

А.В. СИНЯНСКИЙ, генеральный директор ООО «АВС-МК» (Москва)

## Система автоматизированного управления заводом по производству керамического кирпича «Sinaps Керамика»

В последние годы широкое распространение получила технология производства лицевого керамического кирпича методом полусухого прессования. Проблемы, связанные с сырьем, промежуточными продуктами, были изучены и отработаны на уровне лабораторных испытаний методом отбора проб и экспресс-анализа.

Непрерывный контроль за реальным производством был невозможен из-за того, что все технологические процессы не попадали под всеобъемлющий контроль и управление. Применяемые в настоящее время машины и агрегаты универсального назначения обычно используют в традиционных технологиях производства керамического кирпича, и они не были объединены в целевые агрегаты для полусухого прессования.

Сложность управления всем комплексом состоит в том, что в технологии присутствуют как непрерывные (подготовка и сушка сырья, подготовка пресс-порошка, транспортирование), так и циклические процессы (прессование, загрузка и выгрузка сырца с сушила и на обжиговые вагонетки).

В разработанной ООО «АВС-МК» системе автоматизации управления комплексом изготовления керамического кирпича «Sinaps Керамика» реализована система распределенного управления отдельными процессами со связью между ними по интерфейсным и релейным каналам.

Система объединяет около ста электродвигателей и энергопотребителей суммарной установленной мощностью более 2000 кВт, свыше 20 измерителей температуры, уникальные измерители влажности, сигнализаторы уровня, измерители давления и разрежения, измерители и регуляторы расхода сыпучих материалов. Для сокращения электропотребления на приводах тягодутьевых машин комплекса установлены мощные преобразователи частоты.

Подготовка и сушка сырья являются головным в описываемой технологии, поэтому при управлении процессом учитывают и производительность, и влажность продукта на выходе из сушильного барабана.

В некоторых случаях перед барабаном устанавливают гранулятор, перерабатывающий исходный продукт в одинаковые по размерам частицы. Это способствует повышению качества высушенного полупродукта, делает его более равномерным по влажности. Однако сама грануляция, осуществляемая обычно с помощью прессов типа СМК-506 с дополнительной гранулирующей насадкой, происходит при влажности сырья в довольно узком диапазоне. При высокой влажности происходит слипание приготовленных гранул и перерасход топлива на сушку, при малой влажности — перегрузка двигателя пресса. Обычно это явление контролируется оператором пресса, который добавляет воду или пар в пресс.

В системе автоматического управления сигнал о токовой нагрузке пресса поступает на местный контроллер-терминал. Одновременно на терминал от весового ролика транспортера, подающего материал в пресс, приходит сигнал о расходе материала.

При превышении предельной величины нагрузки двигателя пресса от выходного модуля подается сигнал на регулятор расхода воды. Регулирование производится импульсами до тех пор, пока нагрузка двигателя не станет допустимой.

Весовой терминал включен в контур регулирования процесса сушки.

На сушильных барабанах устанавливают два вида горелок: с дутьевым вентилятором вторичного воздуха (так называемые теплогенераторы), для которых можно устанавливать уровень необходимой температуры в смесительной камере, и без вентилятора.

Для горелочных устройств без установленного вентилятора для подачи вторичного воздуха необходима дополнительная установка дутьевой машины. Установленный уровень температуры в смесительной камере поддерживается количеством подаваемого вторичного воздуха. Регулирование может производиться двумя способами: поворотом регулирующей заслонки или изменением частоты вращения вентилятора.

Регулирование теплогенератора производится по контролируемой температуре уходящих из сушильного барабана газов, которая зависит от количества и исходной влажности материала. Ее оптимальный уровень устанавливается при наладочных работах, так как является функцией многих параметров: размеров и типа сушильного барабана, вида топлива и горелочного устройства и т. д.

Поддержание необходимого разрежения в зоне топки горелочного устройства регламентируется условиями его эксплуатации и обеспечивается регулированием тяги дымососа, которое осуществляется изменением частоты вращения дымососа с помощью преобразователя частоты. Аналоговый сигнал от датчика разрежения поступает на аналого-цифровой преобразователь (АЦП), а с него на управляющий контроллер. Выходной сигнал с контроллера поступает на программируемый вход преобразователя частоты для изменения частоты вращения. В ручном или наладочном режиме оператор может самостоятельно менять разрежение, так как на лицевой панели шкафа имеются элементы управления, преобразователь частоты (ПЧ) дымососа, индицируются разрежение в сушильном барабане, температура в топке и уходящих газов.

Для перераспределения влаги высушенные гранулы подвергаются «лежке» в течение 18–24 ч в накопительных бункерах с наружной теплоизоляцией для предотвращения диффузии влаги на периферию бункера. За-



Рис. 1. Шкафы системы автоматизации управления комплексом изготовления керамического кирпича «Sinaps Керамика»

тем происходит размол гранул в стержневых мельницах. Для достижения необходимой влажности на выходе материала из накопительных бункеров устанавливают измеритель расхода материала в виде весового ролика и датчика скорости ленты транспортера, датчик влажности (непосредственно в поток материала).

В связи с тем, что измерение малых мгновенных расходов связано с определенными аппаратными трудностями и довольно дорого, принято решение определять расход косвенно по давлению перед выходными распылительными форсунками. Давление воды измеряется датчиком со стандартным токовым выходом 4–20 мА. После преобразования АЦП цифровой сигнал поступает в контроллер и сравнивается с расчетным значением давления. Сигнал рассогласования поступает через блок ввода-вывода на исполнительный механизм регулирующего крана, который поворачивается до положения, когда заданное и фактическое значения давления уравниваются. Для обеспечения синхронности измерения расхода материала и количества подаваемой воды в контроллере устанавливается необходимая задержка.

Для того чтобы убедиться, что влажность материала на выходе из стержневого смесителя соответствует заданной, установлен второй датчик измерителя влажности. Его значения используют для индикации на мониторе оператора, а также для тарифовочных и наладочных работ.

Измеренные значения расхода материала и воды, а также влажности на входе и выходе из смесителя отображаются на дисплее 4-канального цифрового терминала. Увлажненный до необходимых кондиций материал поступает на прессы полусухого прессования, которые имеют свои автономные шкафы управления, но они не приспособлены для работы в автоматическом режиме: для удаленного оператора нет возможности проанализировать состояние прессы.

Шкафы прессов были дополнены системой удаленного контроля и передачи данных оператору. Таким же образом были выполнены и шкафы управления механизмами загрузки и выгрузки сушилок.

Система управления манипулятором обжиговых вагонеток, выполненная на базе контроллера «OMRON», не подвергалась переработке, а связь с уда-

ленным оператором осуществляется по последовательному интерфейсу.

Шкафы управления работой печью обжига выполнены отдельно.

В связи с тем, что все процессы в печи взаимосвязаны, шкафы КИП и дистанционного управления (шкафы № 10, 11, 14) должны располагаться в одной рабочей зоне. Там же должен располагаться и центральный пульт оператора (АМК-56.20.00.000). Для этого в средней зоне по длине туннельной печи (на отметке +3,6–3,7 м) обустраивается помещение размерами примерно 3×6 м с обеспечением соответствующих микроклиматических условий.

Для сокращения длины силовых кабелей шкафы № 12 и № 13 располагаются непосредственно рядом с соответствующими агрегатами или в помещении завода с возможностью визуального контроля за работой тягодутьевых машин при запуске.

Для контроля температуры в печи установлены датчики температуры — шесть в зонах обжига, два в зоне охлаждения, два в зоне загрузки и рециркуляции.

В связи с тем, что управление газовыми горелками и температурным режимом печи является главным для выпуска качественного продукта, управление этими элементами выделено в отдельный шкаф № 10.

В шкафу расположены элементы розжига, контроля и управления 48 горелками зоны обжига. Автоматическое регулирование температуры в каждой из шести зон обжига производится импульсным методом в связи с высокой инерционностью теплового процесса.

Воздух по воздуховодам направляется к горелкам. Непосредственно перед горелками на воздуховодах установлены ручные регулирующие воздушные заслонки для регулирования процесса горения и подбора коэффициента избытка воздуха. На трубопроводах воздуха и газа устанавливаются датчики давления, включенные в систему автоматической блокировки и сигнализации.

Так как нами осуществлялось управление уже спроектированной системой, внесение конструктивных изменений было невозможно. Но с точки зрения стабильности системы считаем, что подачу воздуха на горение надо было производить не от наружного воздухозаборника, а от системы охлаждения подвагонеточного

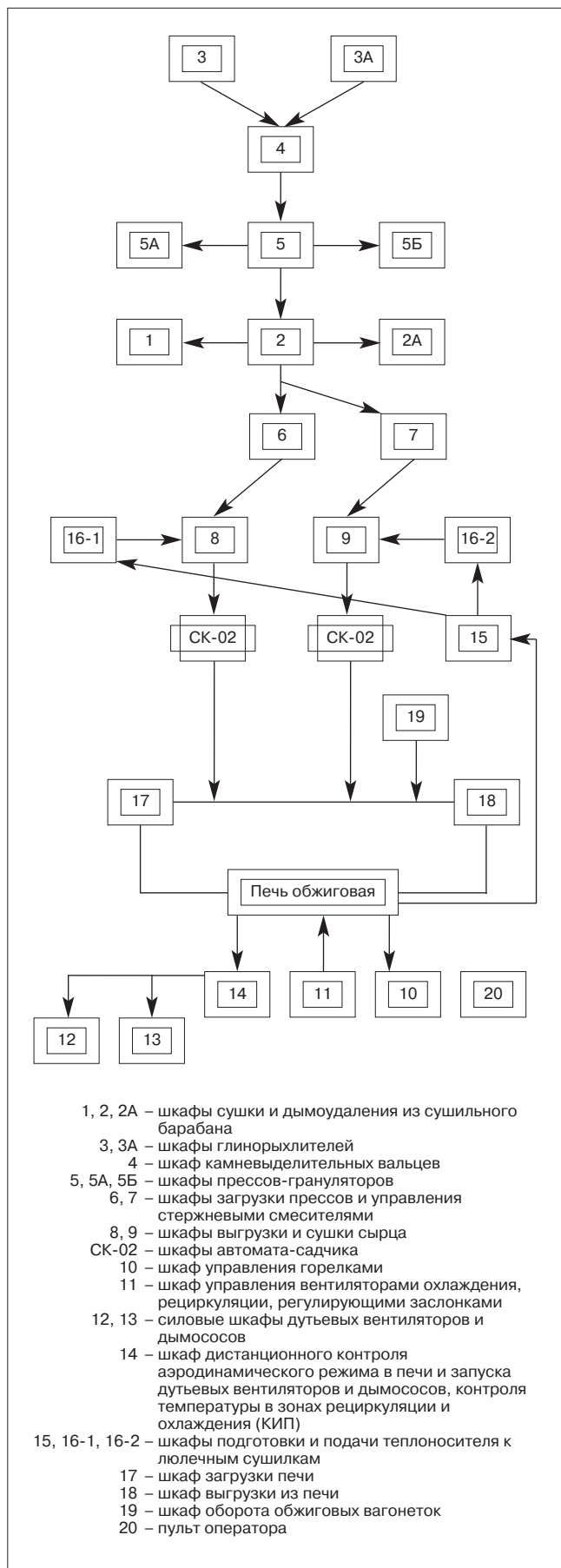


Рис. 2. Схема расположения шкафов электрооборудования производства керамического кирпича в г. Мценске

пространства. В этом случае параметры дутьевого воздуха были бы более стабильны и не зависели от времени года. Кроме того, дутье подогретым воздухом существенно снизило бы энергозатраты (до 900 кВт тепловой мощности в час).

Розжиг и контроль каждой горелки осуществляется дистанционно через установленный на горелке сигнализатор горения «ЛУЧ-1АМ». Все заслонки газа и воздуха могут управляться как в ручном, так и в автоматическом режимах и имеют дистанционный индикатор положения. Применение терминалов ЕТ-09 в системе автоматики печи позволило передавать и регистрировать фактический температурный режим в печи с целью дальнейшего его анализа.

Процессы газообмена осуществляются вентиляторами: охлаждения подвагонеточного пространства; подогрева форкамеры; зоны рециркуляции (2 вентилятора); зоны охлаждения (2 осевых вентилятора).

Осевые вентиляторы установлены как аварийные, поэтому управление ими не включено в систему автоматики и осуществляется оператором вручную с местного пульта управления выгрузкой печи.

Из зоны охлаждения газозвдушная смесь отбирается для обогрева лучечных сушилок вентилятором (входит в систему отбора газов и обогрева сушилок).

В шкафу располагаются защитные автоматы и пускатели вентиляторов подачи воздуха в подвагонеточное пространство и отбора из него, вентиляторы рециркуляции 1 и 2, а также блоки управления регулирующими заслонками (всего 11 заслонок). Блоки управления заслонками имеют индикаторы положения заслонок, связанные с потенциометрами, установленными на осях соответствующих заслонок. Это позволяет визуально оценить распределение газозвдушных потоков в соответствующих зонах туннельной печи.

На напорных участках вентиляторов установлены измерители давления. Релейный выход с приборов поступает на вход контроллеров ЕТ-01 и в систему аварийной сигнализации, а токовый – через АЦП ЕТ-04Т на управляющий контроллер ЕТ-02. Аналогично обустроены и участки газоудаления с датчиками разрежения перед дымососами.

На всасывающих и нагнетательных участках установлены регулировочные заслонки, позволяющие перераспределять газовые потоки. В связи с неопределенностью в алгоритме управления этими заслонками они выполнены с ручным приводом. Положение заслонок устанавливается в период пусконаладочных работ, а затем вносится в технологический регламент.

Газоудаление производится двумя дымососами ДН15У (рабочий и аварийный). Запуск дымососа происходит при закрытых заслонках направляющего аппарата. Заслонки направляющего аппарата перемещаются от привода МЭО. Для обеспечения плавного пуска и регулирования тягодутьевых характеристик дымососа привод дымососа производится от преобразователя частоты. Преобразователь установлен один на оба дымососа. Регулирование производится по значению разрежения в контрольной точке печи. Измерение производится показывающим прибором с токовым выходом 4–20 мА. Прибор имеет также релейный выход, включенный в систему аварийной сигнализации. Токовый выход поступает на вход АЦП Е-04Т, а с него на процессор ЕТ-02. По интерфейсу RS-485 управляющий сигнал поступает на блок ввода-вывода ЕТ-01, а с него – на управляющие клеммы ПЧ.

В шкаф № 14 включены элементы дистанционного управления дутьевыми вентиляторами, дымососами, контроль температур в зонах рециркуляции и охлаждения; на контрольных лампах отражается аэродинамический режим печи.



Подача теплоносителя к сушилкам осуществляется в две стадии:

1. Подготовка теплоносителя.
2. подача теплоносителя в сушилку и удаление отработанного теплоносителя.

Управление подготовкой теплоносителя осуществляется приборами и оборудованием, размещенным в шкафу № 15. На первой стадии горячие газы вентилятором подсасываются в смесительную камеру, в которую поступает и холодный наружный воздух. Туда же при необходимости подается вода. Перед вентилятором устанавливаются датчики температуры и влажности. Измеренное значение температуры и влажности индексируется на панели прибора МП51. Там же отражается положение регулирующей заслонки. Если параметры температуры и влажности отличаются от заданных, заслонки, установленные на газоходах, поворачиваются. Газовоздушная смесь с нужными параметрами через распределительный газоход с заслонками направляется к сушилкам. Так как длина газоходов к сушилкам неодинакова, равномерное распределение потока осуществляется подбором положения регулирующих заслонок, установленных после разветвления. Заслонки не включены в систему автоматического управления, но имеют дистанционное управление.

Для каждой из двух сушилок устанавливаются шкафы управления, включающие вентиляторы подачи и отбора теплоносителя. Регулирование теплового процесса осуществляется поворотом заслонок, обеспечивающих подсос воздуха, перераспределение потоков теплоносителя по длине сушилки. Всего в системе установлено пять заслонок. Заслонки поворачиваются автоматически, дистанционно или с местного пульта привода.

Температурный режим в сушилке контролируется четырьмя датчиками, подключенными к 8-канальному регулятору ТРМ-138. Релейные выходы регулятора поступают на вход местного логического контроллера ЕТ-01.

На выходе теплоносителя из сушилки постоянно контролируется его относительная влажность. При низкой относительной влажности процесс сушки может происходить с высокой скоростью, что может привести к растрескиванию сырца из-за усадки.

Так как технологическим регламентом устанавливаются верхняя и нижняя границы температурного диапазона, на четыре входа регулятора задано 8 выходов. Выходные сигналы от контроллера ЕТ-01 поступают на механизмы поворота соответствующих заслонок. В связи с тем, что четкий алгоритм управления заслонками при той или иной комбинации температур и потоков в сушилке отсутствует, в период наладки алгоритм будет отработываться и в дальнейшем фиксироваться в памяти контроллера.

Оборот обжиговых вагонеток осуществляется с трех местных шкафов управления, связанных между собой механическими и электронными блокировками.

В связи с тем, что линия оборота вагонеток довольно протяженная, а контроль за их оборотом должен производиться оперативно, на линии оборота желательна установка видеокамер в зонах: садчиков, передаточных тележек, перехода от одного толкателя к другому. Систему видеонаблюдения необходимо выполнить универсальной, чтобы помимо наблюдения за вагонетками можно было подключить и другие зоны технологического процесса.

Загрузка печи осуществляется при помощи толкателей и последовательного открытия шлюзовых ворот. С этого же пульта управляется передаточная тележка с путей загрузки обжиговых вагонеток на рабочий путь печи. Алгоритм управления механизмами реализуется от местного контроллера. Возможно также управление загрузкой и выгрузкой печи с местных пультов, для которых введены некоторые ограничения:

- запрет открытия ворот форкамеры при наличии в ней вагонетки;
- запрет открытия загрузочных и разгрузочных ворот, если на выгрузке вагонетка не удалена;
- запрет открытия ворот со стороны выгрузки.

Ограничения установлены для рабочего режима печи и снимаются при работе в режиме «наладка».

На участках загрузки и выгрузки печи установлены местные пульта управления механизмами загрузки и выгрузки, а со стороны выгрузки и аварийными осевыми вентиляторами.

В шкафу выгрузки печи располагаются элементы управления разгрузочными воротами (в ручном режиме; в штатном режиме ворота открываются одновременно с загрузочными со шкафа загрузки печи), аварийными осевыми вентиляторами охлаждения, цепным выгрузочным толкателем, а также передаточной тележкой, транспортирующей вагонетки к зоне выгрузки и к загрузочным путям садчиков.

Шкаф устанавливается в зоне промежуточной передаточной тележки, где происходит перенаправление обжиговых вагонеток на тот или иной путь к садчикам. Здесь также управляются цепные толкатели, осуществляющие продвижение вагонеток к садчикам.

На пульте управления, соединенном интерфейсными линиями со всеми шкафами управления завода, на мнемосхеме полностью отражается работа всех агрегатов. Так как пульт управления располагается в том же помещении, что и шкафы управления обжиговой печью, оператор практически может видеть и управлять всей ситуацией на заводе. Температурный режим в обжиговой печи, влажность материала на входе на участок прессования могут при необходимости записываться в файле длительного хранения на сервере для анализа зависимости температурного режима и влажности сырья, с одной стороны, и качества продукции — с другой.

Данная автоматизированная система управления является оригинальной разработкой компании ООО «АВС-МК». О существовании российских аналогов разработанной системы нам неизвестно.



**АВС-МК**  
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Телефон: (495) 778-87-91  
Факс: (495) 739-01-63  
E-mail: avs-mk@avs-mk.ru  
<http://www.avs-mk.ru>

**Офис**

Россия, 105120, г. Москва, Мельницкий переулок, д. 8, стр. 1

**Производственная база**

Россия, 140050, Московская обл., Люберецкий р-н, пос. Красково, ул. К. Маркса, д. 117, стр. 11

Реклама