

О. О. МАТУСЕВИЧ, А. Р. КАРПЕЛЯНСЬКИЙ (ДНУЗТ)

Кафедра «Інтелектуальні системи електропостачання», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, 49010, Україна, тел.: +380953815451, e-mail: anatoliy.karpelyanskiy@gmail.com, ORCID: orcid.org/0000-0002-2174-7774

МОНІТОРИНГ ЯК ОДИН ІЗ НАПРЯМІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕГАЗОВИХ ВИМИКАЧІВ

Вступ

Надійність електроенергетичних систем значною мірою залежить від методів і засобів локалізації та ліквідації аварій, відновлення нормального режиму роботи. До таких засобів, поряд з іншими видами обладнання, належать і високовольтні вимикачі, одним із призначень яких є відключення пошкодженого обладнання та локалізація струмів коротких замикань.

Однак, на цей час, в об'єднаній енергетичній системі (ОЕС) України, у тому числі і на електрифікованих залізницях, ще використовуються вимикачі старого покоління, які потребують великі витрати на моніторинг, технічне обслуговування та ремонт при експлуатації.

Вдосконалення системи електропостачання залізниць призводить до все ширшого використання сучасних елегазових вимикачів класу 110 кВ та вище. Це відбувається не миттєво, але поступово всі електроенергетичні об'єкти тягового електропостачання переходять до заміни комутаційного обладнання на сучасне. Впровадження нових вимикачів дає змогу збільшити кількість параметрів моніторингу та поліпшити якість отриманих даних, завдяки розвитку технологій виробництва та широкому використанню мікропроцесорних пристроїв контролю та діагностики нових вимикачів [1].

Моніторинг вимикачів використовується для вирішення двох основних завдань. Перше – контроль нормального режиму роботи, що дозволяє ефективніше використовувати ресурс вимикача та попереджати його аварійний стан своєчасним виведенням в ремонт. Друге – збір інформації про технічний стан та положення вимикача для систем керування та автоматизації електроенергетичного об'єкта. Найбільш ефективним є комплексний моніторинг, який дає змогу інтегрувати рішення зазначених завдань в єдину автоматизовану систему керування технологічними процесами (АСК ТП) [2,3].

Метою роботи є підвищення ефективності експлуатації елегазових вимикачів при застосуванні сучасних систем моніторингу.

Дослідження підвищення ефективності експлуатації елегазових вимикачів при застосуванні сучасних систем моніторингу.

Використання сучасних систем моніторингу та діагностування надає широкі можливості для збору різних аналогових та дискретних сигналів стану силового обладнання системи електропостачання. Наприклад, для елегазових вимикачів такими сигналами можуть бути: тиск елегазової суміші, температура в середині та зовні бака, струми соленоїдів включення та відключення, хід контактної групи, час відключення, положення вимикача на поточний момент часу тощо [4]. Провідні виробники вимикачів (ABB, Siemens, Areva, Mitsubishi) використовують ці параметри не тільки для збору та використання в різних системах, але й пропонують свої рішення з їхнього моніторингу – OLM у ABB (виробництво Elcon), CBWatch у Areva, CBM у Siemens. На жаль, ці системи працюють лише з вимикачами конкретного виробника. Протягом експлуатації таких систем моніторингу в електричних системах України було виявлено деякі недоліки їхньої роботи [5].

В Україні система моніторингу високовольтних елегазових вимикачів, що не залежить від конкретного їх виробника, реалізована підприємством «АНІГЕР». У цій розробці застосовано комбінований підхід щодо обрання технічних та програмних заходів, використано рішення від ABB та власні розробки [6]. Це дає змогу використовувати перевірені часом засоби від відомих в світі виробників та при цьому не залежати від їх системних рішень. Отримані з кожного вимикача дані можна розділити на дві групи: потокові та буферизовані. Структурна схема такої системи представлена на рисунку 1.

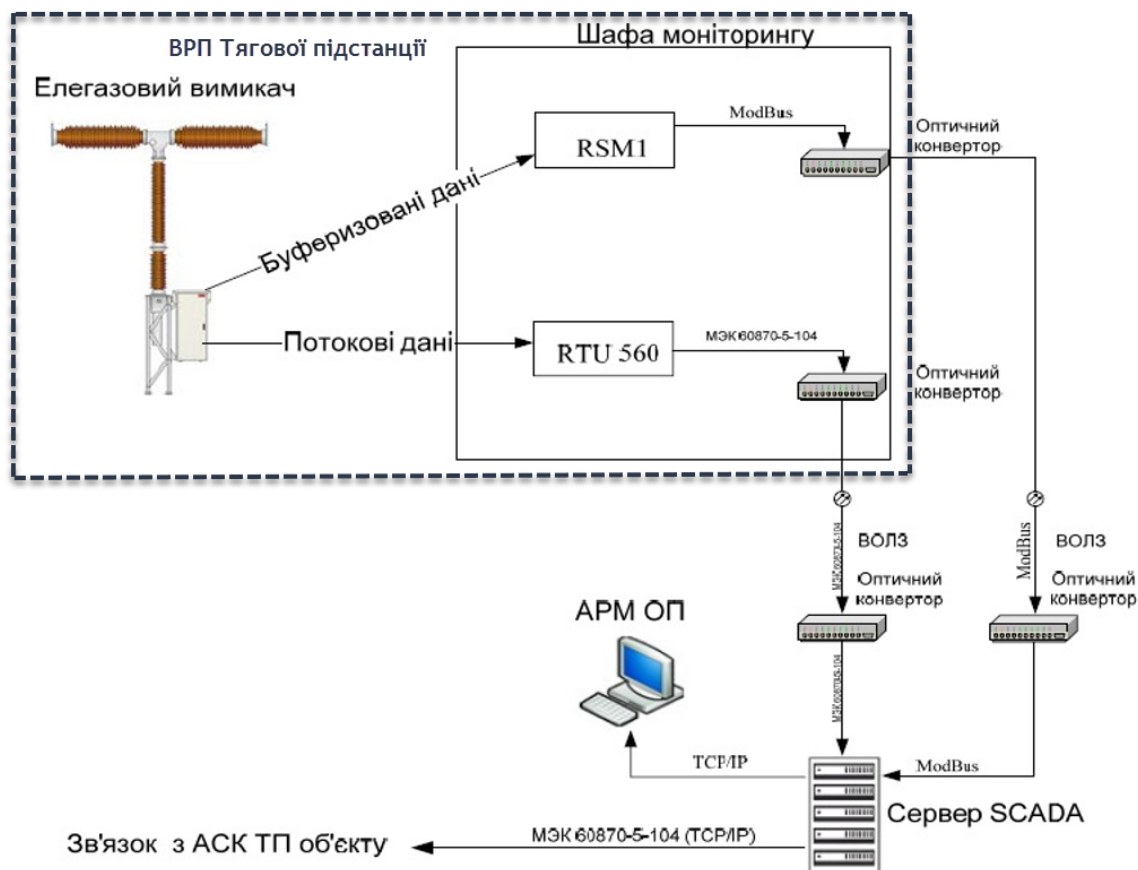


Рис. 1 Структурна схема розподілення буферизованих та поточкових даних

На процес вибору конкретної системи моніторингу комутаційних апаратів впливає багато різних чинників:

- економічні (вартість самої системи, її ремонту та модернізації);
- експлуатаційні (простота експлуатації, інформативність для оперативного персоналу, зручність налаштування);
- системні (можливість інтеграції в інші системи, у тому числі в АСК ТП енергетичного об'єкта, підтримка різних протоколів передачі даних, підтримка обладнання різних виробників, отримання інформації системного рівня та організація роботи з цими даними).

Зазначимо, що пропонуючи поетапне виконання системи моніторингу, виробники вимикачів акцентують увагу, в першу чергу, на світовому визнанні їхньої продукції, підкреслюючи свій досвід роботи у цій сфері та розповсюдженість саме запропонованих ними систем. Інструментарій подібних систем має чітку структуру і не дає змоги змінити чи доповнити оброблювані дані, залишаючи за виробником вибір як самої інформації для аналізу, так і параметрів оброблюваних даних, що досить часто буває недостатнім для замовника. Натомість система моніторингу

елегазових вимикачів, розроблена МПП «АНІГЕР» [7], не залежить від виробника вимикачів, дає змогу використовувати будь-які сигнали, отримані з вимикачів, має свої алгоритми аналізу отриманої інформації, використовує міжнародні телемеханічні протоколи зв'язку IEC 60870-5-104 та Modicon ModBus RTU, файли осцилограм записуються у стандартному форматі COMTRADE. Завдяки цьому інтеграція системи моніторингу в інші системи енергетичних об'єктів, у тому числі АСКТП, не викликає труднощів. Дана система вирішує завдання контролю стану високовольтного обладнання з визначенням поточних параметрів та прогнозного розрахунку основних технологічних величин [4]. З впровадженням системи зростає якість обслуговування елегазових вимикачів системи тягового електропостачання залізниць України, що призведе до більш надійної роботи обладнання. Реалізація функцій прогнозування дозволить вчасно попередити несправності вимикача [8]. Детальний аналіз кожного відключення вимикачем струму короткого замикання, отримання достовірних даних про час роботи вимикача та величину струму короткого замикання, дозволить в

автоматичному режимі розрахувати комутаційний ресурс вимикача. Аналіз порівняння з попередніми відключеннями дозволить прослідкувати динаміку швидкості комутаційної операції та визначитись з необхідністю проведення ремонтних робіт [9].

Моніторинг виконується в режимі реального часу з отриманням даних процесу. Результати вимірів та розрахунків відображаються на комп'ютерах автоматизованих робочих місць у вигляді графіків, таблиць, функціональних схем. Відсутність кіл керування в складі системи моніторингу унеможлиблює помилкове оперування вимикачем.

Програмне забезпечення встановлюється тільки на сервері системи і не потребує додаткового програмного забезпечення на комп'ютерах персоналу підстанції. Ліцензійна політика дозволяє підключення необмеженої кількості користувачів системи [1].

В частині моніторингу стану високовольтних елегазових вимикачів виконуються наступні функції:

- контроль комутаційних операцій (контроль положення вимикача; швидкість переміщення головних контактів вимикача, їх демпфірування та повернення до граничних точок; наявність відхилення в механічних характеристиках (тертя, корозія, розрив, втрата елегазу, зношення пружин приводу, пошкодження демпфера, тощо); розрахунок кількості комутаційних операцій в нормальних та аварійних режимах; контроль струму вимкнення з записом осцилограми

переміщення контактної групи, зміни стану блок-контактів, струму вимкнення; наявність відхилення при спрацюванні допоміжних контактів);

- контроль параметрів газової суміші SF₆ та CH₄ (вимірювання тиску та температури газової суміші; розрахунок щільності газової суміші; виявлення зрідженості газової суміші (попередження хибних спрацювань сигналізації в разі зрідження); розрахунок короткострокової та довгострокової тенденції зміни тиску та щільності елегазу);

- контроль параметрів комутаційних операцій вимкнення (струм вимкнення; оцінка електричного зношення, як $\int i^2 dt$; час горіння дуги);

- контроль кіл власних потреб та оперативного струму (контроль правильності роботи соленоїдів; наявність оперативної напруги; контроль роботи системи обігріву);

- контроль роботи приводного механізму (вимірювання часу заведення пружини; контроль часу роботи електричного двигуна заведення пружини, виміри максимального струму роботи двигуна; контроль готовності приводу; виявлення несправностей електричного двигуна заведення пружини приводу [10].

Структурна схема організації системи моніторингу елегазових вимикачів "СМЕВ" зображена на рисунку 2.

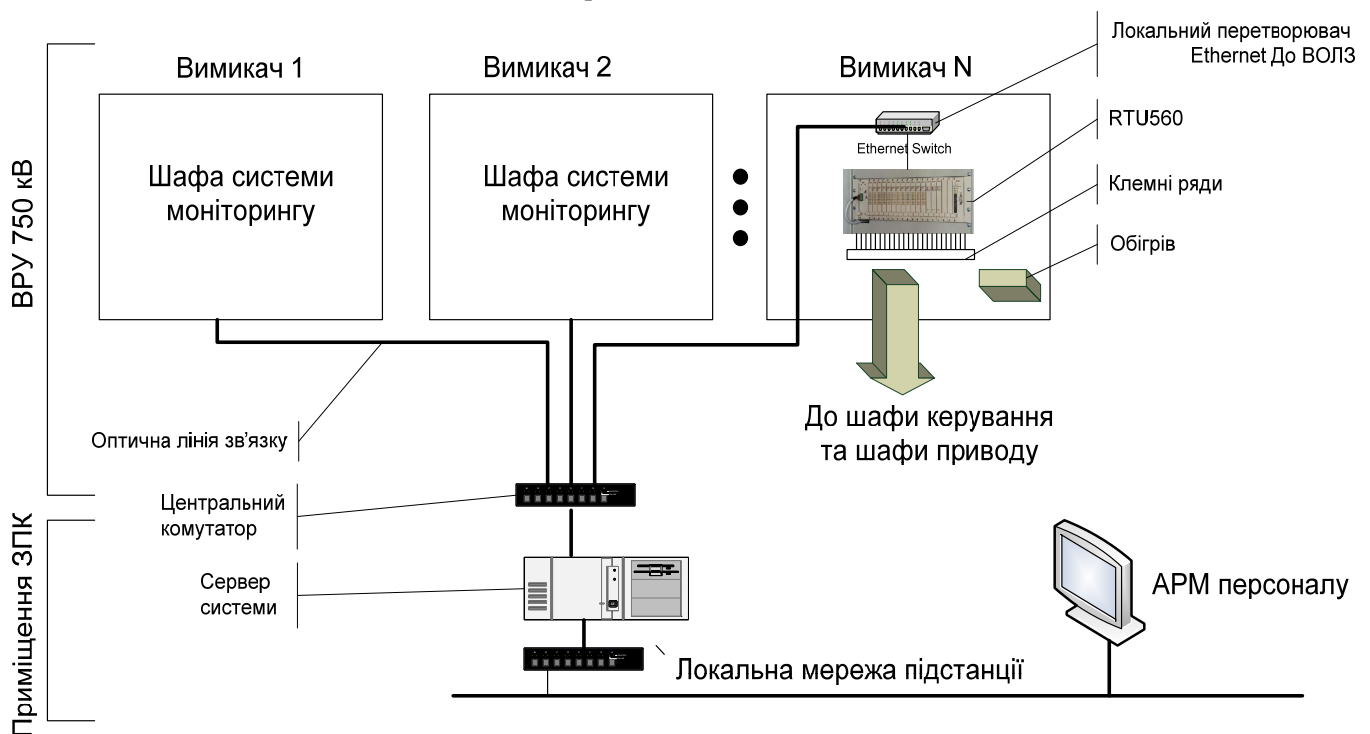


Рис. 2 Структурна схема організації системи моніторингу елегазових вимикачів © Матусевич О.О., Карпелюцький А.Р., 2017

В склад комплексу входить:

Шафа “СМЕВ”, що призначена для передачі телевимірювань (ТВ) и телесигналізації (ТС).

Вузол комунікацій, що призначений для збору та збереження інформації “СМЕВ” отриманої з нижнього рівня.

Автоматичне робоче місце (АРМ) чергового диспетчера призначено для візуального відображення всіх основних параметрів елегазових вимикачів на схемі ПС, перегляду архіву телевимірювань та журналу подій про планові та аварійні переключення та відключення на ПС ЕВ, що зберігаються на сервері “СМЕВ”.

“СМЕВ” виконує збір, обробку та передачу інформації телесигналізації (ТС) та телевимірювань (ТВ).

Отримані з кожного вимикача дані можна розділити на дві групи: поточкові (дані реального часу) та буферизовані. Поточкові дані – це інформація про поточний стан параметрів вимикача: сигнальних контактів (КСА), приводного механізму, газової суміші, температури в шафах [4]. Ці сигнали надходять до мікропроцесорного пристрою телемеханіки RTU 560 виробництва компанії ABB та обробляються ним. Обробка таких сигналів не вимагає великої швидкодії від процесора контролера, натомість ставить високі вимоги до обсягів інформації та розрахункових можливостей. Оброблені сигнали вже в цифровому вигляді відповідно до вимог міжнародного телемеханічного протоколу IEC 60870-5-104 транслиуються до сервера SCADA системи (supervisory control and data acquisition – система диспетчерського управління та збору даних) [11].

Буферизовані дані – це сигнали, стан яких записується під час комутаційної операції. До таких сигналів входять: струм соленоїдів включення та відключення (при комутації через два соленоїди, що характерно для вимикачів 220 кВ та вище – кожного окремо), координати руху контактної групи кожної з фаз [4]. Дані про рух контактної групи зчитуються з джерел кутового переміщення, що перетворює з високою точністю поступовий рух штоку контактів у кутове переміщення. Через те, що власний час комутаційної операції високовольтного вимикача перебуває в межах 20...100 мс, RTU 560 не вистачає швидкодії обробити та записати ці дані з високою дискретністю. Для вирішення цієї задачі розроблено власний модуль RSM-1, що

здійснює неперервний моніторинг вказаних сигналів та при появі переднього фронту напруги на соленоїді починає процес запам'ятовування та буферизації даних. Буфер розраховано на 12 подій по 100 мс з дискретністю 1 мс. Після заповнення буферу дані про найстарішу аварію стираються, замість них зберігаються нові (FIFO). Після закінчення запису даних чергової комутаційної операції буфер передається за міжнародним телемеханічним протоколом Modicon ModBus RTU до сервера SCADA системи. На сервері відбуваються обробка та перевірка отриманої інформації (використовуючи контрольні суми пакетів), формування та запис файлів згідно з вимогами стандарту COMTRADE. Сервер SCADA системи забезпечує візуалізацію отриманих даних, їх архівацію та, за потреби, ретрансляцію на інші рівні (до суміжних систем).

Інформація, що реєструється пристроями які знаходяться в шафі моніторингу, яка розташована на ВРП 220, 150 та 110 кВ безпосередньо біля елегазових вимикачів, передається через комунікаційні пристрої по оптоволоконним каналам зв'язку на сервер, що розташований в ГЩУ, де архівується та зберігається.

Від серверу “СМЕВ” інформація передається по мережі підстанції на АРМ чергового диспетчера ПС.

Комплекс “СМЕВ” забезпечує виконання всіх функцій і зберігає працездатність при зміні напруги живлення в межах $\pm 10\%$ від номінального значення 220В і при зміні частоти живильної мережі від 48 до 52 Гц. Вхідні ланцюги шафи моніторингу розраховані на підключення наступних джерел інформації:

ТВ (струм вимикача) – датчиків з сигналами від 0 до 1 А з точністю $\pm 0,2\%$.

ТС (дискретні сигнали) – одного замикаючого або розмикаючого контакту.

Напруга, що подається на блок контакти від імпульсного блока живлення (24 ± 1) В.

Основною ознакою нормальної роботи є достовірний прийом інформації ТВ-ТС з інтервалом оновлення 1 секунда на АРМ чергового диспетчера ПС.

Другорядною ознакою правильної роботи комплексу є достовірне і своєчасне відображення ТС та ТВ на сервері системи моніторингу (без контролю передачі інформації по каналах зв'язку).

В якості джерел ТВ використовуються:

- електронні вимірювачі електричних параметрів енергії 560CVT10 (АУ, шафа моніторингу) АБВ призначені для вимірювання струмів вимикача - Ia, Ib, Ic;

- електронні вимірювачі параметрів струму електромагнітів (соленоїдів) елегазового вимикача (U2, U3, U4);

- електронні вимірювачі параметрів струму електроприводу взведення пружин елегазового вимикача (U2, U3, U4);

- електронні вимірювачі густини та температури елегазу;

- електронні вимірювачі переміщення контактної групи вимикача під час включення та відключення;

- електронні вимірювачі температури в шафі приводу вимикача та в шафі моніторингу.

В якості джерел ТС використовуються замикаючі та розмикаючі контакти пристроїв, розташованих в шафі приводу елегазового вимикача, та в шафі моніторингу (внутрішня сигналізація).

Апаратне забезпечення АРМ чергового диспетчера ПС включає персональний комп'ютер (ПК), підключений до мережі «ЕНЕРГІЯ» по якій здійснюється підключення до віддаленого робочого столу сервера СМЕВ.

АМН розташоване на головному щиті управління на столі чергового диспетчера підстанції.

АРМ чергового диспетчера ПС представляє собою ПК офісного виконання в складі процесора Intel Core, 4ГБ ОЗУ, НЖМД 500 ГБ, пристрій читання DVD ROM, мережеву плату Ethernet 10/100 Мбіт/с, звукову плату, монітор з діагоналлю 21 дюймів, маніпулятор «миш» і клавіатуру.

Програмне забезпечення (ПО) АРМ чергового диспетчера ПС реалізовано у вигляді комплексу задач, які працюють під управлінням операційної системи Windows7.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Идельчик, В. И. Электрические системы и сети [Текст] / В. И. Идельчик. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.
2. Буткевич О.Ф. Проблемно-орієнтований моніторинг режимів ОЕС України // Техн. електродинаміка. — 2007, № 5. — С. 39—52.
3. Буткевич О.Ф., Кириленко О.В. Першочергові завдання проблемно-орієнтованої системи моніторингу режимів ОЕС України // Вісник Національного Університету "Львівська політехніка". – № 597. — С. 129-135.
4. Кутін, В. М. Визначення діагностичних параметрів оцінки технічного стану високовольтного вимикача [Текст] / Кутін В. М.

Висновки

Система моніторингу елегазових вимикачів в режимі реального часу, дозволяє здійснювати технічне обслуговування програм більш надійним економічно ефективним способом:

- 1) Забезпечує формування програми технічного обслуговування, використовуючи дані, які безперервно збираються в режимі реального часу.

- 2) Своєчасне інформування, сигналізацію в разі виявлення проблем, які пов'язані з неправильним використанням або порушенням нормальної роботи вимикача.

- 3) Надає розрахунки з питань відстрочення планового технічного обслуговування.

З впровадженням системи зростає якість та ефективність обслуговування елегазових вимикачів системи електропостачання залізниць, що призведе до більш надійного електропостачання споживачів. Реалізація функцій прогнозування дозволить вчасно попередити несправності вимикача. Детальний аналіз кожного відключення вимикачем струму короткого замикання, отримання достовірних даних про час роботи вимикача та величину струму короткого замикання, дозволить в автоматичному режимі розрахувати комутаційний ресурс вимикача. Аналіз порівняння з попередніми відключеннями дозволить прослідкувати динаміку швидкості зміни параметрів вимикача при комутаційних операціях та визначитись з необхідністю проведення ремонтних робіт для забезпечення повного використання ресурсу вимикача.

REFERENCES

1. Ydel'chyk, V. Y. «Elektrycheskie systemy i seti» [Tekst] [Electrical systems and networks] / V. Y. Ydel'chyk. – M.: Enerhoatomyzdat, 1989. – 592 s.
2. Butkevych O.F. Problemno-orientovany monitorynh rezhymiv OES Ukrayiny [Problem-oriented monitoring of the UES regimes of Ukraine] // Tekhn. elektrodynamika. — 2007, No. 5. — S. 39—52.
3. Butkevych O.F., Kyrylenko O.V. Pershocherhovi zavdannya problemno-orientovanoyi systemy monitorynhu rezhymiv 2007, № 597. — С. 129—135.

© Матусевич О.О., Карпельянський А.Р., 2017

Рубаненко О.Є., Мисенко С. В. // Энергетика: економіка, технології, екологія. – 2014. – №3. – С. 33-39. ISSN 1813-5420.

5. Михайлюк, Р. І. Досвід та перспективи експлуатації елегазових вимикачів у Південно-Західній енергетичній системі [Текст] / Р. І. Михайлюк, С. В. Мисенко, В. М. Кутін, О. Є. Рубаненко // Энергетика та електрифікація – 2014. – №3. – С. 34–37.

6. Стогній Б.С., Сопель М.Ф., Тутик В.Л., Панов А.В. Методика контролю параметрів газової суміші в елегазових вимикачах 750 кВ // Збірник наукових статей за результатами, отриманими в 2004-2006 рр. Цільова комплексна програма НАН України Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин. – Київ, 2006. – С. 269–272.

7. Стогній Б.С., Сопель М.Ф., Дячук С.Я., Сорочинський В.В., Тутик В.Л. Інформаційно-діагностичний комплекс "Регіна" Тези доп. міжнар. наук.-техн. конф. "Керування режимами роботи об'єктів електричних систем 2000". м. Донецьк 5—7 вересня 2000 р.

8. Тимашова, Л. В. Анализ повреждаемости выключателей 110–750 кВ [Електронний ресурс] / Л. В. Тимашова, И. Л. Шлейфман, И. А. Назаров // Материалы V международной научно-технической конференции «Высоковольтное коммутационное оборудование». Москва. – 2009. – 8 с.

9. Кутін, В. М. Вдосконалення методів діагностування високовольтних вимикачів [Текст] / В. М. Кутін, О. Є. Рубаненко, С. В. Мисенко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – №1. – С.109–113.

10. Кукеков, Г. А. Выключатели переменного тока высокого напряжения [Текст] / Г. А. Кукеков. // – Л.: Энергия, 1972. – 336 с.

11. Стогній Б.С., Кириленко О.В., Буткевич О.Ф., Сопель М.Ф. Застосування засобів моніторингу перехідних режимів в ОЕС України для розв'язання задач диспетчерського керування // Праці Інституту електродинаміки НАН України, 2009, вип. 23. — С. 147—155.

Ключові слова: системи моніторингу елегазових вимикачів; елегазові вимикачі; буферизовані дані; потокові дані; параметри вимикача.

4. Kutin, V. M. Vyznachennya diahnostychnykh parametriv otsinky tekhnichnoho stanu vysokovol'tnoho vymykacha [Determination of diagnostic parameters of the technical condition of the high-voltage circuit breaker] [Tekst] / Kutin V. M., Rubanenko O.Ye., Mysenko S. V. // Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohiyi, ekolohiya. – 2014. – №3. – С. 33-39. ISSN 1813-5420.

5. Mykhaylyuk, R. I. Dosvid ta perspektyvy ekspluatatsiyi elehazovykh vymykachiv u Pivdenno-Zakhidniy enerhetychniy systemi [Experiences and prospects for exploiting SF6 circuit breakers in the Southwest Power System] [Tekst] / R. I. Mykhaylyuk, S. V. Mysenko, V. M. Kutin, O. Ye. Rubanenko // Enerhetyka ta elektryfikatsiya. – 2014. – №3. – С. 34–37.

6. Stohniy B.S., Sopol' M.F., Tutyk V.L., Panov A.V. Metodyka kontrolyu parametriv hazovoyi sumishi v elehazovykh vymykachakh 750 kV [Method of control of parameters of the gas mixture in 750 kV insulating circuit breakers] // Zbirnyk naukovykh statey za rezul'tatamy, otrymanymy v 2004-2006 rr. Tsil'ova kompleksna prohrama NAN Ukrayiny «Problemy resursu i bezpeky ekspluatatsiyi konstruktiv, sporud ta mashyn». – Kyiv, 2006. – С. 269–272.

7. Stohniy B.S., Sopol' M.F., Dyachuk S.Ya., Sorochyns'kyi V.V., Tutyk V.L. Informatsiyno-diahnostychnyy kompleks "Regina" [Information and diagnostic complex "Regina"] Tezy dop. mizhnar. nauk.-tekhn. konf. "Keruvannya rezhymamy roboty ob'yektiv elektrychnykh system 2000". m. Donets'k 5—7 veresnya 2000 r.

8. Tymashova, L. V. Analiz povrezhdaemosti vikliuchateley 110–750 kV [Elektronnyy resurs] [Analysis of the breakdown of 110-750 kV circuit breakers] / L. V. Tymashova, Y. L. Shleyfman, Y. A. Nazarov // Materyaly V mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsyy «Vysokovol'tnoe kommutatsyonnoe oborudovanye». Moskva. – 2009. – 8 s.

9. Kutin, V. M. Vdoskonalennya metodiv diahnostuvannya vysokovol'tnykh vymykachiv [Improvement of methods of diagnostics of high-voltage switches] [Tekst] / V. M. Kutin, O. Ye. Rubanenko, S. V. Mysenko // Visnyk Vinnyts'koho politekhnichnoho instytutu. – 2012. – №1. – С.109–113.

10. Kukekov, H. A. Viklyuchately peremennoho toka visokoho napryazheniya [Tekst] [High-voltage alternating current circuit breakers] / H. A. Kukekov. // – L.: Enerhiya, 1972. – 336 s.

11. Stohniy B.S., Kyrylenko O.V., Butkevych O.F., Sopol' M.F. Zastosuvannya zasobiv monitorynhu perekhidnykh rezhymiv v OES Ukrayiny dlya rozv'yazannya zadach dyspetchers'koho keruvannya [Application of means of monitoring of transitional regimes in the UES of Ukraine for solving dispatch control tasks] // Pratsi Instytutu elektrodynamiky NAN Ukrayiny, 2009, vyp. 23. — С. 147—155.

Вимикач є одним з найважливіших апаратів, від якого залежить надійна робота не тільки розподільного пристрою, де вони встановлені, але часто і всієї енергосистеми. Найбільш відповідальною операцією для вимикачів можна вважати відключення великих струмів короткого замикання, що досягають декількох десятків кА.

Високовольтні вимикачі схильні до старіння і зносу на протязі їх експлуатації. Тому, щоб збалансувати цей ефект, протягом їх терміну служби здійснюються різні види технічного обслуговування і ремонту. Крім того, термін експлуатації комутаційного обладнання важко визначити заздалегідь, так як це залежить від багатьох факторів, таких як технологія виготовлення, електрична напруга, умови довкілля і механічні навантаження, температурні режими, тощо.

З метою підвищення ефективності експлуатації елегазових вимикачів тягових підстанцій залізниць, пропонується впровадити одну з сучасних систем моніторингу елегазових вимикачів "СМЕВ". Моніторинг вимикачів використовується для вирішення двох основних завдань. Перше – контроль нормального режиму роботи, що дозволяє ефективніше використовувати ресурс вимикача та попереджати його аварійний стан своєчасним виведенням в ремонт. Друге – збір інформації про положення вимикача для систем керування та автоматизації електроенергетичного об'єкта. Система моніторингу параметрів елегазових вимикачів призначена для контролю стану високовольтного обладнання з метою визначення поточних параметрів та прогнозного розрахунку основних технологічних величин. Дана система дозволяє в режимі реального часу, планувати здійснення технічного обслуговування та ремонту обладнання більш надійним економічно ефективним способом.

З впровадженням системи зростає якість та ефективність обслуговування елегазових вимикачів системи електропостачання залізниць, що призведе до більш надійного електропостачання споживачів. Реалізація функцій прогнозування дозволить вчасно попередити несправності вимикача. Детальний аналіз кожного відключення вимикачем струму короткого замикання, отримання достовірних даних про час роботи вимикача та величину струму короткого замикання, дозволить в автоматичному режимі розрахувати комутаційний ресурс вимикача. Аналіз порівняння з попередніми відключеннями дозволить прослідкувати динаміку швидкості зміни параметрів вимикача при комутаційних операціях та визначитись з необхідністю проведення ремонтних робіт для забезпечення повного використання ресурсу вимикача.

УДК 621.311

О. О. МАТУСЕВИЧ, А. Р. КАРПЕЛЯНСКИЙ (ДНУЖТ)

Кафедра «Интеллектуальные системы электроснабжения», Днепрпетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, г. Днепр, 49010, Украина, тел. : +380953815451, e-mail: anatoliy.karpelyanskiy@gmail.com, ORCID: orcid.org/0000-0002-2174-7774

МОНИТОРИНГ КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕГАЗОВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Выключатель является одним из важнейших аппаратов, от которого зависит надежная работа не только распределительного устройства, на котором они установлены, но часто и всей энергосистемы. Наиболее ответственной операцией для выключателей можно считать отключение больших токов короткого замыкания, достигающие нескольких десятков кА.

Высоковольтные выключатели подвержены старению и износу в процессе их эксплуатации. Чтобы сбалансировать этот эффект на протяжении срока службы проводятся различные виды технического обслуживания и ремонта. Кроме того, срок эксплуатации коммутационного оборудования сложно спрогнозировать, так как это зависит от многих факторов, таких как технология изготовления, электрическое напряжение, условия окружающей среды и механические нагрузки, температурные режимы, и тому подобное.

С целью повышения эффективности эксплуатации элегазовых выключателей тяговых подстанций железных дорог, предлагается внедрить одну из современных систем мониторинга элегазовых выключателей "СМЕВ". Мониторинг выключателей используется для решения двух основных задач. Первое - контроль нормального режима работы, позволяет эффективнее использовать ресурс выключателя и предупреждать его аварийные состояния своевременным выводом в ремонт. Второе - сбор информации о положении выключателя для систем управления и автоматизации электроэнергетического объекта. Система мониторинга параметров элегазовых выключателей предназначена для контроля состояния высоковольтного оборудования с целью определения текущих параметров и прогнозирования расчета основных технологических параметров. Данная система позволяет в режиме реального времени планировать выполнение технического обслуживания и ремонта оборудования более надежным экономически эффективным способом.

С внедрением системы увеличится качество и эффективность обслуживания элегазовых выключателей системы электроснабжения железных дорог, что приведет к более надежному электроснабжению потребителей. Реализация функций прогнозирования позволит вовремя предупредить неисправности выключателя. Детальный анализ каждого отключения выключателем тока короткого замыкания, получение достоверных данных о времени работы выключателя и величину тока короткого замыкания, позволит в автоматическом режиме рассчитать коммутационный ресурс выключателя. Анализ сравнения с предыдущими отключениями позволит проследить динамику скорости изменения параметров выключателя при коммутационных операциях и определиться с необходимостью проведения ремонтных работ для обеспечения полного использования ресурса выключателя.

Ключевые слова: системы мониторинга элегазовых выключателей; элегазовые выключатели; буферизованные данные; потоковые данные; параметры выключателя.

© Матусевич О.О., Карпелянский А.Р., 2017

UDC 621.311

O. O. MATUSEVYCH, A. R. KARPELYANS'KIY (DNURT)

Department "Intelligent power supply systems", Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan, st. Lazaryan, 2, Dnepr, 49010, Ukraine, phone: +380953815451, e-mail: anatoliy.karpelyanskiy@gmail.com, ORCID: orcid.org/0000-0002-2174-7774

MONITORING AS ONE OF THE DIRECTIONS OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF SF6 CIRCUIT BREAKERS OPERATION

The circuit breaker is one of the most important devices on which reliable operation of not only the switchgear on which they are installed, but often the entire power system, depends. The most important operation for circuit breakers can be considered the switching off of large short-circuit currents, reaching several tens of kA.

High-voltage circuit breakers of the traction substations of railways are prone to aging and wear during their service. Therefore, in order to balance this effect, different types of maintenance and repair are carried out during their service life. In addition, the life of the circuit breakers equipment is difficult to determine in advance as it depends on many factors, such as manufacturing technology, electrical voltage, environmental conditions and mechanical loads, temperature regimes, etc.

In order to increase the operational efficiency of SF6 circuit breakers, it is proposed to introduce one of the modern monitoring systems for SF6 circuit breakers "SMEV". Monitoring of circuit breakers is used to solve two main tasks. The first is control of the normal operation mode, it allows more efficient use of the circuit breakers resource and prevents its emergency conditions by timely withdrawal for repair. The second is the collection of information on the position of the switch for the control and automation systems of the electric power facility. The system for monitoring the parameters of the SF6 circuit breakers is designed to control the state of high-voltage equipment in order to determine the current parameters and predictive calculation of the main technological quantities. This system allows real-time scheduling of maintenance and repair of equipment in a more reliable and cost-effective way.

With the introduction of the system, the quality and efficiency of servicing the insulated electric circuit breakers of the railway supply system will increase, which will lead to more reliable electricity supply to consumers. Realization of the functions of forecasting will allow the timely warning of the failure of the circuit breaker. Detailed analysis of each switch-off of the short-circuit current circuit, obtaining reliable data on the switch-time and the value of the short-circuit current, will allow in automatic mode to calculate the switching resource of the circuit breaker. Comparison analysis with the previous disconnections will allow to follow the dynamics of the speed of switching the circuit breaker parameters during switching operations and determine the need for repair work to ensure full utilization of the circuit breakers resource.

Keywords: systems of monitoring of SF6 circuit breakers; SF6 circuit breakers; buffered data; flow data; parameters of circuit breakers.

Received 17.10.2017; accepted in revised form 14.12.2017.