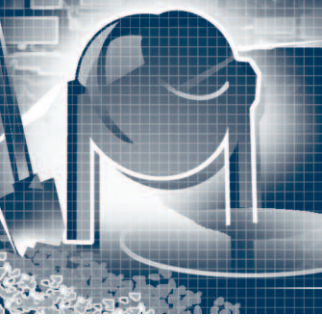




Система автоматизированного управления технологическим процессом изготовления доломитовой муки

Владимир Скляр, Олег Патрушев

Статья описывает реализованную ООО «КомпАС» АСУ ТП производства минеральной (доломитовой) муки с использованием молотковой тангенциальной мельницы производства ОАО «ТЯЖМАШ» и закрытого внутреннего аэродинамического комплекса. Предлагаемое решение не имело аналогов в России и позволило заказчику снизить потери тепловой энергии при сжигании природного газа на 95%.

Заказчик проекта уже достаточно длительное время эксплуатировал мельницы для сухого размола отсева минерального щебня, получающегося в процессе дробления известняка. Эти мельницы не имели полноценной автоматизированной системы управления, а применявшийся технологический процесс допускал значительные потери конечного продукта и отличался низкой энергоэффективностью.

Для создания технологического процесса и размещения технологического оборудования было принято решение использовать здание одного из цехов предприятия ООО «ДСЗ», находящееся в Калужской области.

ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ

К созданию технологического процесса помола доломитовой (минеральной) муки с использованием закрытого аэродинамического объема была привлечена австрийская фирма PM-Technologies GmbH — известный производитель и поставщик оборудования для переработки минерального сырья.

Разработанная автоматизированная система управления контролирует электродвигатели подающих сырьё конвейеров и исполнительные механизмы всего технологического оборудования процесса. Электродвигатели наиболее критических контуров подключены через устройства частотно-регулируемого

привода (ЧРП). Это позволяет управлять скоростью подачи сырья, контролируя загрузку мельницы. Кроме того, ЧРП гарантирует защиту электродвигателей от перегрузки по току и превышения напряжения, а также оптимизирует режим работы электропривода.

Заданный объём сырья в промежуточном бункере контролируется датчиками уровня и поддерживается постоянным благодаря возможности регулирования скорости подающего конвей-

ера. В качестве мельничной установки используется тангенциальная молотковая мельница со встроенным лабиринтным сепаратором (рис. 1). Мельница оборудована локальными системами охлаждения и смазки подшипников. Эти системы управляются из шкафа локального управления мельницей (ШЛУ) (рис. 2). Лабиринтный сепаратор в составе мельницы используется для отделения муки необходимой тонкости помола.



Рис. 1. Тангенциальная молотковая мельница со встроенным лабиринтным сепаратором

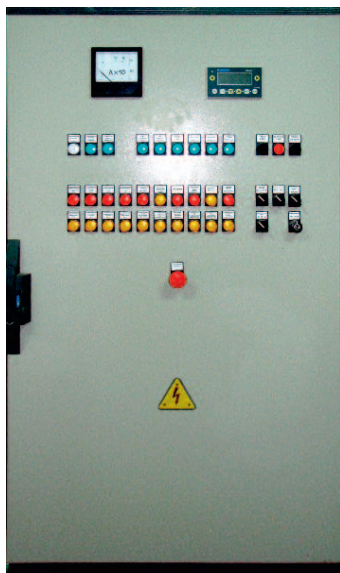


Рис. 2. Шкаф локального управления мельницей (ШЛУ)



Рис. 3. Стойка управления током возбуждения щёточных синхронных двигателей



Рис. 4. Частотные приводы большой мощности SINAMICS

Система управления производит запуск мельницы в автоматическом режиме с использованием ВТЦ-СД-Щ (стойка управления током возбуждения щёточных синхронных двигателей, производство ООО «НИПОМ» г. Дзержинск, рис. 3). Потребляемая установкой мощность контролируется посредством измерения тока в цепи питания одной из фаз электродвигателя. Такая обратная связь позволяет АСУ ТП управлять производительностью мельницы. Все основные параметры мельницы контролируются и управляются посредством ШЛУ.

Подаваемый в мельницу материал дозируется шлюзовыми питателями с регулируемой частотой вращения в точном соответствии с потребляемой мельницей мощностью. Частота вращения роторов питателей регулируется с помощью ЧРП, управляющих электродвигателями каждого питателя.

Установка желаемого режима работы мельницы и сепаратора происходит посредством регулирования объёма выводимого циркуляционным вентилятором воздуха. Производительность вентилятора циркуляционного воздуха варьируется в пределах от 80 000 до 100 000 м³/ч.

Управление вентилятором циркуляционного воздуха осуществляется при помощи частотно-регулируемого привода большой мощности (250 кВт) SINAMICS G150 фирмы SIEMENS (рис. 4). Система управления регулирует частоту вращения двигателя вентилятора на основе данных о температуре внутреннего воздушного потока и мощностной характеристики мельницы (по-

требляемый мельницей ток), обеспечивая производительность вентилятора, соответствующую текущей производительности мельницы.

Сушка сырья в процессе помола осуществляется потоком горячего воздуха на входе мельничной установки. Источником энергии для нагрева воздуха является природный газ, сгорающий в газовом генераторе фирмы SAACKE.

Газовый генератор с максимальной мощностью 8,03 МВт имеет собственную локальную систему управления, связанную с основной системой управления технологическим процессом через информационный канал. Регулировка подачи газа находится в зависимости от температуры внутреннего воз-

духа на выходе из мельницы, поддерживаемой при помощи отдельного вентилятора разреженного воздуха и автоматически регулируемого клапана подмеса наружного воздуха. Температура на выходе камеры горения газогенератора поддерживается постоянной. Вентилятор разреженного воздуха (вытяжной вентилятор фильтра) управляется АСУ ТП, как и вентилятор циркуляционного воздуха, посредством частотно-регулируемого привода большой мощности (150 кВт) SINAMICS G150 фирмы SIEMENS.

На монитор оператора выводятся значения температуры газа на выходе камеры горения и на выходе мельницы, а также величина разрежения воздуха

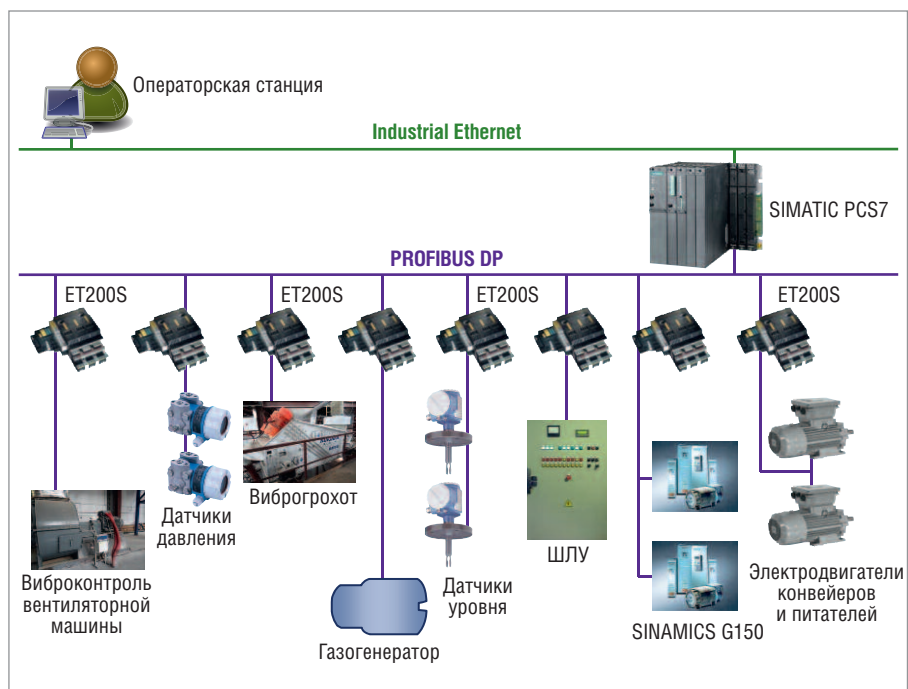


Рис. 5. Структурная схема АСУ ТП цеха минеральной муки

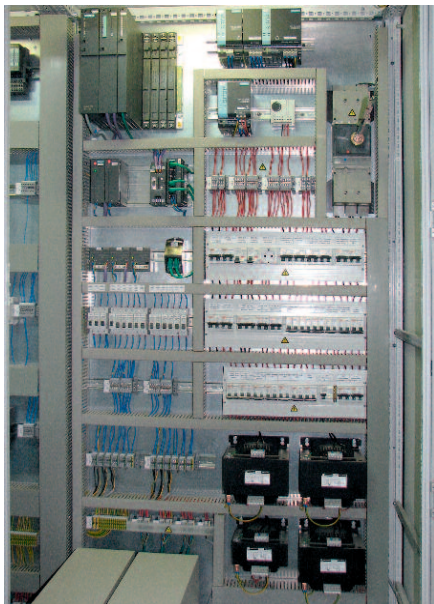


Рис. 6. Шкаф контроллера



Рис. 9. Операторская



Рис. 7. SIMATIC S7-416 2DP

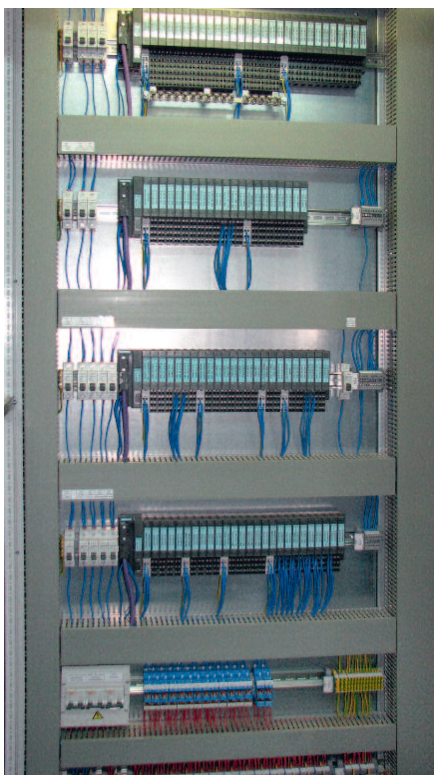


Рис. 8. Шкаф распределённой периферии

в камере горения и мощность газового генератора в процентах от номинальной.

Для повышения энергетической эффективности переменный объём выводимого из мельницы воздуха подаётся через смесительную камеру обратно ко входу в мельницу (рекуперация). Системы автоматического регулирования динамически приводят установку в необходимый режим работы. Таким образом, при небольшой исходной влажности сырья экономится не только природный газ (дросселируются горелки газогенератора), но и электроэнергия вентилятора отработанного воздуха, а во внутреннем объёме может циркулировать около 80% подогретого газа.

В зависимости от производственных условий неиспользуемый поток отработанного газа, несущий некоторое количество минеральной пыли, очищается автоматически за счёт использования рукавного фильтра. Отработанный газ покидает технологическую установку через шумоглушитель и отводящий короб при помощи вентилятора разреженного воздуха. На рукавном фильтре происходит периодическое встряхивание полотна фильтровальной ткани в автоматическом режиме с использованием электроклапанов и осуществляется контроль температуры входящего горячего воздуха. В случае превышения установленной верхней границы температуры горячего воздуха автоматически открывается заслонка подмеса воздуха из внешней среды. Использование рукавного фильтра специальной конструкции позволяет практически пол-

ностью исключить выброс в атмосферу минеральной пыли.

Система управления контролирует работу виброгрохота, всех шнеков, а также включение и выключение компрессоров пневмотранспорта готового продукта.

Технологическое оборудование оснащено датчиками вращения, которые используются для контроля работы и получения обратной связи с системой управления.

В системе предусмотрен автоматический весовой контроль получаемого продукта, позволяющий измерять мгновенную производительность цеха и вести рабочий архив. Для мгновенного весового контроля и получения данных о производительности цеха за смену используются ударные весы фирмы Schenck Process.

АСУ ТП содержит все необходимые компоненты для осуществления управления, контроля и безопасной работы.

Состав программно-технического комплекса АСУ ТП МИНПОР

На рис. 5 представлена структурная схема АСУ ТП МИНПОР.

Средой программирования избрана СКАДА-система SIEMENS WINCC, работающая в составе распределённой системы контроля и управления PCS7 (рис. 6).

Аппаратная часть

ПТК спроектирован как двухуровневая распределённая система.

- Нижний уровень системы управления выполнен с использованием

ем одного контроллера фирмы SIEMENS SIMATIC S7-416 2DP (рис. 7) и с применением устройств распределённой периферии ET200S и ET200M (рис. 8) для сбора и обработки информации, получаемой от датчиков и исполнительных устройств.

- Верхний уровень системы управления выполнен с использованием промышленного контроллера SIEMENS Rack PC 547B в качестве одномониторной станции оператора. Для управления технологической установкой создана прикладная математическая модель технологического процесса производства минеральной муки на основе технологического регламента, заданного фирмой PM-Technologies.
- Обмен данными между верхним и нижним уровнями управления системы происходит по протоколу PROFIBUS DP в сети Ethernet.

Рабочее место оператора находится в отдельном помещении цеха над щитовой (рис. 9). Для осуществления визуального контроля за состоянием оборудования цеха и технологическим процессом в целом в помещении операторской предусмотрены окна.

Все технические средства нижнего уровня размещены в четырёх шкафах фирмы RITTAL, обеспечивающих степень защиты IP54. Контроллер и часть сетевого оборудования запитываются через источник бесперебойного питания фирмы EATON.

Как и контроллер, станция оператора имеет собственный источник бесперебойного питания для защиты от потери напряжения и его возможных перепадов в сети предприятия. Это гарантирует максимально возможную надёжность управления технологическим процессом в случае прекращения электроснабжения объекта.

Выводы

- Создание АСУ ТП получения минеральной муки с использованием технологии фирмы PM-Technologies позволило сократить затраты на содержание обслуживающего персонала: в прежнем процессе было задействовано 6–8 человек в течение смены, в настоящее время требуется лишь 3 работника, включая оператора установки.
- Система управления дала возможность повысить энергоэффектив-

ность: потребление электроэнергии сократилось на 35%, а потери тепловой энергии при сжигании природного газа снизились на 95%.

- Использование закрытого аэродинамического комплекса увеличило производительность процесса производства минеральной муки по сравнению с наиболее распространёнными способами минимум в три раза, с 20 до 64 т/ч.
- Использование рукавных фильтров и замкнутого аэродинамического кон-

тура сделало технологический процесс получения минеральной муки максимально экологически чистым и сократило потери готовой продукции до 0,5–1%.

- Информативность АСУ ТП и её диагностические характеристики позволяют своевременно предупреждать неисправности технологического оборудования, предотвращая возможные аварийные ситуации. ●

sklyarovu@gmail.com