

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ РОБОТИ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ПРИБОРУ В УМОВАХ ЗМІНИ ПОТУЖНОСТІ СПОЖИВАЧА

В. Я. Бунько, кандидат технічних наук, доцент

П. М. Дарморіс, старший викладач

ВП НУБіП України "Бережанський агротехнічний інститут"

E-mail: VBunko@gmail.com

Анотація. Мікропроцесорні пристрої релейного захисту мають можливість перепрограмування на реалізацію тих або інших функцій без зміни складу технічних засобів і реалізації алгоритмів виявлення складних пошкоджень, автоматизації процесів діагностики і налаштування апаратури.

Мета дослідження – обґрунтування та дослідження роботи мікропроцесорного пристрою в умовах зміни навантаження споживачів.

Проведено обґрунтування та аналіз роботи мікропроцесорного пристрою РС-83А2.0 в умовах зміни потужності споживача. Зокрема проведено дослідження пристрою за допомогою програмного забезпечення Codis і RZA Oscillog, яке дозволяє забезпечити налаштування системи релейного захисту та автоматики в розподільних пристроях високої напруги системи електропостачання, зокрема введення значень уставок струму, виведення інформації на табло пристрою, керування вимикачем та іншими параметрами. Проведено опис та аналіз роботи меню програмного забезпечення та наведено окремі характеристики осцилограм при зміні навантаження об'єкту електропостачання. Зокрема досліджувались режими телеуправління за допомогою вказівних реле, проаналізовано роботу дискретних входів пристрою.

У роботі використовуються дослідження та аналіз конфігурації, вимірювання і контролю та побудовані векторні діаграми струмів споживання. Проведено дослідження фазних струмів та струму нульової послідовності $3I_{0н}$. За даними спрацювання реле побудовано нормальну інверсну характеристику. Також побудовано теплову характеристику з частковою пам'яттю пристрою (за МЭК 255-8) при доаварійному струмі рівному 80 % від струму уставки. Наведені вирази, які дозволяють визначити час спрацювання захисту по струму відповідно до нормально інверсної та теплової характеристик.

Ключові слова: мікропроцесорний пристрій, релейний захист, автоматика, електропостачання, клас напруги, розподільний пристрій

Актуальність. У системі енергозабезпечення об'єктів кінцевою метою функціонування релейного захисту (РЗ) є забезпечення безаварійності об'єктів

захисту (ОЗ) (електричних станцій, ліній електропередач, електроенергетичних установок і т.п.), тобто можливості системи РЗ шляхом відключення ОЗ вчасно запобігати розвитку аварійних ситуацій, небезпечних для устаткування й обслуговуючого персоналу. Попереднє покоління пристроїв РЗ було створено на базі електромеханічних реле, напівпровідникових елементів і аналогових інтегральних мікросхем (ІМС) котре являє собою кінцеві автомати другого роду з незмінною (твердою) архітектурою. На відміну від них мікропроцесорні пристрої релейного захисту (МНРЗ) мають можливість перепрограмування на реалізацію тих або інших функцій без зміни складу технічних засобів і реалізації алгоритмів виявлення складних пошкоджень, автоматизації процесів діагностики і налаштування апаратури [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження та обґрунтування правильного налаштування мікропроцесорних терміналів, які використовуються в системах розподільних пристроїв високої напруги на об'єктах електропостачання є важливим етапом для обслуговування, а в подальшому підвищення надійності роботи кожного елемента зокрема, які впливатимуть на безперебійність електрозабезпечення. Питанням дослідження мікропроцесорних пристроїв займалися Кузнецов С.М., Демиденко І.С., Гашкова А.В., Гречишников В.А., Кутін В.М., Кутіна М.В., Ілюхін М.О. та інші [2,3].

Мета дослідження – обґрунтування та дослідження роботи мікропроцесорного пристрою в умовах зміни навантаження споживачів.

Матеріали і методи дослідження. Питання правильного налаштування мікропроцесорних пристроїв є актуальним в плані надійності роботи системи електропостачання в цілому. Тому використання мікропроцесорного терміналу РС-83А2.0 дасть можливість проаналізувати його функціональні можливості, провести окремі налаштування та змодельовати процес навантаження. Мікропроцесорний пристрій захисту РС-83А2.0 призначений для виконання функцій релейного захисту, автоматизації, керування і сигналізації ліній електропередач напругою 6-35 кВ, а також пристрій використовується на ЛЕП інших класів напруг. Такий пристрій

може встановлюватися в релейних відсіках КРП, КРПЗ і КСО, на панелях і в шафах, в релейних залах та пультах керування, а також в релейних шафах зовнішнього встановлення на ВРП [1,4].

Живлення пристрою здійснюється по колах напруги від джерела постійного струму напругою 68-450 В або змінного струму з діючим значенням напруги 48-400 В, що забезпечує роботу в системах з номінальною напругою 110 і 220 В, а також підвищує надійність роботи пристрою за рахунок розширення діапазону допустимих відхилень живильної напруги.

Відображення вимірюваних значень струмів і напруги нульової послідовності на індикаторі пристрою у вихідному стані та у програмах «Codis» і «RZA Oscillog» здійснюється в первинних одиницях з врахуванням введених значень коефіцієнтів трансформації трансформаторів струму [1,5].

Результати досліджень та їх обговорення. При використанні в роботі пристрою функції відключення вимикача колами шунтування/дешунтування, необхідним є призначення роботи максимально струмових захистів (МСЗ) на вихідне реле KL1, тому що кола шунтування/дешунтування одержують сигнал при спрацюванні цього вихідного реле.

Робоча група уставок задається з меню налаштування, по локальній мережі із програми «Codis». Перемикання робочої групи уставок здійснюється сигналом на дискретному вході, призначеному для цієї мети.

Точність спрацювання реагуючих органів по струму й напрузі збігається з точністю вимірювання зазначених величин у відповідних частинах діапазонів. Точність спрацювання за часом ступенів захистів при незалежних характеристиках - не перевищує 1 %, на залежних ділянках характеристик при кратності струму стосовно уставки не менше 2 - не перевищує 5 %. Коефіцієнти повернення реагуючих органів МСЗ - 0,95 [5].

На рис.2. приведена цифрова осцилограма, яка показує та забезпечує запис доаварійного і післяаварійного режиму протягом певного часу, який задається уставками.

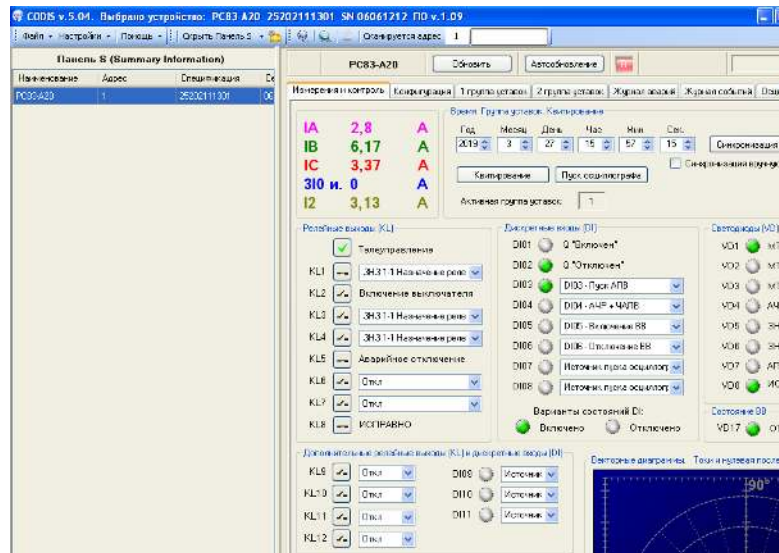


Рис.1. Меню налаштування за допомогою програмного забезпечення «Codis»

Запис здійснюється у форматі «Comtraid», який доступний для відтворення на цифрових випробувальних установках і перегляду за допомогою різних програм перегляду осцилограм. Загальна тривалість всіх осцилограм, одночасно зберігаються в пам'яті пристрою і становить 60с. Для перегляду осцилограм рекомендується користуватися програмою «RZA oscillog». Пуск осцилографа здійснюється за фактом пуску або спрацювання ступенів захисту по МСЗ або інших аварій [1,5].

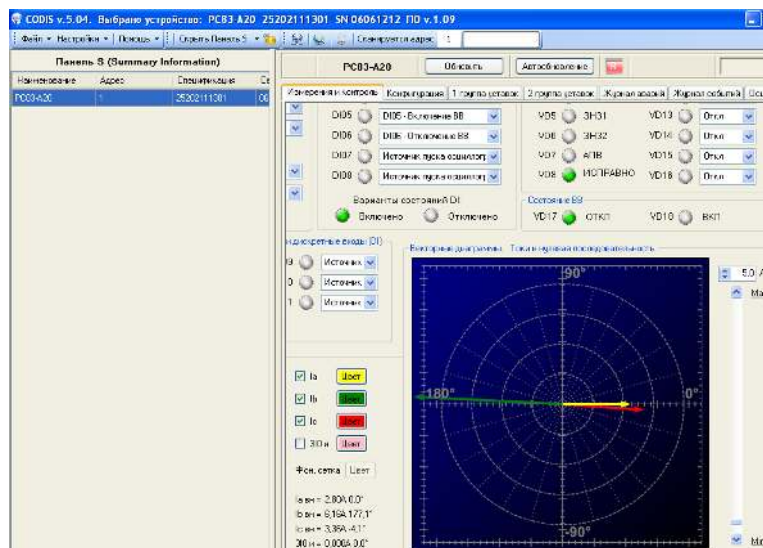


Рис.2. Цифрова осцилограма

У результаті квіттування мікропроцесорного терміналу відбувається повернення в початковий стан світлодіодів спрацювання ступенів МТЗ, ЗНЗ, ОБР, АПВ, ПРВВ, світлодіодів, призначених на роботу зовнішніх захистів і реле сигналізації аварійного відключення. Квіттування здійснюється від призначеного для цього дискретного входу зі списку DI3 ... DI11, від кнопки «С» на лицьовій панелі пристрою, командою по мережі передачі даних (від кнопки «Скидання» у вікні «Вимірювання і контроль» програми «Codis» або відповідною функцією Modbus з будь-якої програмного середовища користувача [5].

Відповідно до рис.3. та рис.4 можна проаналізувати графіки, які характеризують часострумові та теплові характеристики роботи пристрою.

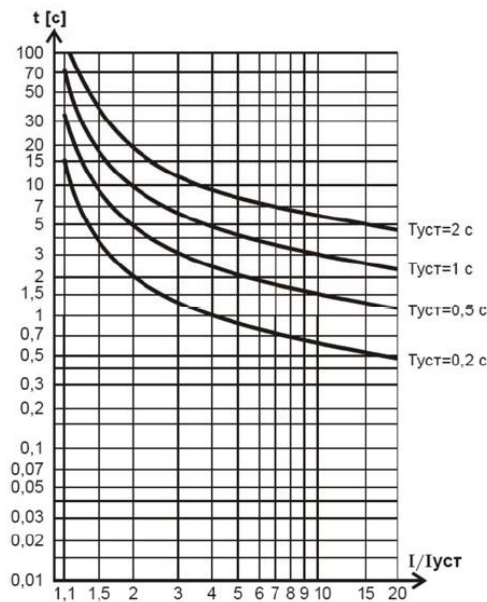


Рис.3. Нормально інверсна характеристика за МЭК 255-4

Час спрацювання захисту за струмом відповідно до нормально інверсної характеристика визначається за формулою (1):

$$t = \frac{0,14 \cdot T_{уст}}{(I / I_{уст})^{0,02} - 1}, c \quad (1)$$

де $T_{уст}$ - уставка часу, с; I – струм вторинного кола фази А або С, А; $I_{уст}$ – струм спрацювання пристрою (струм уставки), А.

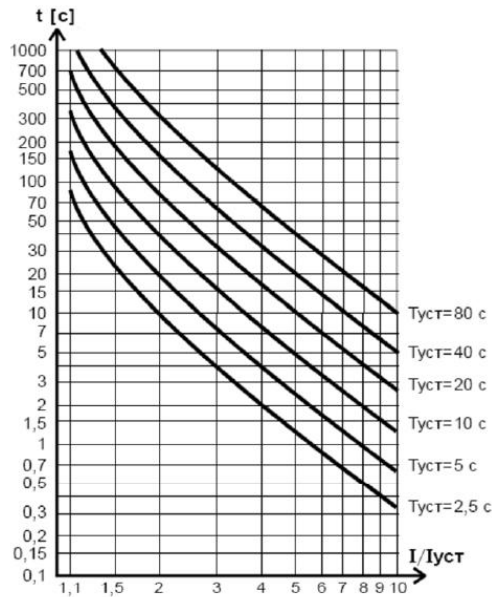


Рис.4. Теплова характеристика з частковою пам'яттю пристрою (за МЭК 255-8), при доаварійному струмі рівному 80 % від струму уставки

Час спрацювання за тепловою характеристикою буде:

$$t = 35,5 \cdot T_{уст} \cdot \ln \frac{(I / I_{уст})^2 - (I_{доавар} / I_{уст})^2}{(I / I_{уст})^2 - 1}, c \quad (2)$$

де $T_{уст}$ - уставка часу, с; I – струм вторинного кола фази А або С, А; $I_{уст}$ – струм спрацювання пристрою (струм уставки), А; $I_{доавар}$ – доаварійний струм, який рівний 80% від струму уставки, А.

Висновки і перспективи. Отже, використовуючи мікропроцесорний пристрій для захисту та автоматики розподільних пристроїв слід зауважити, що уставки і налаштування можуть здійснюватись індивідуально в меню пристрою кнопками на лицьовій панелі, а також з програми «Codis» індивідуально за кожним параметром або завантаженням всього масиву уставок і налаштувань файлом в пам'ять пристрою.

У всіх режимах конфігурації, задавання уставок, налагодження та перевірки пристрою його зв'язок з комп'ютером і програмою верхнього рівня здійснюється

через локальну інформаційну мережу з інтерфейсом RS-485 або порт USB на передній панелі пристрою.

Застосування такого мікропроцесорного терміналу дасть можливість правильно та детально аналізувати роботу релейного захисту та автоматики систем електропостачання.

Список літератури

1. Микропроцессорное устройство релейной защиты и автоматики РС83-А2.0. Руководство по эксплуатации ЕАБР.656112.011 РЭ (редакция 1.8).
2. Кутін В. М. Засоби діагностування релейного захисту і автоматики електроенергетичних систем / В. М. Кутін, М. В. Кутіна, М. О. Ілюхін. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 117 с.
3. Данилов О. А. Спрощений метод розрахунку параметрів мікропроцесорного захисту по збільшенню струму / О. А. Данилов // Електрифікація транспорту. – 2014. – № 8. – С. 26-29. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eltr_2014_8_5.
4. Бунько В. Я. Аналіз методів та засобів підвищення надійності елементів релейного захисту / В. Я. Бунько // Технологический аудит и резервы производства. – 2015. – № 3(1). – С. 26-30. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tatrv_2015_3%281%29__7.
5. URL: http://rzasystems.com/product/rs83-a2_0/ (дата звернення 27.03.2019).

References

1. Mikroprotsessornoe ustroistvo releinoi zashchyty y avtomatyky RS83-A2.0. Rukovodstvo po ekspluatatsyy EABR.656112.011 RE (redaktsyia 1.8) [Microprocessor relay protection and automation PC83-A2.0. Operation manual ЕАБР.656112.011 РЭ (version 1.8)].
2. Kutin, V. M., Kutina, M. V., Iliukhin M. O. (2013). Zasoby diahnostuvannia releinoho zakhystu i avtomatyky elektroenerhetychnykh system [Means of diagnostics of relay protection and automation of electric power systems]. Vinnytsia: VNTU, 117.
3. Danylov, O. A. (2014). Sproshchenyi metod rozrakhunku parametriv mikroprotsesornoho zakhystu po zbilshenniu strumu [Simplified method for calculating the parameters of microprocessor protection by increasing the current]. Elektryfikatsiia transportu, 8, 26-29. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eltr_2014_8_5.
4. Bunko, V. Ya. (2015). Analiz metodiv ta zasobiv pidvyshchennia nadiinosti elementiv releinoho zakhystu [Analysis of methods and means of increasing the reliability of elements of relay protection]. Tekhnolohycheskyi audyt y rezervy proyozvodstva, 3(1), 26-30. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tatrv_2015_3%281%29__7.
5. URL: http://rzasystems.com/product/rs83-a2_0/.

ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗ РАБОТЫ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО УСТРОЙСТВА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ МОЩНОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЯ

В. Я. Бунько, П. М. Дарморис

Аннотация. *Микропроцессорные устройства релейной защиты имеют возможность перепрограммирования на реализацию тех или иных функций без изменения состава технических средств и реализации алгоритмов обнаружения сложных повреждений, автоматизации процессов диагностики и настройки аппаратуры*

Цель исследования - обоснование и исследование работы микропроцессорного устройства в условиях изменения нагрузки потребителей.

Проведено обоснование и анализ работы микропроцессорного устройства РС-83А2.0 в условиях изменения мощности потребителя. В частности, проведено исследование устройства с помощью программного обеспечения Codis и RZA Oscillog, которое позволяет обеспечить настройки системы релейной защиты и автоматики в распределительных устройствах высокого напряжения системы электроснабжения, в частности введение значений уставок тока, вывод информации на табло устройства, управления выключателем и другими параметрами. Проведено описание и анализ работы меню программного обеспечения, приведены отдельные характеристики осциллограмм при изменении нагрузки объекта электроснабжения. В частности, исследовались режимы телеуправления с помощью указательных реле, проанализирована работа дискретных входов устройства.

В работе используются исследования и анализ конфигурации, измерения и контроля. Построены векторные диаграммы токов потребления. Проведено исследование фазных токов и тока нулевой последовательности ЗІ0н. По данным срабатывания реле построено нормальную инверсную характеристику. Также построено тепловую характеристику с частичной памятью устройства (по МЭК 255-8) при доаварийном токе равном 80% от тока уставки. Приведенные выражения позволяют определить время срабатывания защиты по току в соответствии с нормально инверсной и тепловой характеристиками.

Ключевые слова: *микропроцессорное устройство, релейная защита, автоматика, электроснабжение, класс напряжения, распределительное устройство*

RESEARCH AND ANALYSIS OF WORK OF THE MICROPROCESSOR DEVICE IN THE CONDITIONS OF CHANGING THE POWER OF THE CONSUMER

V. Bunko, P. Darmoris

Abstract. *Microprocessor relay protection devices have the ability to reprogram the implementation of certain functions without changing the composition of hardware and implementation of algorithms for the detection of complex damage, automation of diagnostic processes and hardware adjustment.*

The purpose of the study is to substantiate and investigate the operation of the microprocessor device in the conditions of changing the load of consumers.

In this article, the rationale and analysis of the operation of the PC-83A2.0 microprocessor device under conditions of changing the power of the consumer is carried

out. In particular, the device was studied using Codis and RZA Oscillog software, which allows for setting the relay protection and automation systems in high-voltage switchgears of the power supply system, in particular, setting current values, displaying information on the device board, controlling the switch and other parameters. A description and analysis of the software menu operation has been carried out; individual characteristics of the oscillograms are shown when the load of the power supply object changes. In particular, telecontrol modes were investigated using the indicator relays, the operation of the device's discrete inputs was analyzed.

The work uses research and analysis of configuration, measurement and control. Constructed vector diagrams of consumption currents. The study of phase currents and zero-sequence current $3I_0$. According to the operation of the relay built a normal inverse characteristic. A thermal characteristic was also constructed with a partial memory of the device (according to IEC 255-8) with a pre-emergency current equal to 80 % of the set current. The above expressions allow to determine the response time of the current protection in accordance with the normally inverse and thermal characteristics.

Key words: *microprocessor device, relay protection, automatics, power supply, voltage class, switchgear*