

Ч.К. Буй, С.С. Кубрин,

ИССЛЕДОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫМИ ЯЧЕЙКАМИ 6 кВ НА ЦЕНТРАЛЬНОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ПОДСТАНЦИИ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В условиях жесткой конкуренции перед многими горнодобывающими предприятиями остро стоит проблема увеличения производительности труда и эффективности использования оборудования. Одним из путей решения данной проблемы является повышение уровня автоматизации производства при эксплуатации систем электроснабжения, построенных на современной элементной базе с применением информационных технологий. В статье описан аппаратно-программный комплекс, предназначенный для мониторинга и управления высоковольтными ячейками 6 кВ на центральной распределительной подстанции горного предприятия. Рассмотрены его возможности и преимущества по сравнению с системами предыдущего поколения.

Ключевые слова: мониторинг и управление, электроснабжение, электрооборудование, автоматизирование, высоковольтная ячейка, горное предприятие.

Как известно, энергоснабжение горных предприятий имеет важное значение по энергообеспечению горных работ. Условия подземных шахт и рудников, особенно опасных, обусловили ряд специальных требований к электроснабжению горных предприятий и к исполнению рудничного электрооборудования. Это потребовало решения многих проблем, связанных с безопасным применением электроэнергии в шахтах и рудниках; надежное и бесперебойное питание электроэнергией основных потребителей, экономичность в отношении капитальных затрат и эксплуатационных расходов, гибкость и управляемость, учитывающая непрерывное расширение и наращивание подземных электрических сетей, безопасность в отношении пожаров и взрывов рудничной атмосферы, с защитой персонала от поражения электрическим током.

В настоящее время большинство сетей напряжением 6 кВ горных предприятий оснащены ручным управле-

нием, что небезопасно для людей. Применение системы мониторинга и управления высоковольтными ячейками 6 кВ на центральной распределительной подстанции горных предприятий особенно важно для развивающихся стран (в том числе Вьетнама). Достоинством такой системы является повышение надежности, бесперебойное питание, гибкость и управляемость и защита людей от поражением электрическим током. Однако, эти системы, как показал опыт эксплуатации, также требуют адаптации к условиям горных предприятий по составу и параметрам применяемых технических средств.

Технической базой создаваемой системы мониторинга и управления высоковольтными ячейками 6 кВ на центральной распределительной подстанции горных предприятий являются:

- системный блок с оперативной памятью не менее 1 Гбайт и дисковой памятью не менее 80 Гбайт; (один в работе, второй в резерве);

- монитор с размером экрана не менее 14 дюймов; (один в работе, второй в резерве);

- программируемый логический контроллер – ПЛК (Programmable Logic Controller – Simatic S7-300), (один в работе, второй в резерве);

- источники бесперебойного питания 230 В мощность не менее 1000 ВА;

- клавиатура, принтер, мышь и дисконд.

- программное обеспечение WIN CC 5.0 или далее;

- программные обеспечения Simatic S7-300.

Программой средой функционирования системы мониторинга и управления высоковольтными ячейками 6 кВ на центральной распределительной подстанции горных предприятий является WINDOWS 7.

Задача является сетевой, т.е. позволяющая реализацию включения-выключения, мониторинга и управления многопользовательскими режимами сети и электрооборудований с отображением на экран видеомонитора.

Программа системы мониторинга и управления высоковольтными ячейками 6 кВ на центральной распределительной подстанции горных предприятий обеспечивает выполнение следующих операций:

- ввод с клавиатуры на экран видеомонитора принципиальных однолинейных схем электроснабжения до высоковольтных ячеек 6 кВ в символьном виде, и их хранение;

- корректировка схем электроснабжения добавлением и или исключением отдельных их частей.

Основные цели создания системы мониторинга и управления высоковольтными ячейками 6 кВ на центральной распределительной подстанции горных предприятий:

- организация бесперебойного энергоснабжения потребителей;

- снижение числа аварийных ситуаций и инцидентов в работе энергохозяйства предприятия;

- оперативное управление системой энергоснабжения и энергопотреблением объектов предприятия;

- снижения эксплуатационных издержек и затрат на содержание системы электроснабжения;

- возможность планирования обслуживания и ремонтов электрооборудования по его фактическому техническому состоянию;

- возможность мониторинга и управления режимами работами и противоаварийными защитами оборудования всех объектов энергообеспечения, и с высокой эксплуатационной надежностью;

- получение в реальном масштабе времени достоверной информации о параметрах, режимах и объеме энергопотребления;

- оперативное управление распределением электроэнергии;

- представление оперативной схемы системы электроснабжения предприятия.

Для программирования ПЛК используются стандартизированные языки МЭК (IEC) стандарта IEC61131-3.

Языки программирования (графические):

- LD (Ladder Diagram) – Язык релейных схем – самый распространенный язык для ПЛК;

- FBD (Function Block Diagram) – Язык функциональных блоков – 2-й по распространенности язык для ПЛК;

- SFC (Sequential Function Chart) – Язык диаграмм состояний – используется для программирования автоматов;

- CFC (Continuous Function Chart) – Не сертифицирован IEC61131-3, дальнейшее развитие FBD.

- Языки программирования (текстовые):

- IL (Instruction List) – Ассемблеро – подобный язык;

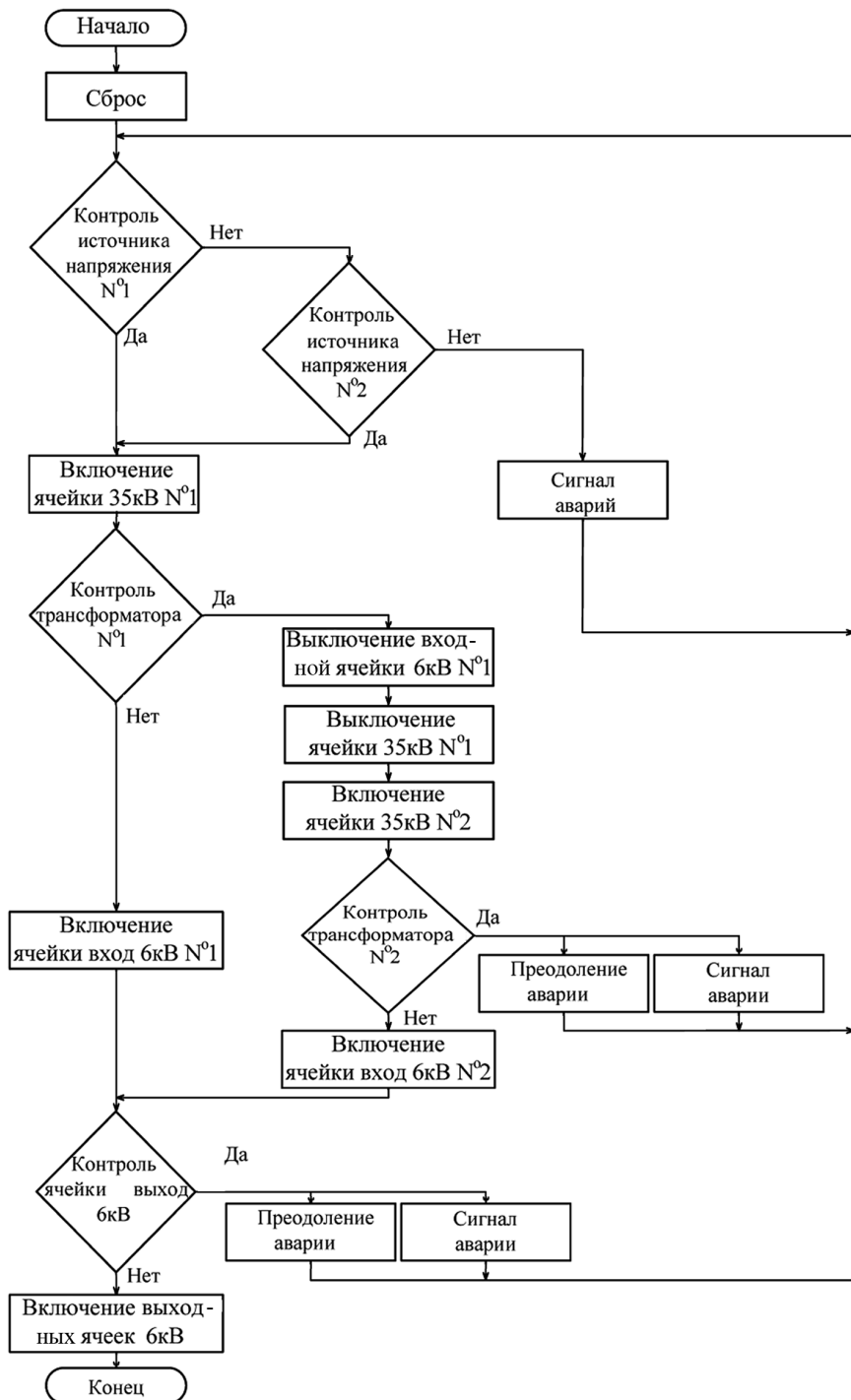


Рис. 1. Алгоритм управления центральной распределительной подстанцией 35/6 кВ горных предприятий

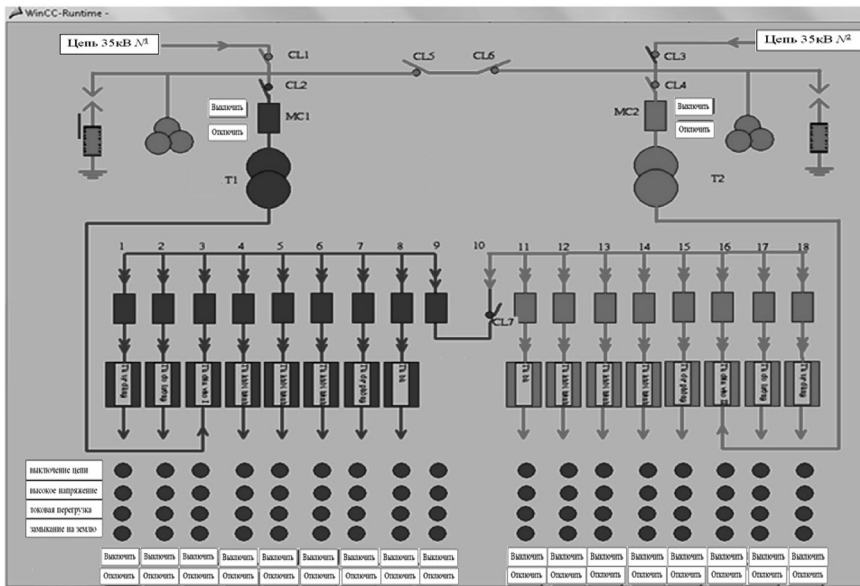


Рис. 2. Главное окно программы интерфейса оператора с 17 ячеек 6 кВ

- ST (Structured Text) – Паскалеподобный язык.

Пример общей мнемосхемы центральной распределительной подстанции горного предприятия приведен на рис. 2.

Режим работы системы мониторинга и управления высоковольтными ячейками 6 кВ на центральной распределительной подстанции горных предприятий – непрерывный, круглосуточный. Включение/выключение устройств нижнего уровня системы осуществляется включением/выключением искробезопасных источников питания. После подачи питания устройства удаленного ввода/вывода входят в рабочий режим автоматически. Далее, в зависимости от выбранного режима работы (местный/дистанционный), управление ячейки может происходить либо из диспетчерской, либо от рабочего места, которое программно назначено головным.

Для защиты ячеек 6 кВ и трансформаторов используют реле максимального напряжения, реле нулевого напряжения, реле мощности, реле тока,

перегрузочное реле, термическое реле и реле давления. Сигналы от реле передают от ПЛК через устройство аналого-цифрового преобразования.

Во время работы системы ПЛК непрерывно опрашивают устройства удаленного ввода/вывода, получая от них информацию о состоянии реле, и передают эту информацию на автоматизированное рабочее место оператора, где она отображается на мнемосхеме и записывается в базу данных.

В случае срабатывания одного из аварийных реле, подается сигнал тревоги. Вся информация о характере неисправности, его местоположении, отображается на экране автоматизированного рабочего места оператора и записывается в базу данных.

Использование системы мониторинга и управления высоковольтными ячейками 6 кВ на центральной распределительной подстанции горных предприятий позволяет:

- определять тип и местоположение неисправности, что сокращает время на ее поиск и устранение;

- измерять температуру трансформаторов, с учетом допустимых диапазонов с выдачей сигнала тревоги;
- конфигурирование системы под конкретный объект управления, в том числе, путем подключения нового оборудования сторонних производителей;
- управление всеми ячейками 6 кВ из диспетчерской.

Заключение

В предлагаемом подходе построения системы мониторинга и управления высоковольтными ячейками 6 кВ на центральной распределительной подстанции горного предприятия описано представление данных системы мониторинга и управления на центральной распределительной подстанции с соблюдением иерархии и логических связей энергооборудованиями, которое позволяет представлять все распределительные подстанции горных предприятий, независимо от производителя и используемых средств оборудования. Кроме того, система описы-

вает структуру электроснабжения сети подстанции и режимы работы ячеек в номинальном и аварийном режимах.

Построенные по таким принципам системы мониторинга и управления высоковольтными ячейками 6 кВ на центральной распределительной подстанции горного предприятия позволяют решать задачи оценки энергоэффективности производственных процессов и производственного оборудования и разрабатывать мероприятия по ее повышению.

Разработка, апробирование и внедрение системой мониторинга и управления высоковольтными ячейками 6 кВ на центральной распределительной подстанции, позволяет надеяться на корректное решение поставленных задач для горных предприятий, учитывать режимы работы, обеспечивать требуемую надежность функционирования, гибкость и управляемость всей системы энергоснабжения горных предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кубрин С.С., Решетняк С.Н. Автоматизированная информационно-измерительная система технического учета электроэнергии для подземных горных работ // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. – № 11. – С. 337–341.
2. Нгуен Зоан Фьюк, Фан Шуан Минх. Автоматизация с ПЛК S-7-300. – Издательство Научный и технический Ханой, 2006. – С. 25–57.
3. Чан Тху Ха, Фам Куан Хуи. Программирование S7-300 & Win CC. – Издательство Хонг Дик, Хо Ши Мин, 2008. – С. 290–327.
4. Шахта Хонг Тхай. Эксплуатация трансформаторной станции / Шахта Хонг Тхай. Вьетнам. – 2013. – С. 3–10.
5. Благодарный А.И., Гусев О.З., Журавлев С.С., Золотухин Е.П. Автоматизированная система контроля и управления ленточными конвейерами на угольных шахтах // Горная промышленность. – 2008. – № 6. – С. 38–44. **ИДAS**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Буй Чунг Кьен – аспирант, ИТАСУ НИТУ «МИСиС»,
e-mail: buitruongkiendkhqui@gmail.com,
Кубрин Сергей Сергеевич – доктор технических наук, профессор,
зав. лабораторией, e-mail: s_kubrin@mail.ru,
Институт проблем комплексного освоения недр РАН.

**RESEARCH, DEVELOPMENT OF MONITORING SYSTEM
AND CONTROL HIGH-VOLTAGE CABINETS 6KV
IN THE CENTRAL DISTRIBUTION SUBSTATION IN MINING ENTERPRISES**

Bui Trung Kien, Graduate Student, e-mail: buitrungkiendkhqui@gmail.com,
Institute of Information Technologies and Automated Control Systems,
National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia,
Kubrin S.S., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Laboratory,
e-mail: s_kubrin@mail.ru, Institute of Problems of Comprehensive Exploitation
of Mineral Resources of Russian Academy of Sciences, 111020, Moscow, Russia.

In a harsh competitive environment faced by many enterprises of mining, the urgent problem is to improve production and equipment efficiency. One of the solutions of problem solving is to increase the level of automation when operating the power supply system, built on the basis of modern elements with the application of information technology. This paper describes the hardware and software package designed for monitoring and control of high-voltage cabinets 6kV in the central distribution substation in mining enterprises. Considering its features and pre-eminence compare with previous systems.

Key words: monitoring and control, power supply, electrical equipment, automation technology, high-voltage, mining enterprise.

REFERENCES

1. Kubrin S.S., Reshetnyak S.N. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2014, no 11, pp. 337–341.
2. Nguyen Doan Phuoc, Phan Xuan Minh. *Avtomatizatsiya s PLK S-7-300* (Automation with PLC S7–300), Scientific and Technical Publishing House, Hanoi, 2006, pp. 25–57.
3. Tran Thu Ha, Pham Quang Huy. *Programmirovaniye S S7–300 & Win CC* (Programming with S7–200 and Win CC), Hong Duc Publishing House, Ho Chi Minh City, 2008, pp. 290–327.
4. Hong Thai coal mine – operating manual substation 35/6 kV. *Hong Thai coal mine*, Vietnam, 2013, pp. 3–10.
5. Blagodarnyy A.I., Gusev O.Z., Zhuravlev S.S., Zolotukhin E.P. *Gornaya promyshlennost'*. 2008, no 6, pp. 38–44.



**ГОРНАЯ КНИГА НА МЕЖДУНАРОДНОМ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОМ ФОРУМЕ
МАЙНЕКС РОССИЯ 2015**

