



РАЗРАБОТКИ ДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Технологии автоматизации оборудования карьеров нерудных материалов

Александр Клевцов

В статье рассматривается комплекс инженерных решений по автоматизации дробильно-сортировочных фабрик месторождений нерудных материалов – важнейшего сегмента строительной индустрии. Даются рекомендации по модернизации системы управления технологической линии подобных фабрик, и приводится пример реализации аппаратно-программных средств управления их оборудованием.

ВВЕДЕНИЕ И КРАТКИЙ ОБЗОР ОБОРУДОВАНИЯ КАРЬЕРОВ

Известно, что значительную долю строительных материалов (различные сыпучие фракции, известковая мука, известь, асфальтовые наполнители, щебень и т.д.) для нужд строительной индустрии поставляют многочисленные известковые карьеры, имеющие в своём составе дробильно-сортировочные фабрики (ДСФ), представляющие собой единый технологический комплекс специального оборудования для переработки добываемого известкового камня. Типовой набор оборудования включает дробильные агрегаты, просеивающие устройства (грохоты), конвейерные системы, краны-перегрузчики, заборные и приёмные узлы, отвальные механизмы. К этому необходимо присовокупить системы электроснабжения и безопасности как неотъемлемые элементы нормальной эксплуатации технологического оборудования ДСФ. Что характерно для установленного оборудования и условий эксплуатации?

Во-первых, жёсткая функциональная связь между отдельными агрегатами технологического комплекса, обусловленная определёнными особенностями реализации процесса переработки исходного материала (известкового камня).

Во-вторых, невероятно тяжёлые условия эксплуатации всего электротехнического оборудования ДСФ: приводных электродвигателей, различных датчиков, концевых выключателей, шкафов управления, силовых распределительных сборок, устройств контроля и без-

опасности. Это, как правило, значительная запылённость, перепады температур, ударные механические нагрузки, влажность и т.д.

В-третьих, постоянно присутствующая потенциальная опасность для обслуживающего персонала, несмотря на все меры безопасности, предпринимаемые соответствующими техническими службами. Это обусловлено наличием большого количества вращающихся и движущихся механизмов со значительной степенью потенциальной доступности для эксплуатационного персонала ДСФ.

И, наконец, неизбежно высокий уровень потребления электроэнергии, так как суммарная установленная мощность приводных электродвигателей даже для минимальной конфигурации оборудования ДСФ превышает 1000 кВт.

Проведённые осмотры электрооборудования на ряде известковых карьеров в Тульской и Липецкой областях в рамках работ по оптимизации потребления электроэнергии позволили обозначить конкретный круг инженерных задач по модернизации электрооборудования, средств управления и визуализации, решение которых позволит значительно повысить эффективность и безопасность производственных процессов на большинстве ДСФ в Российской Федерации. Исходя из опыта работы с карьерами центрального региона России и активного общения со специалистами из числа эксплуатационного персонала, следует отметить их высокий профессионализм и умение работать с электрооборудованием, часто достигшим

пределов морального и физического износа. Поэтому данная статья не преследует цель научить персонал ДСФ «как надо», а лишь достаточно деликатно ориентирует и указывает направления для конструктивных размышлений.

О ЦЕЛЯХ АВТОМАТИЗАЦИИ ДСФ

Учитывая характерные особенности технологического процесса и условий эксплуатации оборудования ДСФ, автоматизация призвана обеспечить:

- максимальную визуализацию фрагментов процесса запуска, работы и останова всех агрегатов ДСФ;
- контроль режимов работы силового электрооборудования агрегатов ДСФ: роторных, щековых, конусных, молотковых дробилок, грохотов, сортировочного оборудования и т.д.;
- фиксацию и отображение сбойных (аварийных) ситуаций в работе оборудования ДСФ во время запуска, рабочего режима и останова;
- контроль наличия исходного состояния элементов оборудования ДСФ, представляющих наибольшую опасность для эксплуатационного персонала;
- первичную обработку, запись, хранение и наглядную визуализацию текущих и архивных данных о работе технологических агрегатов ДСФ: времени работы и простоя, количества и причин сбойных, аварийных ситуаций и других параметров, которые позволяют оценивать эффективность производственного процесса и про-

водить ретроспективный анализ производства в целом;

- учёт, накопление и архивирование информации о показателях наработки и технического состояния оборудования ДСФ, данных о режимах потребления электрической энергии по временам года;
- реализацию передачи статистической информации о работе ДСФ на более высокий уровень управления горным производством для планирования профилактического, текущего и капитального ремонта технологического оборудования, а также для интеграции в общую информационную систему производства.

Далее в разделе «Назначение и функции системы» будут достаточно подробно изложены принципы реализации задач автоматизации типовых ДСФ.

РАЗРАБОТКА ТИПОВОЙ СТРУКТУРЫ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ ДСФ

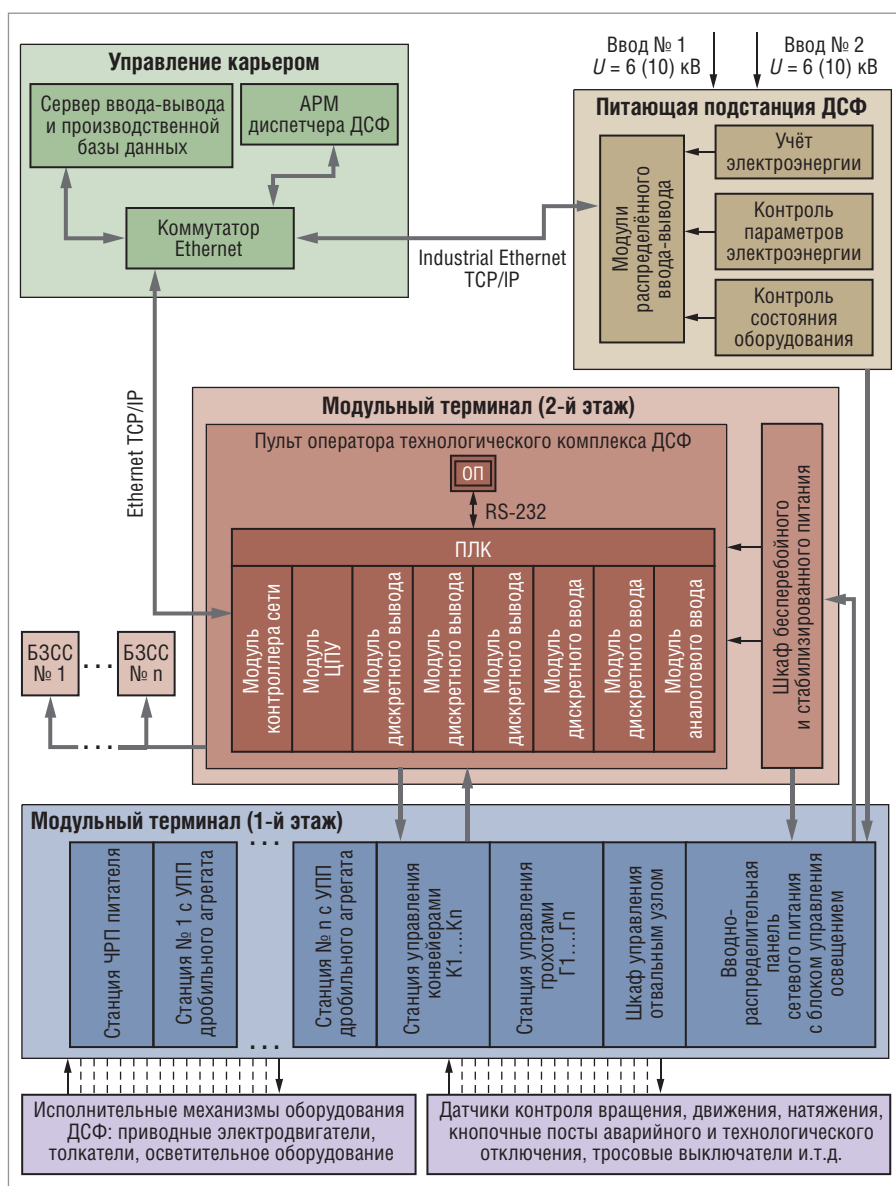
Решение разработать типовую структуру программно-технических средств основывалось на результатах проведённых обследований комплекса технологического оборудования ДСФ в центральном регионе РФ, в ходе которых были проанализированы состав задействованного оборудования, используемые технологические схемы, существующий уровень автоматизации производства, номенклатура работающих программно-технических средств управления, необходимость или отсутствие потребности в организации системы сбора и обработки информации о состоянии эксплуатируемого оборудования. Иницилирующим фактором в создании надлежащей конфигурации системы управления наряду с коммерческим интересом являлось наличие по состоянию на осень 2014 года широкой гаммы различных модулей (функциональных, коммуникационных, интерфейсных) в продуктовых линейках ряда известных производителей, использование которых, несомненно, обеспечит удачное решение производственных задач. Кроме этого, можно было учесть определённый опыт разработки программно-технологических средств управления отдельными агрегатами и различными структурами ДСФ. Что должно отличать систему управления как типовой комплекс программно-технических средств?

1. Безусловно, высокая надёжность для далеко не тепличных условий эксплуатации (пыль, колебания температур и вибрация для некоторых элементов системы).
2. Возможность размещения аппаратных фрагментов системы (особенно силовой составляющей) в стандартных малогабаритных строительных конструкциях с использованием новейших вариантов щитового и модульного оборудования.
3. Обеспечение высокой ремонтпригодности и минимального времени восстановления работоспособности системы управления применительно к условиям производственного процесса.

На рисунке 1 приведена обобщённая типовая структурная схема программно-

технических средств и системы энергообеспечения ДСФ, удовлетворяющая условиям поставленной инженерной задачи обеспечения нормативных требований по мониторингу оборудования, технической безопасности при его эксплуатации и минимизации эксплуатационных расходов по переработке исходного материала. С позиций заявки на образумного предприятия в русле современной концепции автоматизации производства [1] структурная схема отражает три уровня программно-технических средств:

- управление предприятием и производственным комплексом (диспетчер ДСФ);
- управление техпроцессом переработки исходного сырья (оператор технологического комплекса ДСФ);



Условные обозначения: ЧРП – частотно-регулируемый привод; УПП – устройство плавного пуска; ОП – операторская панель; ПЛК – программируемый логический контроллер; БЗСС – блок звуковой и световой сигнализации.

Рис. 1. Структурная схема системы управления ДСФ

- контроль технологических параметров, непосредственное управление исполнительными устройствами.

Назначение и функции системы

Нижний уровень (рис. 1) — уровень станционного и полевого оборудования. Станционный комплекс оборудования конструктивно представлен в виде модульного терминала (рис. 2), на первом этаже которого размещены станции управления отдельными агрегатами ДСФ, на втором этаже — пульт оператора технологического комплекса со шкафом бесперебойного питания. Приводные электродвигатели, толкатели, осветительное оборудование, датчики контроля вращения, движения и натяжения, кнопочные посты аварийного и технологического отключения, тросовые выключатели — всё, что составляет полевое электрооборудование, расположенное на удалении от 200 до 400 м, подключается к станциям управления модульного терминала с помощью линий силовых и контрольных кабелей. Таким образом реализована структура централизованного управления оборудованием, распределённым по территории ДСФ и находящимся непосредственно в зоне переработки известковых фракций, что даёт очевидный выигрыш в эксплуатационных затратах на техническое обслуживание, капитальных вложениях и в повышении надёжности работы силового электрооборудования станций управления.

Заметим, что на начальном этапе проектирования управляющего комплекса рассматривался распределённый вариант архитектуры системы, в котором станции управления размещались бы в непосредственной близости от соответствующего агрегата, а связь с контроллером пульта агрегата осуществлялась бы через систему распределённого ввода-вывода с помощью полевых шин

PROFIBUS DP или Modbus RTU. Несмотря на очевидные достоинства такого варианта в части значительного сокращения количества контрольных и силовых кабелей, стоимость станций управления и, соответственно, требования к их исполнению существенно возрасли, так как необходимо учитывать:

- обеспечение степени защиты оболочки до уровня IP65;
- оборудование шкафов вентиляцией с очисткой воздуха, кондиционированием и термостатированием, при этом затраты на кабели для подачи силового питания от питающей подстанции к станциям даже могут увеличиваться.

В нашем случае всё силовое оборудование располагается в непосредственной близости от пультового комплекса в обогреваемом модульном терминале с использованием стандартных металлоконструкций шкафов со степенью защиты IP30.

Пульт оператора находится на втором этаже модульного терминала и выполнен на базе унифицированного корпуса (рис. 3).

Функции пульта оператора включают:

- управление оборудованием ДСФ в ручном (местном), полуавтоматическом и автоматическом режимах работы;
- формирование внешнего звукового и светового оповещения перед запуском ДСФ во всех режимах управления через блоки звуковой и световой сигнализации (БЗСС);
- инициализацию и последующий контроль запуска электроприводов дробильных агрегатов с помощью станций управления с устройствами плавного пуска (УПП);
- отображение мнемосхемы оборудования ДСФ в статическом и динамическом (запуск/останов) режимах работы;

- визуальный контроль наличия или отсутствия движения лент конвейеров;
- фиксацию останова оборудования ДСФ с выдачей соответствующих сообщений в нормальном и аварийном режимах работы;
- обеспечение системы взаимных блокировок агрегатов ДСФ в соответствии с технологической схемой;
- контроль работы частотно-регулируемого электропривода питателя и синхронизацию режима его работы с общим технологическим ритмом ДСФ в режиме автоматического управления;
- ведение архива рабочих и аварийных остановов оборудования ДСФ;
- поддержку коммуникационной связи с АРМ диспетчера ДСФ и сервером производственной базы данных по сети Industrial Ethernet TCP/IP.

Шкаф бесперебойного и стабилизированного питания является крайне необходимым элементом системы управления ДСФ в условиях значительных сетевых помех, отклонений и просадок напряжения питания, вызванных наличием специфических нагрузок в подключённом карьерном оборудовании, частыми запусками и остановами мощных электроприводных устройств.

Основные функции:

- питание ПЛК, операторской панели;
- формирование стабилизированных напряжений переменного тока для питания оперативных цепей станций управления, вводно-распределительной панели, блока управления освещением ДСФ;
- обеспечение бесперебойного питания оборудования пульта оператора.

Станции управления выполняют функцию непосредственного управления конкретным агрегатом в общей цепочке взаимосвязанного технологического оборудования с помощью программы ПЛК пульта управления, которая содержит:

- блоки управления агрегатами;



Рис. 2. Модульный терминал

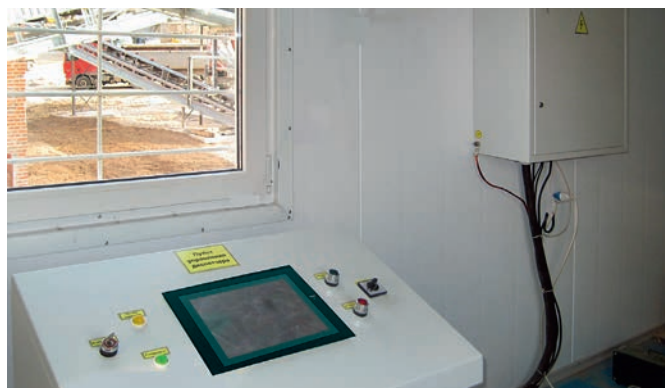


Рис. 3. Пульт управления ДСФ

Применяется там, где нужно, а не там, где можно

FASTWEL I/O

**Модульный программируемый контроллер,
созданный с учётом ваших требований**

- 32-разрядный процессор 600 МГц
- Встроенный дисковый накопитель объёмом свыше 100 Мбайт
- Энергонезависимая память 128 кбайт с линейным доступом
- Бесплатная адаптированная среда разработки приложений CoDeSys 2.3
- Часы реального времени
- Сервис точного времени на базе GPS/GLONASS PPS
- Модули ввода/вывода с контролем целостности цепей

-40...+85°C

95%



CPM711

- Протокол передачи данных CANopen
- Сетевой интерфейс CAN



CPM712

- Протокол передачи данных Modbus RTU, DNP3
- Сетевой интерфейс RS-485



CPM713

- Протокол передачи данных Modbus TCP, DNP3
- Сетевой интерфейс Ethernet



CPM704

- Протокол передачи данных PROFIBUS DP V1
- Сетевой интерфейс PROFIBUS

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ FASTWEL

ProSoft® 25 лет

МОСКВА

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru

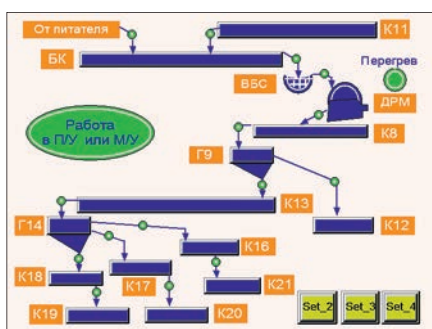
С.-ПЕТЕРБУРГ

Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru

ЕКАТЕРИНБУРГ

Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru





Условные обозначения: ДРМ – дробильная машина; K8, K11, K12, K13, K16, K17, K18, K19, K20, K21 – конвейеры технологических линий; Г9, Г14 – грохоты; БК – бутовый конвейер; Set_2, Set_3, Set_4 – кнопки перехода к служебным экранам; ВБС – вибростол.

Рис. 4. Основной экран пульта оператора

- диспетчер координации процесса запуска и останова технологической линии ДСФ;
- модуль системы безопасности и формирования звукового сопровождения в соответствии с требованиями «Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом» 2003 года и положений инструкции ПОТ Р М-016-2001;
- программу тестирования и контроля исходного состояния оборудования ДСФ.

Таким образом, программное обеспечение, функционирующее на базе вычислительных возможностей ПЛК пульта оператора, обеспечивает нижний уровень процедурой управления технологическим комплексом ДСФ, с помощью аппаратных модулей дискретного ввода-вывода опрашивает датчики сенсорной подсистемы и управляет исполнительными устройствами через специальные станции с электроавтоматикой и силовым электрооборудованием. Наряду с процедурой управления оборудованием осуществляется хранение значений параметров технологического процесса переработки исходного известкового материала, которые доступны через сеть Ethernet диспетчеру ДСФ.

Программное обеспечение уровня управления ДСФ состоит из набора программ АРМ диспетчера и сервера ввода-вывода. Информационное обеспечение АРМ диспетчера включает наборы видеокадров для организации пользовательского интерфейса и наглядного отображения информации о ходе производственно-хозяйственной деятельности карьера, журналы событий в системе управления, блок учёта количества нарабатываемой продукции и ресурсов, про-

грамму дистанционного мониторинга параметров и количества потреблённой электроэнергии, а также состояния электрооборудования питающей подстанции (рис. 1). Сервер ввода-вывода и производственной базы данных в соответствии с проектом выполнен в структуре одного дублированного системного блока (фактически два системных блока, в каждом из них сервер ввода-вывода и сервер базы данных), в котором содержится архив системы управления ДСФ. Кроме этого, сервер ввода-вывода хранит информацию о конфигурации (топологии) существующей сети для реализации связи сервера с ПЛК пульта управления, АРМ диспетчера и модулями распределённого ввода-вывода питающей подстанции. Следует отметить то обстоятельство, что технологическое управление агрегатами ДСФ в автоматическом режиме производится без переноса даже части алгоритмов на верхний уровень, то есть на АРМ диспетчера. Это позволяет обеспечить надёжное функционирование комплекса программно-технических средств управления оборудованием ДСФ в случаях, когда по каким-то причинам происходит сбой в работе подсистемы уровня управления предприятием.

В качестве примера на рисунке 4 приведён вид основного рабочего экрана пульта оператора Гуровского карьера, который появляется после включения системы с помощью ключа-бирки и отражает:

- мнемосхему ДСФ, близкую по мнемонике к реальной технологической схеме, описанной в руководстве по эксплуатации системы управления;
- состояние агрегатов ДСФ (включено, выключено, авария).

Независимо от режима работы любой включённый объект окрашивается в красный цвет, исходное или нерабочее состояние отмечается синим цветом. В случае аварийного состояния, например, отсутствия одной из фаз силового напряжения, питающего соответствующую станцию, данный элемент мнемосхемы окрашивается в фиолетовый цвет и мигает.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА

Прежде чем перейти к изложению информации об используемых программно-технических средствах, стоит сказать, что по различным объективным причинам (в основном из-за отсутствия средств для финансирования программ

модернизации) пилотный проект был реализован пока только на двух карьерах в Тульской и Липецкой областях, при этом значительная часть комплектующих использовалась, исходя из наличия их на складе. В частности, пульт оператора выполнен на базе семейства модулей ПЛК серии CJ1 фирмы Omron: ЦПУ CJ1M-CPU23, модуль дискретного ввода постоянного тока CJ1W-INT01 – 3 шт., модуль дискретного вывода («сухой» контакт) CJ1W-OC211 – 2 шт., модуль аналогового ввода CJ1W-AD081-V1 – 1 шт., модуль контроллера сети с портом 1×100Base-TX CJ1W-ETN21 – 1 шт. В качестве операторской панели используется программируемый терминал (сенсорная панель) NS10 с цветным экраном TFT 10”.

Разработка программы управления технологическим комплексом ДСФ производилась в среде интегрированного пакета CX-One с помощью фирменных инструментальных программ CX-Programmer для ПЛК и NS Designer для операторской панели.

В настоящее время рассматривается возможность корректировки проектно-конструкторской документации по переводу пульта управления на ПЛК FASTWEL I/O с использованием сенсорных панелей Weintek. Побудительными факторами к проведению такой модернизации служат следующие особенности указанного оборудования [2, 3].

1. Контроллеры FASTWEL I/O – продукция отечественного производства, что в современных условиях упрощает решение целого ряда вопросов, связанных с поставкой, гарантийным обслуживанием, ремонтом, заменой и т.д.
2. Наличие исчерпывающей эксплуатационной документации на русском языке.
3. В комплект поставки контроллера включаются адаптированная среда CoDeSys 2.3 и необходимые аксессуары программирования ПЛК.
4. Наличие модулей дискретного ввода с контролем целостности цепей подключённых датчиков, а также модулей приёма сигналов термометров сопротивления с функцией обнаружения обрыва и короткого замыкания в измерительных цепях.
5. Существование для некоторых модификаций ПЛК (CPM 711, CPM 712, CPM 713) поддержки интеграции с GSM- и GPS-приёмниками за счёт обновлённого системного программного обеспечения и пакета адаптации CoDeSys 2.3 для FASTWEL I/O.



EX75000

26-портовый управляемый PoE-коммутатор
Fast+Gigabit Ethernet для промышленного использования
(мощность PoE 420 Вт)

Промышленное сетевое оборудование для отказоустойчивых сетей IP-видеонаблюдения

- ▶ PoE-коммутаторы высокой мощности
- ▶ Резервирование линий связи для отказоустойчивости
- ▶ Функции управления для оптимальной передачи IP-видео
- ▶ Удлинители Ethernet до 6 км (cat. 3, 5, RG-6/U)
- ▶ Преобразователи сред Ethernet
- ▶ Диапазон рабочих температур $-40...+75^{\circ}\text{C}$ для монтажа вне помещений
- ▶ Грозозащита Ethernet


EtherWAN



EX78900

управляемый коммутатор
16 GbE (4 SFP) + 8 PoE
(мощность PoE 240 Вт)



ED3541

удлинитель Ethernet
до 2,6 км по витой паре
100 Мбит/с на 300 м



PD1041

модуль искро-
и грозозащиты
для Ethernet и PoE



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ETHERWAN

ProSOFT® 25 ЛЕТ

МОСКВА
С.-ПЕТЕРБУРГ
АЛМА-АТА
ВОЛГОГРАД
ЕКАТЕРИНБУРГ
КАЗАНЬ
КИЕВ
КРАСНОДАР
Н. НОВГОРОД
НОВОСИБИРСК
ОМСК
САМАРА
УФА
ЧЕЛЯБИНСК

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (727) 329-5121; 320-1959 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com
Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
Тел.: (843) 203-6020 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru
n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

6. Коммуникационные возможности последних модификаций контроллеров, например СРМ 713, позволяют создавать распределённые системы сбора данных и управления без центрального (главного) компьютера, в качестве которого обычно используется промышленная вычислительная система. Это позволит подключать удалённые узлы управления и сбора информации при расширении числа технологического оборудования ДСФ без радикальных мероприятий по модернизации системы.

В качестве рабочей станции, сервера ввода/вывода и производственной базы данных уровня управления карьером используется промышленный компьютер IPC-510-SYS1-4 компании Advantech с установленной операционной системой Windows XP.

АРМ диспетчера ДСФ является клиентской рабочей станцией для сервера, на котором в качестве приложения визуализации и сбора данных установлен программный пакет SIMATIC WinCC 6.0. Набор возможностей, представленных системой WinCC, традицио-



Рис. 5. Внешний вид станции управления питателем ДСФ



ХОРОШО ПОД СОЛНЦЕМ, ЕСЛИ ТЫ LITEMAX!

Дисплеи сверхвысокой яркости

- ЖК-дисплеи серии DURAPIXEL™ с яркостью от 800 до 2000 кд/м²
- Размеры по диагонали от 6,5" до 60"
- Разрешение от 640×480 до 1910×1080 (FHD)
- Угол обзора 178° (во всех плоскостях)
- Диапазон рабочих температур (некоторых моделей) -30...+85°C
- Возможна установка сенсорного экрана, защитного стекла
- Разнообразные конструктивные исполнения
- Ресурс до 70 000 часов

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ LITEMAX

ProSOFT® 25 лет Тел.: (495) 234-0636 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru



Реклама

нен для современных SCADA-систем: визуализация технологического процесса и его параметров, оповещение диспетчера ДСФ об аварийных и нестандартных ситуациях на работающем оборудовании, архивирование текущих данных о работе карьера, сбор данных об уровне энергопотребления и состоянии силовой схемы питающей подстанции.

Отметим, что в рамках модернизации комплекса управляющих средств планируется разработка проекта ACV карьера на основе SCADA-системы GENESIS32, так как пакет служит наиболее приемлемым вариантом для этого приложения, являясь простой в применении системой, основанной на использовании открытых стандартов и адаптированной для работы на базе ОС Microsoft Windows.

Учёт электроэнергии, контроль параметров системы электроснабжения и состояния оборудования питающей подстанции реализуются на АРМ диспетчера ДСФ по сети Ethernet с помощью системы распределённого ввода-вывода, выполненной на основе модулей сбора данных фирмы Advantech серии ADAM-6000:

- ADAM-6151E1 — модуль дискретного ввода с 16 каналами с гальванической изоляцией для сетей реального времени;
- ADAM-6117E1 — модуль изолированного аналогового ввода на 8 каналов.

Web-доступ к данным модулей в реальном времени осуществляется благодаря встроенному в каждый модуль Web-серверу.

Одни из самых ресурсоёмких элементов системы — станции управления агрегатами ДСФ. Станция питателя, важнейший элемент системы управления, выполнена на базе преобразователя частоты (ПЧ) CIMR-E7Z40750B фирмы Omron



Рис. 6. Панель станции управления питателем ДСФ с открытой дверцей

мощностью 75 кВт в стандартной оболочке напольной конструкции (рис. 5, 6). В связи со снятием с производства серии E7 последующие станции будут изготавливаться на основе серии A1000 Omron либо аналогичных по возможностям ПЧ фирмы SIEMENS, например, известной серии MIDI MASTER 440.

Кроме этого, в связи с высокими требованиями по надёжности, предъявляемыми к станциям управления, около 90% используемой пускорегулирующей и защитной аппаратуры относится к изделиям фирмы SIEMENS: автоматические выключатели, контакторы, реле серии SIRIUS (3RA1/3RA7, 3RB, 3RE, 3RF2, 3RH, 3RN, 3RP и т.д.), компактные пускатели SIRIUS 3RA6, аппараты контроля и управления, элементы системы SIEMENS Safety Integrated, устройства плавного пуска SIRIUS 3RW и SIMOCODE 3UP. Несмотря на несколько завышенные затраты на комплектующие изделия, почти двухгодичный период эксплуатации станций на Гуровском карьере подтвердил целесообразность использования элементной базы фирмы SIEMENS при сборке устанавливаемого в шкаф электрооборудования для достаточно жёстких условий эксплуатации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам опыта проектирования и эксплуатации комплекса программно-технических средств на двух карьерах по добыче и переработке известкового камня необходимо:

- рассмотреть целесообразность и возможность частичной децентрализации управления некоторыми наиболее удалёнными агрегатами ДСФ на основе использования систем беспроводной связи и полевых шин;
- упростить процедуру изменения порядка включения агрегатов в программе ПЛК пульта управления силами оперативного персонала в случае вынужденных и внезапных ротаций тех-

нологической схемы с сенсорной панели терминала через специальную функцию с административным паролем;

- разработать комплекс мер по повышению эффективности диагностики повреждений и сокращению времени на локализацию и ликвидацию аварийных ситуаций;
- продолжать работу по совершенствованию алгоритмов и программ управления оборудованием ДСФ с целью оптимизации уровня потребляемой электроэнергии. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Лопухов. Коммуникационные технологии умного предприятия в рамках концепции Индустрия 4.0 и Интернета вещей // Современные технологии автоматизации. — 2015. — № 2.
2. А. Локотков. FASTWEL I/O: развитие продуктовой линейки. Часть 1 // Современные технологии автоматизации. — 2014. — № 3.
3. А. Локотков. FASTWEL I/O: Развитие продуктовой линейки. Часть 2 // Современные технологии автоматизации. — 2014. — № 4.

E-mail: akis_tula@inbox.ru



ADVANTECH

Enabling an Intelligent Planet

Серии EKI-1500, EKI-1200

- Два порта Ethernet 10/100Base-TX с функцией резервирования
- Преобразование Modbus RTU/ASCII в Modbus TCP (серия EKI-1200)
- Режимы: виртуальный COM-порт, сервер/клиент TCP и UDP, Serial Tunnel
- Множественный доступ к COM-портам
- Автоматическое восстановление соединения
- Скорость передачи до 926,1 кбит/с
- Защита портов от электростатического разряда до 15 кВ постоянного тока



EKI-1521
1 порт RS-232/422/485



EKI-1222
Шлюз Modbus RTU/ASCII в Modbus TCP



EKI-1524
4 порта RS-232/422/485

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADVANTECH

ProSoft® 25 лет

Тел.: (495) 234-0636 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru



Реклама