN-C-S.

Розглянемо, чи забезпечують безпеку людини системи TN-S, TN-C-S із застосуванням пристроїв захисного відключення диференціального типу (рис.7.2).

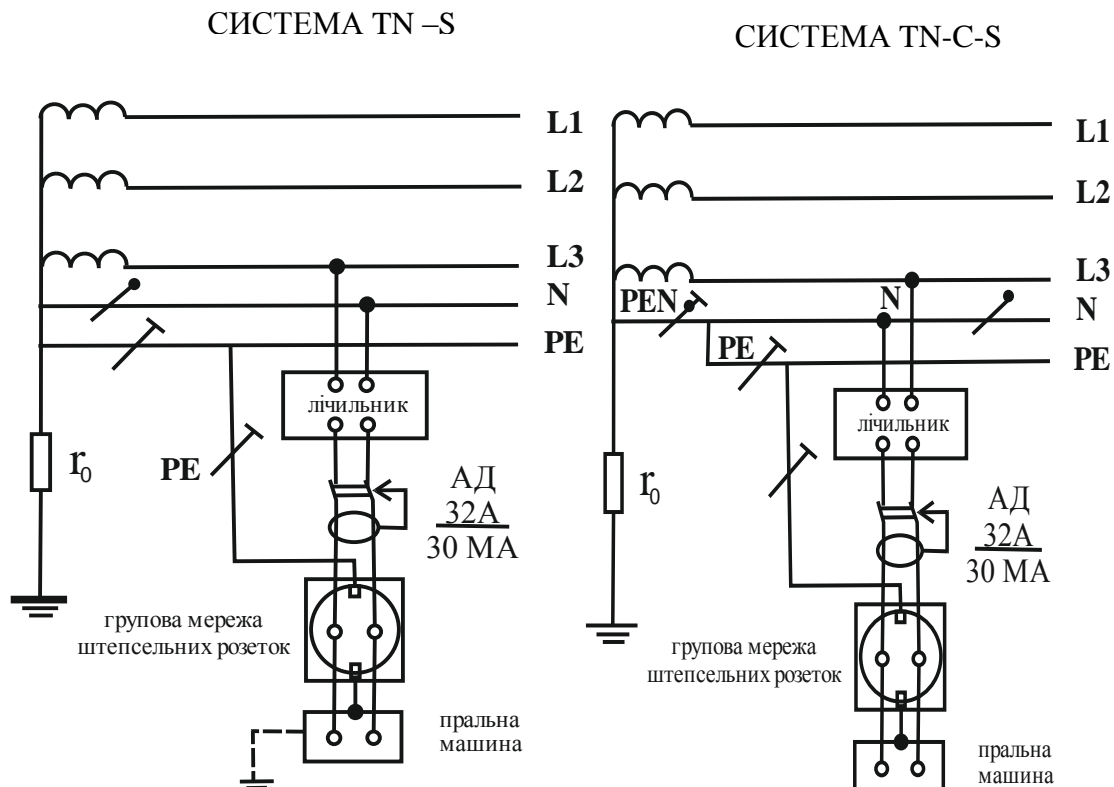


Рис. 7.2 Застосування ПЗВ-Д в квартирах або житлових будинках

Мережа TN-CS відрізняється від TN-S тим, що зазвичай в початковій частині мережі робочий N і захисний PE провідники суміщені (від трансформаторної підстанції прокладається в житловий будинок чотирьохжильний кабель), а по поверхах і в квартирах ці провідники виконуються роздільно.

Досвід експлуатації показує, що через поганий стан електричних мереж особливо PEN-провідника і низької кваліфікації обслуговуючого персоналу велими часто відбуваються короткі замикання в поверхових розподільних щитках між фазним і PEN-провідником у системі TN-C. В результаті корпуси електроприймачів, що приєднані до PEN-провідника в системі TN-C, до спрацювання захисту від надструмів, знаходяться під фазною напругою до тих пір, поки не відбудеться коротке замикання від перенапруги в електроустановці і не спрацює максимальний струмовий захист. Якщо максимальний струмовий захист забезпечується однополюсним автоматичним вимикачем, то після його відключення корпуси електроприймачів залишаються під фазною напругою і дотик до них також небезпечний, як і до струмоведучих частини. Аналогічна картина буде і при електропостачанні по системі TN-C-S. При замиканні в поверховому розподільчому щитку припустимо між фазою L2 і PEN-провідником (до його поділу на два провідника) і перегоранням останнього до спрацювання ввідного автоматичного вимикача в усі квартири поверху, що живляться від фаз

L1 і L3, буде подано лінійна напруга, а корпуси електроприймачів опиняться під фазною напругою до тих пір, доки не буде відключений вхідний автомат.

При електропостачанні по системі TN-S ймовірність замикання між фазою і РЕ-провідником у поверховому розподільчому щитку значно менше, але також не може бути виключена повністю, особливо враховуючи випадки масового вигорання побутових електроприймачів в квартирах при подачі в них лінійної напруги 380 В від трансформаторних підстанцій (близько 800 квартир у м.Києві та більше 200 квартир у Одесі, сім 14-поверхових будинків у м. Вишневому Київської області).

Ці надзвичайні випадки обійшлися без людських жертв, через слабку грамотність населення з питань електробезпеки, тобто корпуси електроприймачів не були приєднані до PEN-провідника.

Серйозною проблемою в житлових будинках приватного сектора, дачних і садових будинках також є значні коливання напруги в мережі живлення (може бути нижче 140В), а в багатоповерхових будинках, через нерівномірне навантаження по фазах і незадовільного стану PEN-провідника можуть бути вельми часто напругу вище номінального 250-260 В.

Для виключення впливу цих факторів (подача лінійної напруги в квартиру і фазної напруги на корпуси електроприймачів, значні коливання напруги живлення) додатково до ПЗВ-Д необхідно встановлювати реле контролю напруги РКН спільно з контактором.

На рис. 7.3. дана схема електропостачання квартири житлового будинку в приватному секторі або дачного будинку

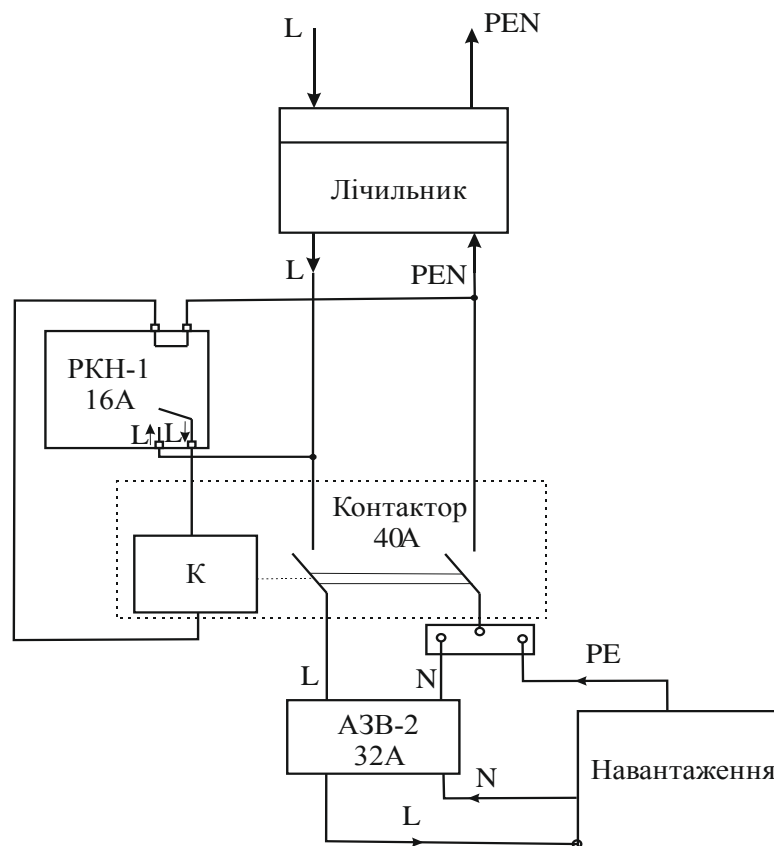


Рис. 7.3 Схема захисту квартири

Реле контролю напруги РКН відключає фазу при коливаннях напруги мережі за встановлені межі, але не відключає PEN або N-провідник. Для спільного розривання обох провідників після лічильника, що дозволено ДБН В. 2.5-27 (див. 4.2.2.8), встановлено контактор. На входні затиски контактора підключено реле РКН з мінімальним струмом комутації (16А), яке управляє тільки його катушкою К. Відключення лінії живлення відбудеться при будь-якому порушенні: відхиленні напруги за встановлені межі, подачі лінійної напруги або потенціал однієї і тієї ж фази по обох проводах, а також при обриві нульового провідника. Після контактора PEN-провідник розділяється на N і PE-провідники, а до фазного і нульового робочого N-провідникам підключається диференційний автомат. Якщо ж електропостачання квартири або житлового будинку здійснюється за двохпровідною схемою, то підключення споживачів після диференціального автомата слід виконувати за схемою, представленої на рис.7.1. При цьому захист при глухому замиканні на корпус при пошкодженні основної ізоляції здійснюється автоматичним вимикачем диференціального автомата, а при малих токах замикання, зниженні рівня ізоляції, дотику до струмоведучих частини-пристроєм захисного відключення.

При монтажі на рейці DIN35 мм диференційний вимикач слід розташовувати після РКН, щоб на його роботу не впливало електромагнітне поле контактора.

В даний час із зростанням енергооснащеності та впровадженням не тільки в офісах, а й побуті складної чутливої електронної техніки постала задача захисту від імпульсної перенапруги. В якості захисної бази для створення пристроїв захисту від імпульсної перенапруги (ПЗІП), як правило, використовують розрядники різних типів і оксидноцинкові варистори. ПЗІП це пристрій, який призначений для обмеження перехідних перенапружень, відведення імпульсів струму і містить, принаймні, один нелінійний елемент.

Найбільш складно схему захисту від імпульсної перенапруги реалізувати для об'єктів, які знаходяться на відкритому повітрі (села, дачні селища, які мають повітряні лінії електроживлення) Можливі прямі удари блискавки в об'єкт, проте найбільш частим є випадки вторинної дії при ударі блискавки в віддалені об'єкти (лінії електропередачі, підстанції і т.д.), при міжмарних розрядах.

Для захисту об'єктів від перенапруги, що виникає при стіканні струму блискавки на заземлюючий пристрій або при «приході» хвилі перенапруги по лінії живлення (в разі далекого удару блискавки), передбачена концепція триступеневої (тризонної) схеми включення захисних пристроїв (IEC-61643-12 / 2002) «Пристрої захисту від перенапруги для низьковольтних систем розподілу електроенергії. Частина 12. Вибір і принципи застосування». ПЗІП, в залежності від місця установки і здатності пропускати через себе різні імпульсні струми поділяються на класи I, II, III або B, C, D.

Пристрої класу I (B) призначені для захисту від прямих ударів блискавки об'єкта або ЛЕП і встановлюються на ввіді в будівлю або в головному розподільному щиті (ГРЩ) після ввідного автомата. Пристрої класу II призначені для захисту струморозподільчих мереж об'єкта від комутаційних перешкод або як

другий ступінь захисту при ударі блискавки і встановлюються в розподільні щити бажано перед груповими автоматами. Пристрої класу III (Д) призначені для захисту споживачів від залишкових кидків напруги, фільтрації високочастотних перешкод і встановлюються безпосередньо біля споживачів.

В цих методичних рекомендаціях розглянуті вимоги до установки ПЗІП класу III (Д) в системі електроживлення TN-C-S безпосередньо біля споживача (на вводі в квартиру, офіс, котедж).

В якості обмежувача імпульсної перенапруги прийнято ПЗІП III класу захисту типу ОПС1-Д

Коротка технічна характеристика ОПС1-Д:

- | | |
|--|-----------|
| -робоча напруга частотою 50 Гц | 230-250В; |
| -захисний рівень напруги U_p , не більше | 1,0 кВ; |
| - час реакції - не більше | 25нс. |

Монтаж обмежувача здійснюється на DIN-рейці, при цьому відстань від його бічних поверхонь до металевих частин щитка повинні бути не менше 5 мм, а до верхньої і нижньої поверхні не менше 20мм. У ланцюзі обмежувача з боку мережі живлення повинен бути встановлений автоматичний вимикач або запобіжник, відповідний навантаженню.

Основним принципом включення ПЗІП є зрівняння потенціалів між двома провідниками одним з яких, як правило, є фазний провідник, а іншим нульовий провідник. У разі виходу з ладу варістора можливе коротке замикання між провідниками, що може привести навіть до виникнення пожежі. У варісторних обмежувачах є тепловий захист (пристрої відключення при перегріванні варістора), який спрацьовує при старінні варістора, коли збільшується струм витoku, або перевищенні фактичного струму розряду через обмежувач над максимально допустимим. При цьому ПЗІП буде відключений від мережі, що захищається в результаті виділення великої кількості теплової енергії.

Більш серйозні наслідки можуть виникнути в разі перевищення діючої напруги в мережі над максимально допустимими, наведеними в ТУ для даного ПЗІП, що виникає при відгоранні нульового провідника і до навантаження замість 220В надходить 380В (див вище). При цьому варістор відкривається і через нього довго протікає струм, величина якого близька до току короткого замикання. З практики відомо, що пристрої теплового захисту не завжди спрацьовують в цих випадках, а ПЗІП на базі розрядника взагалі не мають теплового захисту. В результаті захисний пристрій, як правило, руйнується. Тому для захисту електроустановок і ПЗІП всіх типів від коротких замикань передбачають додатковий захист у вигляді запобіжників або автоматичних вимикачів.

Слід зазначити, що при відмові в установці захисту в ланцюзі ПЗІП, в разі виникнення короткого замикання в обмежувачі перенапруги, відбудеться спрацьовування ввідного автомата, і електроживлення споживача буде перервано до усунення несправності. Номінали загальних і індивідуальних захисних пристроїв слід приймати з урахуванням селективності їх спрацьовування.

Виходячи з того, що лічильники обліку спожитої електроенергії та вхідні автоматичні вимикачі встановлюють в даний час в поверхових щитках або в приватному секторі на стінах будинків у спеціальних закритих щитках, апар-

туру захисту слід встановлювати у ввідних квартирних щитках разом з РКН, контактором і ПЗО. При цьому ПЗП можна встановлювати на вводі (рис.7.4. а.) або після контактора (рис. 7.4.б). Другий варіант виключає включення варистора на напругу 380 В при аварійних ситуаціях.

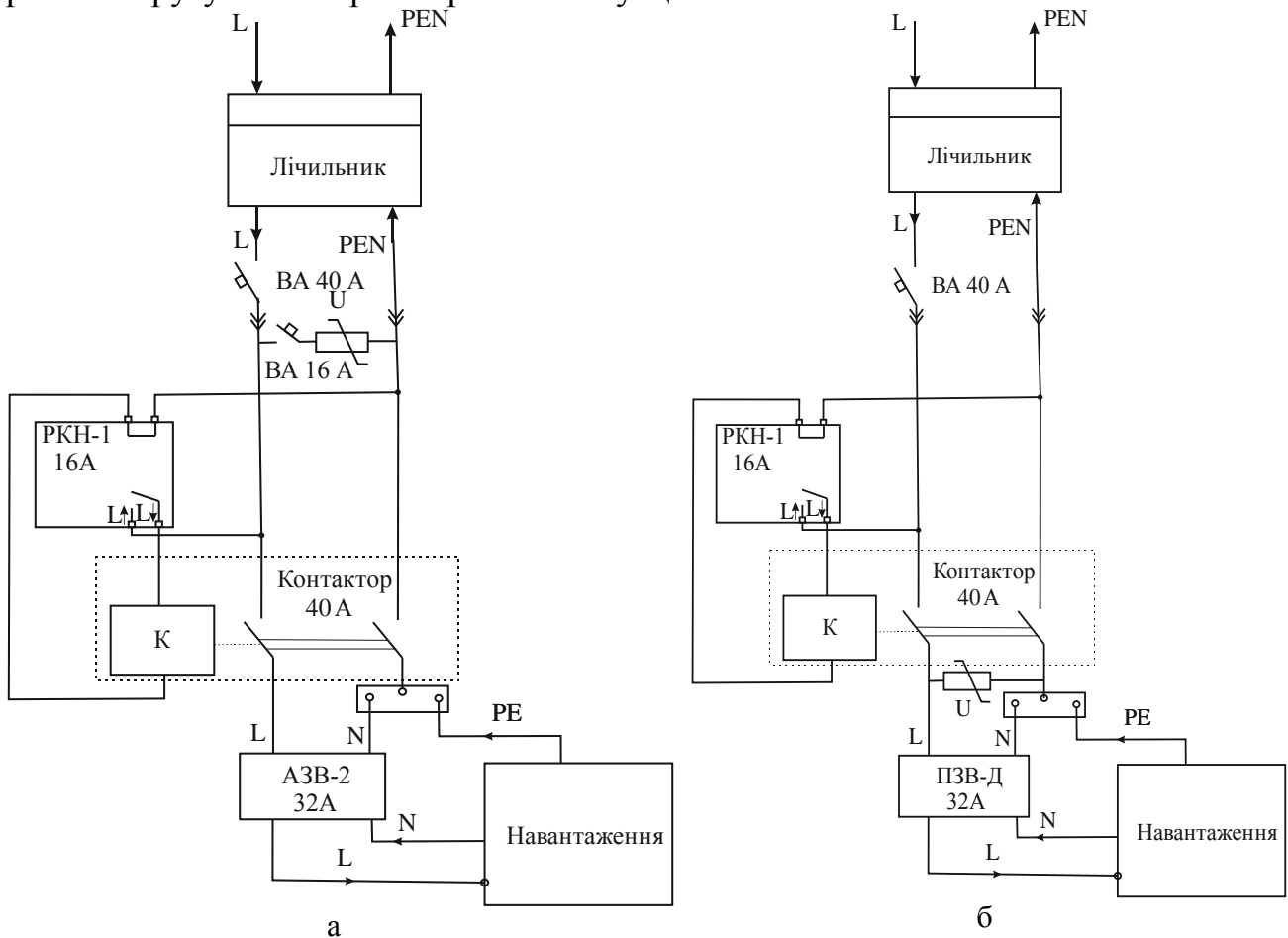


Рис. 7. 4 Схема захисту квартири с ПЗП

8. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Модель для досліджень апаратури захисту виконана у вигляді квартирно-го щитка (рис. 8.1), доповненого регулятором напруги для перевірки роботи реле РКН з контактором та магазином опорів для імітації зміни опору ізоляції електроустановки та прямого підключення людини до струмоведучої частини.



Рис. 8.1. Модель для досліджень апаратури захисту

Зібрати схему моделі у відповідності зі схемою (рис. 8.2) за допомогою гнучких провідників. Магазин опорів повинен перебувати в положенні максимального опору, а рухливий контакт автотрансформатора повинен бути в положенні відповідній напрузі 220 В.

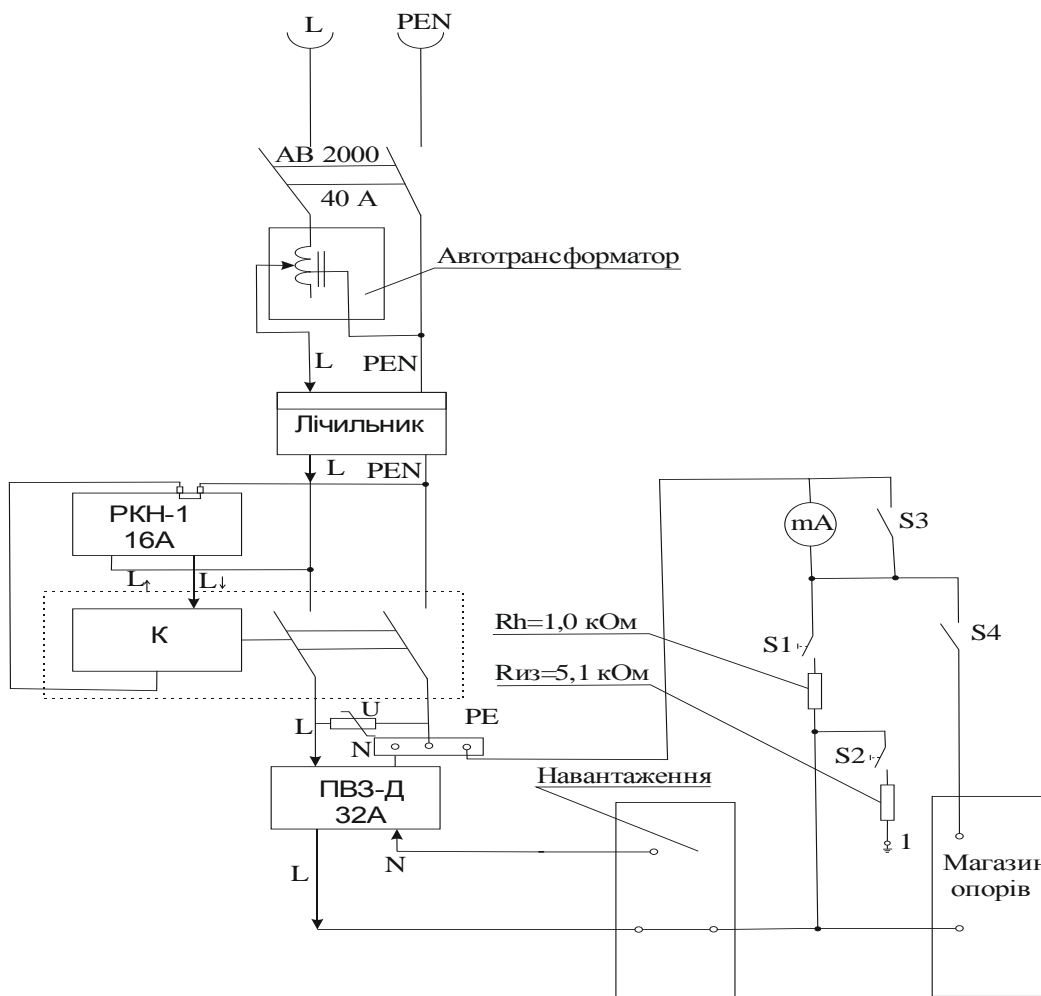


Рис 8.2. Електрична схема моделі для дослідження апаратури безпеки

8.1. Дослідження пристрою захисного відключення ПЗВ-Д

Перевірка ПЗВ-Д здійснюється за наступної послідовності:

плавно зменшуючи опір ізоляції електроустановки (магазином опорів) визначити струм спрацьовування ПЗВ-Д, номінальний диференціальний струм, що відключає $I_{\Delta k}$ і зрівняти його з паспортним, при цьому тумблер S3 повинен бути розімкненим, а тумблер S4 замкненим. Зафіксоване значення струму є струмом, що відключає, для даного типу ПЗВ-Д. Цей струм повинний перебувати в діапазоні $0,5I_{\Delta n} - I_{\Delta n}$;

розімкнути ланцюг магазину опорів тумблером S4;



вимикачем S3 зашунтувати міліамперметр;

натисканням кнопки S1 підключити еквівалент опору тіла людини $R_h - 1$ кОм і зафіксувати спрацьовування ПЗВ-Д;

аналогічну перевірку виконати включенням еквіваленту опору ізоляції $R_{из} - 5,1$ кОм, за допомогою кнопки S2.

8.2. Дослідження реле контролю напруги РКН-1

Перевірка реле контролю напруги РКН-1 виконується в наступній послідовності:

відключити навантаження й кнопками  або  на лицьовій панелі реле РКН-1 установити нижній (180В) і верхній (240В) межі напруги спрацьовування;

перевірити регулювання затримки часу включення напруги після відключення відповідно до розділу 6 і встановити час затримки включення 5с.¹;

автотрансформатором збільшити напругу до спрацьовування реле РКН-1;

зрівняти напругу відключення із установленою верхньою межею;

відновити вихідну напругу на автотрансформаторі до величини напруги в мережі;

автотрансформатором зменшити вихідну напругу до спрацьовування реле РКН-1;

зрівняти напругу спрацьовування із установленою нижньою межею.

Робота з дослідження ПЗВ-Д і реле РКН-1 виконується під спостереженням викладача, який після перевірки зібраної схеми стенда включає автоматичний вимикач.

9. ЗМІСТ ЗВІТУ

У звіті повинне бути:

8.1. Схема моделі для досліджень ПЗВ-Д і реле РКН-1.

8.2. Короткий опис ПЗВ-Д, реле РКН-1 та ПЗІП.

8.3. Результати досліджень ПЗВ-Д і реле РКН-1.

¹ В даних умовах час затримки включення слід встановити не менше 60 с.

8.4. Вивід про ефективність використання ПЗВ-Д і реле РКН-1 для забезпечення безпеки людини й захисту електроустаткування від коливань напруги в мережі.

10. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Приведіть порівняльну характеристику смертельного електротравматизму в Україні й розвинених країнах.
2. Який принцип дії ПЗВ-Д?
3. При зменшенні опору ізоляції електроустановки за якої величини відбулося відключення напруги ПЗВ-Д ?
4. Зробіть висновок щодо ефективності захисту людини ПЗВ-Д; порівняйте величину диференціального струму, за якого здійснюється відключення і часу відключення при досягненні цієї величини із допустимим значенням.
5. Як установити верхню й нижню межу спрацьовування реле РКН- 1?
6. Як установити час затримки включення напруги реле РКН-1?
7. Для чого потрібен контактор в схемі захисту квартири?
8. Для чого потрібен ПЗП в схемі захисту квартири?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 448 с.
2. Манойлов В.Е. Основы энергобезопасности. – Л.: Энергоатомиздат, 1991. – 480 с.
3. НПАОП 00.0-1.32-01. Правила устройства энергоустановок. Электрооборудование специальных установок. – К.: Украртсороинформ, 2001. – 116 с.
4. Карякин Р.Н. Заземляющие устройства электроустановок. – М.: Энергосервис, 2006. – 520 с.
5. Технический каталог компании «ИЭК УКРАИНА», устройство защитного отключения (ПЗВ). ООО «Интерэлектрокомплект», 2004. – 28 с.
6. Правила улаштування електроустановок.-:Мінпаливенерго України.- 2010-722 с.

Автори:
Голінько Василь Іванович
Фрундін Володимир Юхимович
Іконнікова Наталья Анатоліївна
Чеберячко Юрій Іванович
Іконніков Максим Юрійович
Марченко Володимир Григорович

**ДОСЛІДЖЕННЯ АПАРАТУРИ ЗАХИСТУ ЛЮДИНИ ТА
ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ У МЕРЕЖАХ ЗМІННОГО СТРУМУ
НАПРУГОЮ ДО 1000 В ТА ПЕРЕВІРКА ЇЇ НА ВІДПОВІДНІСТЬ
СТАНДАРТАМ БЕЗПЕКИ**

методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи
для студентів всіх спеціальностей

Видано в редакції авторів

Підп. до друку 12.02.2016 Формат 30x42/4.
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк. 2,8.
Обл.-вид. арк. 2,8 Тираж 50 прим. Зам. №

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»
49005, м. Дніпро, просп. Яворницького 19