

ДЕЯКІ ПРАКТИЧНІ ПИТАННЯ МОНІТОРИНГУ ЕЛЕГАЗОВИХ ВИМИКАЧІВ

А.В. Панов, мол. наук. співроб., **Д.В. Войтов**, інж., **М.О. Нестриженний**, інж.

Інститут електродинаміки НАН України,
пр. Перемоги, 56, Київ-57, 03680, Україна

Коротко розглянуто стан систем моніторингу високовольтних вимикачів в Україні; проаналізовано системи моніторингу високовольтних вимикачів, що застосовуються на території України; представлено систему моніторингу елегазових вимикачів, яка не залежить від конкретного виробника вимикачів, наведено загальний опис та структурну схему представленої системи; розглянуто основні чинники вибору систем моніторингу кінцевим замовником. Бібл. 5, рисунок, табл. 2.

Ключові слова: моніторинг, елегазовий вимикач.

Незважаючи на те, що в об'єднаній енергетичній системі (ОЕС) України на сьогодні ще часто використовуються вимикачі старого покоління (повітряні та масляні), розвиток матеріальної бази призводить до все ширшого використання сучасних елегазових вимикачів класу 110 кВ та вище. Це відбувається не миттєво, але поступово всі електроенергетичні об'єкти переходять до заміни комутаційного обладнання на сучасне. У табл. 1 наведено обсяги встановлених елегазових вимикачів за період до 2012 р., а в табл. 2 – заплановані обсяги заміни старих вимикачів на елегазові на підстанціях класу 750 кВ протягом 2011-2014 рр.).

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 [3, 5].

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 [2]. Друге – збір інформації про 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) [4].

Використання сучасних високовольтних вимикачів надає широкі можливості для збору різних аналогових та дискретних сигналів з цього обладнання. Такими сигналами можуть бути: тиск елегазової суміші, температура в середині та зовні бака, струми соленоїдів включення та відключення, струм та час заведення пружини, хід контактної групи, час відклю-

Використання сучасних високовольтних вимикачів надає широкі можливості для збору різних аналогових та дискретних сигналів з цього обладнання. Такими сигналами можуть бути: тиск елегазової суміші, температура в середині та зовні бака, струми соленоїдів включення та відключення, струм та час заведення пружини, хід контактної групи, час відклю-

Таблиця 1

Клас напруги, кВ	Виробник	Кількість, шт
110	ABB	420
150	ABB	382
220	ABB	18
330	ABB, Siemens	117
500	ABB	2
750	ABB, Areva	36

Таблиця 2

Клас напруги, кВ	Виробник	Кількість вимикачів за планом, шт	Кількість заміненних вимикачів за 2011-2012 рр., шт	Кількість вимикачів, що залишилися для заміни, шт.
110	ABB	7	0	7
330	ABB	60	19	41
500	ABB	6	2	4
750	ABB	57	23	34

чення, положення вимикача на поточний момент часу тощо. Провідні виробники вимикачів (ABB, Siemens, Areva, Mitsubishi) створюють ці сигнали 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.

Так, система OLM виробництва компанії Elcon, що поставляється на вимикачі ABB, використовується на ПС «Вінницька» 750 кВ та ПС «Пічна» 330 кВ. До недоліків цієї системи можна віднести:

- використання в якості системного інтерфейсу RS 485, який недостатньо захищений від електромагнітних завад, що призводить до надходження в систему великої кількості помилкових даних;
- запис осцилограм не в загальноприйнятому форматі COMTRADE;
- робота тільки з вимикачами виробництва ABB;
- робота системи за своїм внутрішнім протоколом та відсутність можливості використання отриманих даних в інших програмах, що не дає змогу провести інтеграцію цієї системи в АСКТП.

Система CBWatch виробництва компанії Areva, що поставляється на вимикачі Areva, використовується на ПС «Київська» 750 кВ та ПС «Західноукраїнська» 750 кВ. До недоліків цієї системи можна віднести:

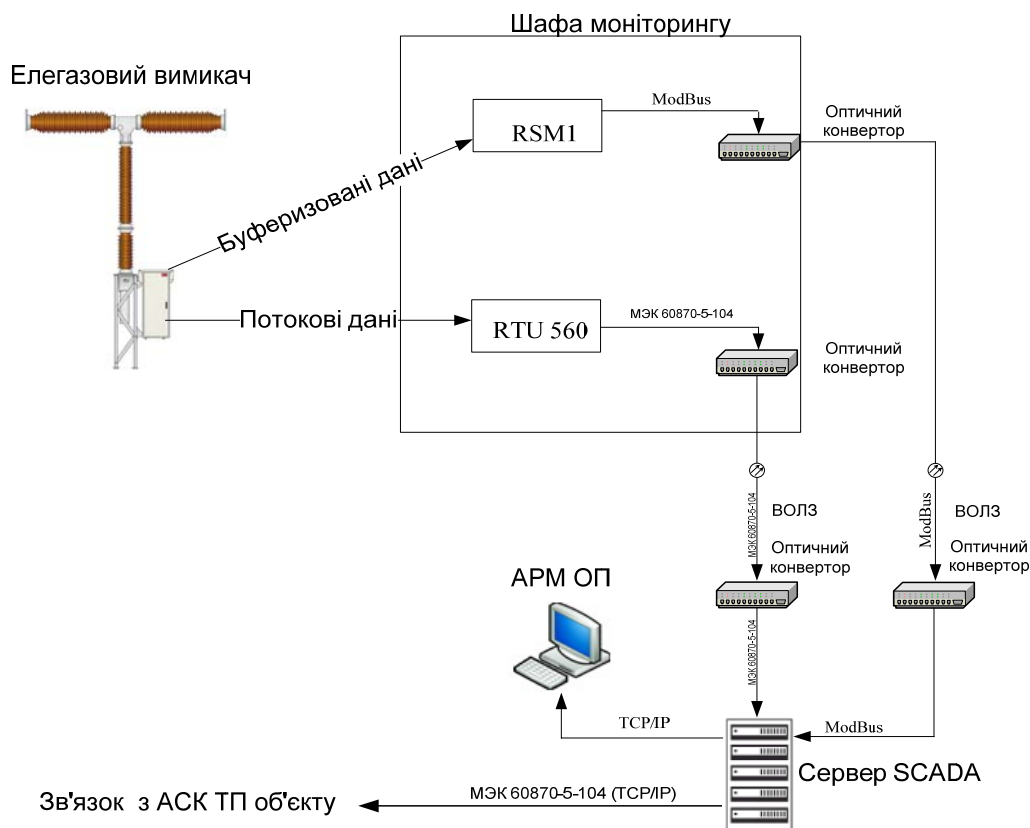
- запис осцилограм не в загальноприйнятому форматі COMTRADE;
- запис осцилограм обмежено часом 20 мс;
- відсутність розрахунку ресурсу вимикача;
- робота тільки з вимикачами виробництва Areva.

В Україні система моніторингу високовольтних елегазових вимикачів, що не залежить від конкретного їх виробника, реалізована підприємством «АНІГЕР». У цій розробці [1] застосовано комбінований підхід щодо обрання технічних та програмних заходів, використано рішення від ABB та власні розробки. Це дає змогу використовувати перевірені часом засоби від відомого в світі виробника та при цьому не залежати від його системних рішень. Структурна схема такої системи представлена на рисунку.

Отримані з кожного вимикача дані можна розділити на дві групи: потокові (дані реального часу) та буферизовані. Поточні дані – це інформація про поточний стан параметрів вимикача: сигнальних контактів (КСА), приводного механізму, газової суміші, температури в шафах. 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 транслиються до сервера SCADA системи (supervisory control and data acquisition – система диспетчерського управління та збору даних).

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 330...750 кВ — кожного окремо), координати руху контактної групи кожної з фаз. Дані про рух контактної групи зчитуються з давачів 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 чер-

гової 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).



Системи такого типу встановлені на підстанціях Західноукраїнська 750 кВ, Вінницька 750 кВ, Дніпровська 750 кВ, Запорізька 750 кВ, Північноукраїнська 750 кВ, Донбаська 750 кВ та Південнодонбаська 750 кВ. До кінця 2014 року планується підключити 130 елегазових вимикачів класом напруги 110...750 кВ виробництва ABB з можливістю розширення систем моніторингу та інтеграції їх в системи АСКТП підстанцій.

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», 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.

1. *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.
2. *Пат. України 73398.* Мікропроцесорна система моніторингу і прогнозу залишкового ресурсу елегазових високовольтних вимикачів, G 07 C 3/10 // Промислова власність; Опубл. 2012; Бюл. № 18.
3. *IEC 1634: 1995, IEC technical report: High-voltage switchgear and controlgear use and handling of sulphur hexafluoride (SF6) in high-voltage switchgear and controlgear.*
4. *IEEE Standard C37.1-1994 // IEEE Standard Definition, Specification, and Analysis of Systems Used for Supervisory Control, Data Acquisition, and Automatic Control.*
5. *Kopejtkova, D., Malony, T., Kobayashi, S., and Welch, I.* A twenty-five year review of experience with SF6 gas-insulated substations (GIS), Paper 23–101 of CIGRE General Meeting, Paris, 1992.

УДК 621.311

А.В. Панов, мл. науч. сотр., **Д.В. Войтов**, инж., **Н.О. Нестриженный**, инж.

Институт электродинамики НАН Украины,
пр.Победы, 56, Киев-57, 03680, Украина

Некоторые практические вопросы о мониторинге элегазовых выключателей

Кратко описано состояние систем мониторинга высоковольтных выключателей в Украине; проанализированы системы мониторинга высоковольтных выключателей, которые используются в Украине; представлена система мониторинга элегазовых выключателей, которая не зависит от конкретного изготовителя выключателей, приведены общее описание и структурная схема данной системы; рассмотрены основные факторы выбора системы мониторинга конечным заказчиком. Библи. 5, рисунок, табл. 2.

Ключевые слова: мониторинг, элегазовый выключатель.

A. Panov, D. Voitov, N. Nestryzhennyi

Institute of Electrodynamics National Academy of Science of Ukraine,
Peremogy, 56, Kyiv-57, 03680, Ukraine

Several practical facts about SF6 circuit breakers' monitoring

State of monitoring systems for high voltage circuit breakers in Ukraine is briefly described. Operation details of monitoring systems for high voltage circuit which are utilized in Ukraine are disclosed. Monitoring system for SF6 circuit breakers made without associating to any exact manufacturer of existing circuit breakers is introduced; general description and structure chart are represented. Positive and negative qualities of implementation of proprietary systems in comparison with systems manufactured by independent third party companies are examined. Main points of interest for customer's choice when choosing monitoring system regarding high voltage SF6 circuit breakers are examined. References 5, figure, tables 2.

Key words: monitoring, SF6 circuit breaker.

Надійшла 28.05.2013

Received 28.05.2013