

# ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ ЗАХИСНОГО ВІДКЛЮЧЕННЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ НИЗЬКОЇ НАПРУГИ

*Каптанов С. Ф., к.т.н., доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського);  
Денисюк О. В., інженер (ДП «Ітон Електрик»)*

**Анотація.** Проаналізовано основні особливості функціонування та застосування новітніх інноваційних цифрових пристроїв захисного відключення (ПЗВ). Такі пристрої гарантовано забезпечують високий рівень електробезпеки та протипожежного захисту в електромережах низької напруги у разі виникнення неконтрольованих струмів витоку, а також забезпечують можливість швидкого визначення величини цих струмів за допомогою сучасної вбудованої світлодіодної індикації.

**Ключові слова:** захисний пристрій, струм витоку, струм замикання, електробезпека, пожежна безпека.

**Abstract.** The main features of the operation and application of the latest innovative digital residual current devices (RCD) are analyzed. Such protective devices are intended for use in low-voltage power grids and provide a high level of protection against uncontrolled residual current, and the ability quickly to determine the magnitude of these current by means of modern integrated LED indication.

**Keywords:** protective device, residual current, short circuit current, electrical safety, fire safety.

**Вступ.** Першим розробником пристрою захисного відключення (ПЗВ) був Готтфрід Бігельмейер. Свого часу він першим усвідомив необхідність відключати струми замикання шляхом виявлення незбалансованих струмів і першим знайшов надійний спосіб реалізувати це в захисних пристроях. Бігельмейер був головним технічним співробітником компанії Felten & Guillaume, яка пізніше стала частиною EATON, і саме він вважається батьком ПЗВ завдяки надійному механізму відключення, який він винайшов. На даний час електротехнічна група EATON є одним з провідних світових виробників цифрових захисних пристроїв, і саме вона першою запропонувала ПЗВ із цифровими функціями, що дало можливість значно підвищити рівень надійності, функціональності та доступності даних пристроїв, які гарантовано забезпечують всі вимоги стандарту IEC 61140 [1-2] та IEC 60364-4-42:2014 [3] щодо захисту від ураження електричним струмом.

**Аналіз стану питання.** Електричні замикання, що можуть мати місце в електромережах низької напруги несуть дуже серйозні загрози для людей. До основних видів електричного замикання та перевантаження, які можуть мати місце в електромережах низької напруги, відносяться:

*Струмове перевантаження* – це поступове збільшення струму, яке не пошкоджує проводку, але з часом призводить до теплового перевантаження фазних та нейтрального провідників.

*Струм короткого замикання* – це замикання з дуже низьким імпедансом і значними струмами, величина яких може значно перевищувати номінальний струм. Як правило, це короткі замикання між фазними або фазним та нейтральним провідниками, які зумовлені або порушенням ізоляції, або механічними пошкодженнями проводки, або наявністю води.

*Струм замикання на землю* – це замикання з високим або дуже низьким імпедансом між фазою та землею. Ці замикання можуть призвести як до дуже низьких значень струму замикання (витоку) на землю, які значно менше номінального струму, так і до дуже високих значень струму замикання на землю у разі короткого замикання, коли ці струми можуть значно перевищувати існуючий номінальний струм. До типових причин виникнення таких замикань можна віднести зміни в ізоляції та опорах ізоляції внаслідок старіння, підвищеної вологості, забруднення тощо.

Безумовно, що всі перелічені вище види електричних замикань в електромережах низької напруги несуть серйозну загрозу для здоров'я та життя людей.

Для забезпечення необхідного рівня електробезпеки та протипожежного захисту в діючих електромережах низької напруги, в першу чергу, передбачається обов'язкове застосування таких захисних пристроїв, як малогабаритні автоматичні вимикачі (МАН), які призначені для захисту від коротких замикань та струмового перевантаження, а також додаткове застосування ПЗВ (диференційних автоматів струмового захисту), які, в свою чергу, забезпечують основний захист від струмів замикання (витоку) на землю.

Саме за допомогою ПЗВ здійснюється виявлення та контроль асиметричних та незбалансованих струмів замикання, а у разі перевищення ними відповідних рівнів автоматичне вимикання живлення та локалізація існуючого замикання. Тим самим забезпечується додатковий захист від ураження електричним струмом та основний протипожежний захист.

Як правило, застосування ПЗВ, який представляє собою керований диференційним струмом автоматичний вимикач, є обов'язковим для забезпечення додаткового захисту від ураження електричним струмом.

Слід зазначити, що сучасні цифрові ПЗВ вперше були представлені саме електротехнічною групою EATON, яка є безумовним лідером у цій сфері. Розроблені EATON ПЗВ забезпечують не тільки додаткову безпеку, а і більш широкі функціональні можливості.

**Мета роботи:** визначення основних особливостей функціонування та застосування сучасних інноваційних цифрових пристроїв захисного відключення (ПЗВ).

**Методики, матеріали і результати досліджень.** Сучасні цифрові ПЗВ від електротехнічної групи EATON оснащені незалежним від напруги захистом та мають широкий спектр цифрових функцій. На даний час цифрові ПЗВ від EATON мають наступні варіанти виконання – це типи АС, А, F, В, Vf<sub>q</sub> та В+.

**Тип В+ – ПОВНОЦІННА БЕЗПЕКА.**

Повний рівень безпеки для типу В плюс (+) підвищена чутливість до частот до 20 кГц для протипожежного захисту з максимальним значенням спрацювання 420 мА.

*Особливості застосування та переваги:*

- пожежонебезпечні ділянки, двигуни, що приводяться в дію трифазними інверторами з дуже високою частотою, наприклад для використання в промисловості, сільському господарстві, АЗС тощо;
- покращений захист від термічних небезпек та зменшення ризику виникнення пожеж, викликаних електричними пошкодженнями, внаслідок струмів витоку.

**Тип В/Vf<sub>q</sub>** – ВСЕОСЯЖНА БЕЗПЕКА.

Повний рівень безпеки для типу F плюс (+) виявлення згладженого постійного струму.

*Особливості застосування та переваги:*

- пристрої з електронними навантаженнями частотою 50/60 Гц, наприклад фотоелектричні пристрої в житлових приміщеннях, зарядні пристрої для електромобілів, обладнання в лікарнях та медичних центрах тощо;
- тип В/Vf<sub>q</sub> менш чутливий до більш високих частот та краще підходить для промислових об'єктів;
- забезпечує повний захист для різних сфер застосування та виникнення хвильових сигналів відповідно до ІЕС/СЕІ 62423 [4].

**Тип F** – РОЗШИРЕНА БЕЗПЕКА.

Повний рівень безпеки для типу А плюс (+) виявлення струмів замикання на землю з сумішню частот до 1 кГц. Згладжений постійний струм до 10 мА не впливає на спрацювання.

*Особливості застосування та переваги:*

- у разі використання приладів з регулюванням частоти обертів;
- забезпечує розширений захист оператора при використанні схем з електронними навантаженнями.

**Тип А** – СТАНДАРТНА БЕЗПЕКА.

Повний рівень безпеки для типу АС плюс (+) виявлення пульсуючого постійного залишкового струму. Згладжений постійний струм до 6 мА не впливає на виявлення.

*Особливості застосування та переваги:*

- у разі використання приладів, в яких може виникати пульсуючий постійний струм витоку, наприклад випрямлячів для світлодіодних та енергозберігаючих ламп тощо.

**Тип АС** – МІНІМАЛЬНА БЕЗПЕКА.

Визначає тільки змінний струм витоку.

*Особливості застосування та переваги:*

- у разі використання побутової техніки (світильників, духових печей, прасок тощо);
- мінімальні вимоги в більшості країн щодо використання у житлових приміщеннях – рекомендується вищий рівень безпеки.

Зовнішній вигляд таких цифрових ПЗВ та органів їх керування, а також технічні характеристики цих ПЗВ приведені на рис. 1.

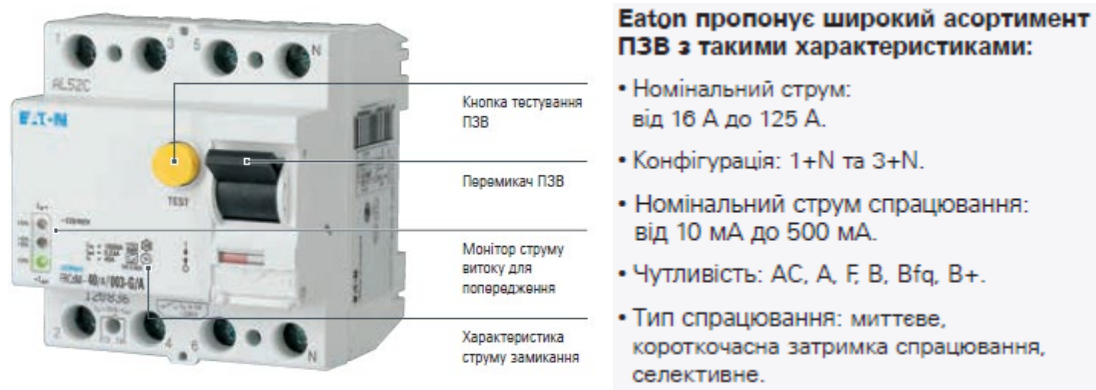


Рис. 1. Зовнішній вигляд цифрових ПЗВ та органів їх керування

Інноваційні цифрові технології, які застосовані у ПЗВ, забезпечують повне та якісне інформування щодо стану самого захисного пристрою, так і щодо величини струму електричного замикання (витоку), що значно полегшує контроль стану робочої ізоляції і тим самим забезпечує можливість вчасного проведення регламентних та ремонтних робіт, а це, в свою чергу, виключає можливість виникнення неконтрольованих аварійних ситуацій.

Особливості роботи вбудованого LCD-монітору ПЗВ представлені на рис.2.

#### Світлодіоди цифрового ПЗВ та їх значення



Рис. 2. Особливості роботи вбудованого LCD-монітору ПЗВ

Таким чином, використання цифрових технологій, дозволяє значно підвищити рівень безпеки при застосуванні ПЗВ та розширити функціональні можливості останніх.

Ще більш функціональні можливості мають розроблені електротехнічною групою EATON диференційний автоматичний вимикач з вбудованим захистом від струмового перевантаження або ВЗСЗН (вимикач залишкових струмів із захистом від надструмів). Даний захисний пристрій (див. рис. 3) одночасно забезпечує захист як від високих струмів короткого замикання, так і від уражень, викликаних низькими струмами витоку, тобто один захисний пристрій забезпечується комплексну дію одразу двох функцій безпеки.

Таким чином даний захисний пристрій в порівнянні з класичним ПЗВ гарантує ще більш високий рівень безпеки та стає більш універсальним і має більш функціональні можливості.



Рис. 3. Диференційний автоматичний вимикач з вбудованим захистом від струмового перевантаження або ВЗСЗН

**Висновки.** Сучасні інноваційні цифрові пристрої захисного відключення (ПЗВ) та спроектовані на їх основі вимикачі залишкових струмів із захистом від надструмів (ВЗСЗН) гарантовано забезпечують високий рівень безпеки в електромережах низької напруги як в сфері електробезпеки, так і в сфері протипожежного захисту.

### Література

1. IEC 61140:2001 «Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment».
2. ДСТУ EN 61140:2015 «Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання (EN 61140:2002, IDT)»
3. IEC 60364-4-42:2014 «Low-voltage electrical installations. Part 4-42. Protection for safety. Protection against thermal effects»
4. IEC/CEI 62423:2009 «Type F and type B residual current operated circuit-breakers with and without integral overcurrent protection for household and similar uses».