

Автоматизированная система управления наземным и подземным электроснабжением угольной шахты

Г. П. ЧЕЙДО¹, А. И. БЛАГОДАРНЫЙ¹, В. В. ГАРКУША¹, А. М. ЦЫБА²,
Д. О. ШЕВЧЕНКО¹, В. В. ЯКОВЛЕВ¹

¹Конструкторско-технологический институт вычислительной техники СО РАН,
Новосибирск, Россия

²ООО “Шахта Грамотеинская”, Белово, Россия
e-mail: cheido@kti.nsc.ru

Решена задача создания автоматизированной системы управления наземным и подземным электроснабжением угольной шахты при использовании неинтеллектуальных распределительных ячеек. Система обеспечивает оперативность управления и служит базой повышения энергоэффективности.

Ключевые слова: автоматизированное управление, электроснабжение шахт, энергоэффективность.

Горно-шахтное предприятие — весьма энергоёмкий объект, питающийся от наземных и подземных электрических подстанций. До настоящего времени удельные энергозатраты на единицу продукции на российских шахтах в разы превышают средние мировые [1]. В то же время такое производство обладает огромным потенциалом энергосбережения за счёт информатизации управления технологическими процессами [2]. Так как шахта представляет собой очень протяжённый объект в наземном и подземном пространстве (километры и десятки километров), эффективное управление её технологическим оборудованием возможно только из единого центра управления, где интегрируется вся информация о текущем состоянии технологических процессов.

При создании нового предприятия вопросы энергосбережения решаются уже на стадии проекта применением нового электротехнического оборудования (частотно-регулируемый привод, устройства плавного пуска, встраивание в систему средств учёта потребления). Но на существующих предприятиях, имеющих солидную историю, задача существенно усложняется. А доля таких предприятий в угледобывающей отрасли велика. Используемое технологическое оборудование, как правило, морально и физически устарело и не имеет средств дистанционного контроля параметров и управления.

Технологическим ядром электроснабжения горно-шахтного предприятия являются распределительные подстанции (наземные и подземные). Подстанции, получая электроэнергию по фидерам под напряжением 6 (10) кВ, распределяют её по ячейкам, к которым подключено производственное оборудование. Эти ячейки на старых предприятиях очень просты по конструкции и не могут обеспечивать эксплуатационный и ремонтный персонал оперативной информацией об электрических параметрах и состоянии оборудования. Для этих целей нам пришлось разработать информационно-управляющий контроллер (КИУ-2010), встраиваемый в ячейки. Он содержит управляющий процессор, а также средства ввода и измерения входных сигналов и вывода управляющих воздействий (рис. 1). Здесь приняты обозначения: ТН — трансформатор

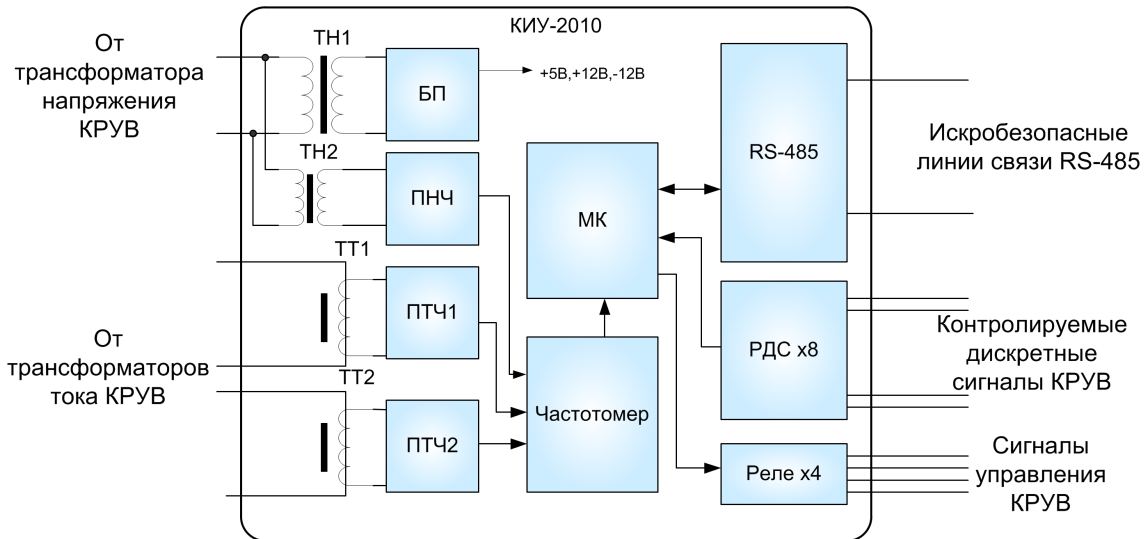


Рис. 1. Функциональная схема контроллера

напряжения; БП — блок питания; КРУВ — комплектное распределительное устройство взрывозащищённое; ПНЧ — преобразователь напряжение/частота; ПТЧ — преобразователь ток/частота; МК — микроконтроллер; РДС — регистратор дискретных сигналов. В максимальной конфигурации контроллер имеет четыре входа для сигналов от трансформаторов тока, четыре входа для сигналов от трансформаторов напряжения, восемь дискретных входов и восемь дискретных выходов. Применение такого контроллера позволяет значительно расширить функциональные возможности ячейки в области контроля и управления оборудованием. В частности, появляются следующие возможности:

- дистанционное управление включением/выключением оборудования;
- контроль положения коммутационного оборудования ячейки;
- контроль срабатывания защит;
- контроль текущих значений токов, в том числе пусковых, и напряжений;
- определение времени пуска и кумулятивного времени работы ячейки;
- оперативный контроль потребляемой энергии;
- выдача значения потреблённой энергии нарастающим итогом.

Одна из важных причин высоких энергозатрат на угольной шахте — простои, вызванные низкой надёжностью оборудования. На шахте работает много единиц энергоёмкого оборудования, связанного по технологии. При этом отказ одного звена приводит к останову достаточно длинной цепочки оборудования. В старых ячейках используются крайне ненадёжные аналоговые защиты, разработанные более 20 лет назад, устаревшие как физически, так и морально. Для преодоления этого недостатка в КТИ ВТ СО РАН был создан блок защиты и управления пускателем (БЗУП), предназначенный для работы в составе электромагнитного рудничного взрывозащищённого пускателя и адаптированный к решению задач управления и защиты электродвигателей горных машин для повышения безопасности их эксплуатации.

БЗУП имеет возможность работать с пускателями электродвигателей, питающимися от сети переменного тока номинальным напряжением 380, 660, 1140 В, частотой 50 Гц с номинальными токами питания 25, 32, 63, 125, 250 А. Он обеспечивает технологическую защиту пускателя и управляемого им электродвигателя, а также передачу

информации о защищаемом оборудовании внешним устройствам по интерфейсу RS-485. БЗУП имеет возможность конфигурирования под конкретную ячейку и обеспечивает все типы защит.

Конструктивно БЗУП выполнен в виде шести блоков, объединенных межблочным интерфейсом:

- блок управления и защиты;
- блок контроля изоляции и дистанционного управления;
- блок светодиодной индикации;
- блок искрозащиты на стабилитронах интерфейса RS-485;
- блок искрозащиты на стабилитронах интерфейса пульта дистанционного управления;
- блок гальванической изоляции.

На базе разработанных устройств создана автоматизированная система диспетчерского управления электроснабжением шахты (АСДУ). С помощью последовательного порта RS-485 контроллеры через систему связи подключаются к диспетчерской системе и по запросу передают на АРМ диспетчера набор измеренных и вычисленных параметров ячейки. Таким образом, контроллеры поставляют диспетчеру по искробезопасным линиям связи достаточный для управления набор параметров, описывающих не толь-

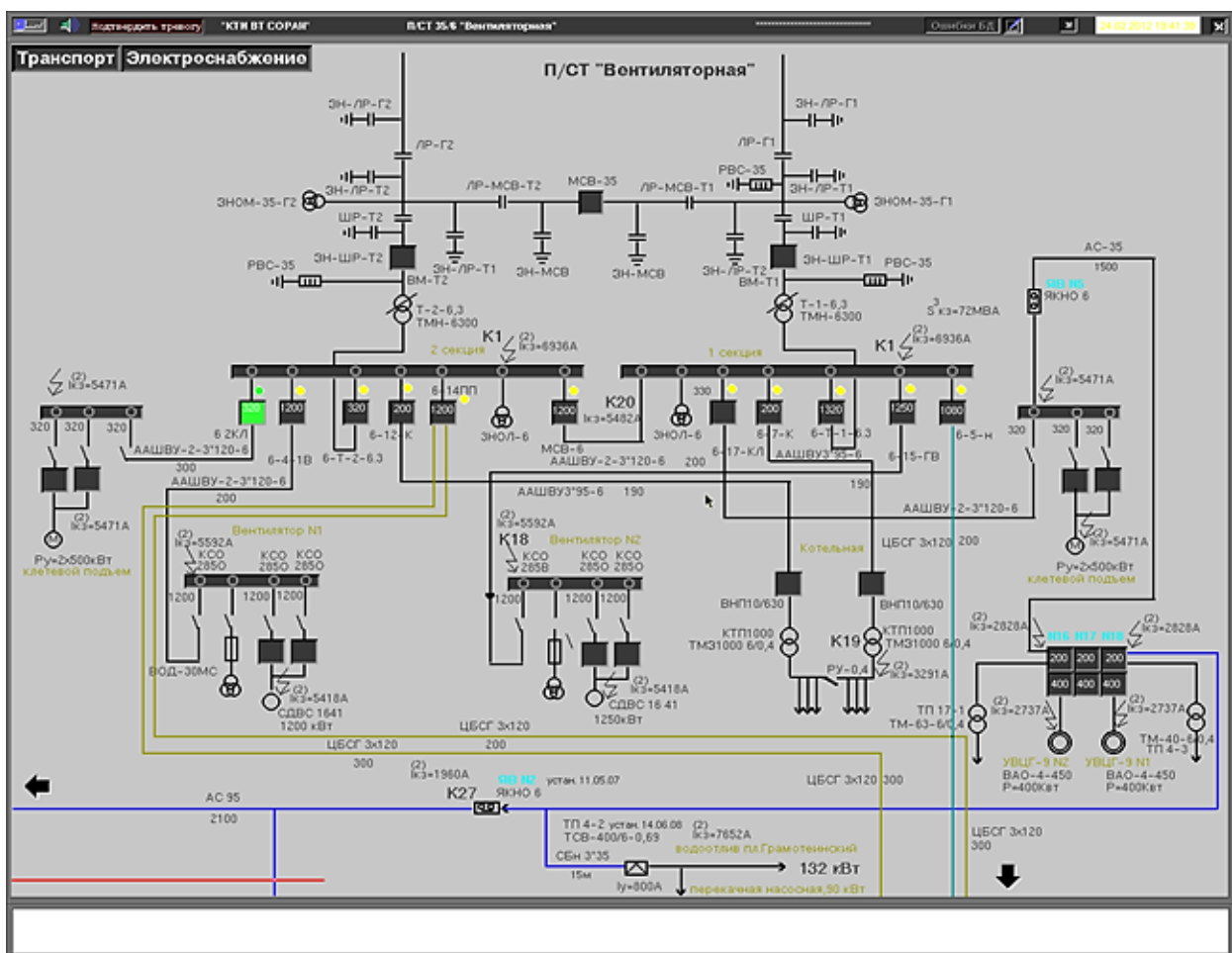


Рис. 2. Фрагмент диспетчерской схемы

ко электрические характеристики по каждой фазе, но и состояние защит, историю их срабатывания, параметры качества электроэнергии и т. д. Кроме того, контроллер выдаёт на исполнение управляющие команды от диспетчера. Архитектура коммуникаций определяется конкретным пространственным расположением оборудования. Топология линий связи, а также технические характеристики, включая степень защиты оборудования и в необходимых случаях взрывозащищённость и искробезопасность, определяются особенностями конкретного предприятия.

Информация поступает на сервер и в базу данных АСДУ. Система управления снабжена развитым графическим интерфейсом, позволяющим контролировать как состояние всей схемы электроснабжения (рис. 2), так и режимы работы и защит каждой ячейки. АСДУ обладает всей необходимой функциональностью, позволяющей просматривать потоки событий, формировать сводки и отчёты за заданный период времени о технологической истории присоединения и потреблённой электроэнергии. Использование такой системы управления обеспечивает повышение энергоэффективности предприятия. Управление технологическим оборудованием из единого центра позволяет увязать режимы работы сопряжённого по технологии оборудования. Кроме того, появляется возможность на основе анализа ансамблей накопленных данных произвести диагностику оборудования в целях повышения надёжности электроснабжения [3]. Встроенный в систему технический учёт потреблённой электроэнергии обеспечивает мероприятия по энергосбережению.

Список литературы

- [1] Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. Хрестоматия энергосбережения. М.: Теплотехник, 2005.
- [2] Седов А.В., Надтока И.И. Системы контроля, распознавания и прогнозирования электропотребления: модели, методы, алгоритмы и средства. Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2002.
- [3] Чейдо Г.П., Благодарный А.И., Собстель Г.М., Шакиров С.Р. Возможности диагностики состояния системы электроснабжения горно-добывающего предприятия по ансамблям измерений. Высокие технологии, экономика, промышленность // Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности и экономике: Матер. 13-й Междунар. науч.-практ. конф. СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. С. 309–311.

Поступила в редакцию 29 ноября 2013 г.