Оглавление

[Введение](#_Toc106483003)

[1. Техническое предложение.](#_Toc106483004)

[1.1 Описание технологического процесса.](#_Toc106483005)

[1.1.1 Важнейшие стеклообразующие компоненты состава шихты](#_Toc106483006)

[1.1.2 Требования, предъявляемые к сырьевым материалам.](#_Toc106483007)

[1.1.3 Аппараты цеха подготовки шихты.](#_Toc106483008)

[1.1.4 Подготовка компонентов шихты.](#_Toc106483009)

[1.1.5 Приготовление шихты.](#_Toc106483010)

[1.2 Существующий уровень автоматизации.](#_Toc106483011)

[1.3 Возможные варианты и обоснование целесообразности выбора принятого решения.](#_Toc106483012)

[2. Эскизный проект.](#_Toc106483013)

[2.1 Описание технологического процесса.](#_Toc106483014)

[2.2 Анализ технологического процесса как объекта управления](#_Toc106483015)

[2.3 Выбор структуры системы управления и регулирования.](#_Toc106483016)

[2.4 Техническое обеспечение разрабатываемой системы автоматизации.](#_Toc106483017)

[3. Технический проект](#_Toc106483018)

[3.1 Описание функциональной схемы автоматизации.](#_Toc106483019)

[3.2. Выбор технических средств автоматизации.](#_Toc106483020)

[3.3 Разработка принципиальной электрической схемы.](#_Toc106483021)

[3.4 Расчет АСР.](#_Toc106483022)

[3.4.1 Нахождение динамических характеристик объекта.](#_Toc106483023)

[3.4.2 Расчет одноконтурной системы регулирования температуры в сушильном барабане.](#_Toc106483024)

[3.4.3 Исследование одноконтурной системы на устойчивость](#_Toc106483025)

[3.4.4 Расчет комбинированной АСР.](#_Toc106483026)

[3.4.4.1 Определение рабочей частоты.](#_Toc106483027)

[3.4.4.2 Расчет комбинированной АСР при подаче компенсирующего сигнала на вход регулятора.](#_Toc106483028)

[3.4.5 Сравнение качества переходных процессов одноконтурной и комбинированной АСР*.*](#_Toc106483029)

[3.5 Разработка схемы внешних соединений](#_Toc106483030)

[4.безопасность и экологичность проекта](#_Toc106483031)

[4.1 Введение](#_Toc106483032)

[4.2 Анализ на соответствие требованиям безопасности и экологичности.](#_Toc106483033)

[4.2.1. Анализ вредных, опасных и аварийных факторов.](#_Toc106483034)

[4.2.2. Анализ экологически опасных факторов.](#_Toc106483035)

[4.2.3 Анализ устойчивости функционирования.](#_Toc106483036)

[4.3. Защита от вредных, опасных и аварийных факторов.](#_Toc106483037)

[4.4. Обеспечение экологической безопасности.](#_Toc106483038)

[4.5. Повышение устойчивости функционирования](#_Toc106483039)

[4.6. Расчет подпорной вентиляции для помещения КИП и автоматики](#_Toc106483040)

[4.7 Заключение.](#_Toc106483041)

[5. Экономическая часть](#_Toc106483042)

[5.1 Введение](#_Toc106483043)

[5.2 Исходные данные для расчёта эффективности инвестиционного проекта](#_Toc106483044)

[5.2.1 Смета затрат:](#_Toc106483045)

[5.2.2 Стоимость приборов и средств автоматизации по оптовым ценам приобретения](#_Toc106483046)

[5.3 Расчёт эффективности инвестиционного проекта](#_Toc106483047)

[5.3.1 Расчёт объёма инвестиций](#_Toc106483048)

[5.3.2. Расчёт изменения текущих затрат](#_Toc106483049)

[5.3.3 Расчёт показателей эффективности инвестиционного проекта](#_Toc106483050)

[5.4 Заключение](#_Toc106483051)

[Заключение](#_Toc106483052)

[Список используемых источников](#_Toc106483053)

[Приложение 1](#_Toc106483054)

[Оценка точности канала измерения](#_Toc106483055)

**ВВЕДЕНИЕ**

В России, как и в других промышленных государствах, стекольную промышленность причисляют к малым отраслям производства. Но все же стекольная промышленность занимает ключевую позицию, так как стекло в качестве заводского материала часто является необходимой основой для готового изделия или целой системы. Стекольная промышленность по условиям поставок тесно связана с другими отраслями промышленности.

По сравнению с другими промышленными отраслями, стекольная индустрия относится к тем областям, в которых создание материала включает его формование и обработку. Во многих других отраслях промышленности на первом плане находится или создание нового материала (например, в химической промышленности), или преобразование основы материала (например, в машиностроении). Выполняя такую двойную функцию, стекольная промышленность имеетогромное количество задач в области разработок и научных исследований.

В стекольной промышленностиможно выделить следующие основные отрасли:

- производство плоского стекла;

- производство полого стекла;

- производство специального стекла;

- производство стекловолокна.

Промышленность плоского стекла, в основном, производит сегодня флоат-стекло, которое находит применение в строительном секторе и автомобильной индустрии. Особое значение придается обработке флоат-стекла для получения безопасного, изолирующего, зеркального стеклаи стекла с покрытием, так как таким образом достигается значительное повышение его качества.

Промышленность полого стекла включает большую группу посудного и тарного стекла, а также хозяйственное стекло; к последней, группе можно причислить изготовителей хрустального стекла и свинцового хрусталя.

Промышленность специального стекла выпускает в основном продукцию для техники и науки; в частности, изделия для оптики, химии и светотехники, электроники, электротехники, фармацевтической и медицинской техники. Стеклокерамические материалы можно представить, в зависимости от области применения, продуктами промышленности специальных видов стекол.

К промышленности стекловолокна относятся изготовители изолирующих стекол (штапельных волокон), упрочняющих и текстильных волокон (непрерывных волокон). Изготовление стекловолокна для оптической системы связи (передачи информации) относится не к стекольной промышленности, а в соответствии с областью применения, к электронной индустрии.

Таким образом, продукция из стекла пользуется большим спросом во всех отраслях промышленности. Отсюда вытекает необходимость непрерывной оптимизации процесса стекловарения с целью достижения более высокой производительности при варке стекла, его формовании и, наконец, в улучшении свойств изделий.

Процессы оптимизации производства стекла происходят в той сфере, которая связана с множеством других областей, таких как энергетика (применение вторичного сырья (стеклобоя)), использование тепла отходящих газов (рекуперация тепла), экология (очистка воздуха и отработанных газов) и экономика производства (снижение производственных затрат), что позволяет более комплексно использовать все меры для улучшения технологических процессов.

Растущую комплексность в производстве стекла можно преодолеть путем эффективного расширения применения измерительной техники, автоматического регулирования. В настоящее время большое количество стекловаренных печей приводится в действие посредством систем управления, и автоматизация технологических процессов охватывает все сферы производства стекла.

В связи с этим модернизация производства стекла и его автоматизация являются на сегодняшний день необходимым этапом развития стекольной промышленности в России.

Кроме того, надо заметить, что производство стекла и стеклянных изделий (например, тара, посуда и т.д.), как правило, рентабельно, быстро окупаемо и, следовательно, экономически выгодно, т.к. стекло как товар не имеет срока годности.

Можно сделать вывод, что стекольная промышленность является одной из наиболее перспективных отраслей промышленности. Однако в России данная ветвь производства нуждается в дальнейшем развитии.

В Астраханской области основной производитель и поставщик стекла – ООО ПКФ «Астраханьстекло», системе автоматизации которого и посвящен данный дипломный проект.

**1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ**

Дипломный проект выполняется на основании задания на проектирование, исходных данных и в соответствии с ними. Целью данного проекта является разработка автоматической системы управления процессом подготовки шихты в производстве стекла.

При проектировании систем автоматизации технологических процессов необходимо руководствоваться:

* основными техническими направлениями в проектировании систем управления и средств автоматизации, исходя из достижений науки и техники;
* результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
* передовым отечественным и зарубежным опытом в области автоматизации технологических процессов;
* действующими нормативными документами на проектирование систем автоматизации технологических процессов, утверждёнными в установленной форме, государственными стандартами, каталогами на приборы, средства автоматизации, монтажные изделия и т.п.;
* нормами и правилами строительного проектирования, санитарными, электротехническими, противопожарными и другими требованиями.

При проектировании систем автоматизации должно обеспечиваться:

* решение задач автоматизации на современном техническом уровне, а также применение прогрессивных видов оборудования и материалов;
* снижение стоимости производства;
* определение сметной стоимости оборудования и монтажа окончательно на всё время строительства;
* определение технико-экономического эффекта от внедрения принятых в проекте решений.

Основные задачи автоматизации технологического процесса заключаются в следующем:

* поддержание всех параметров процесса в установленных пределах с учётом оптимального ведения процесса в целом;
* обеспечение сигнализации выхода параметров за установленные пределы;
* обеспечение блокировки при недопустимом нарушении хода технологического процесса;
* обеспечение возможности оперативно перейти на ручное управление при выходе из строя средств автоматизации;
* распознавание и сигнализация предаварийных ситуаций.

**1.1 Описание технологического процесса**

**1.1.1 Важнейшие стеклообразующие компоненты состава шихты**

Смесь отдельных видов сырья, содержащую компоненты в определенном весовом соотношении, называют шихтой. Приготовление шихты является важным шагом в процессе производства стекла, так как постоянный состав и высокая однородность смеси способствует процессу плавления, а также воспроизводству свойств стекла. Рецептура сырья разрабатывается лабораторией в зависимости от видов производимой продукции и качественных показателей стекла.

В общем, состав шихты представляет собой смесь следующих компонентов: кварцевого песка, доломита, соды, мела, доломитовой муки, полевого шпата, селитры, содо-сульфатной смеси и стеклобоя.

В состав шихты также входят осветлители, которые добавляют к смеси в долях до 1% по массе. Они должны вывести на поверхность пузырьки газа, возникающие в расплаве. В основном, это происходит благодаря термическому разложению осветлителей.

При этом возникают газы, поднимающиеся на поверхность в форме больших пузырей, увлекая за собой маленькие газовые включения.

Самыми широко используемыми осветлителями являются As2О3 и Sb2О, отдающие при высоких температурах О2, а также Na2SO4 – сульфат натрия, высвобождающий SO2 и О2.

Добавление стеклобоя – обязательное условие получения сырья. Отходы стекла при его производстве и при дальнейшей обработке с некоторых пор в виде так называемого собственного стеклобоя вновь добавляются в шихту. Стеклобой ускоряет процесс плавки. Наряду с энергосбережением в процессе плавки, другим преимуществом использования боя стекла является экономия сырья (в частности, соды).

**1.1.2 Требования, предъявляемые к сырьевым материалам**

Для того, чтобы при изготовлении стекла оптимально провести процесс плавки, необходимо сделать правильный выбор сырья относительно егохимического состава и распределения по величине зерен. Уже сырье должно соответствовать требованиям конечного продукта.

Из-заошибок в составе сырья могут возникнуть не только пороки в стекле, как включения, пузырьки и шлиры, но это также отрицательно может повлиять на процесс формования.

Сырье, применяемое при производстве стекла должно отвечать следующим требованиям. Во-первых, химический состав сырьевых материалов должен быть постоянным. В составе стекла допускается только незначительное количество добавок и загрязнений. Поэтому необходим текущий контроль качества сырьевых материалов.

Распределение по величине зерен является дальнейшим важным контролем качества сырьевого материала. Более мелкие размеры зерен, то есть мелкозернистое сырье, позволяют улучшить гомогенизацию шихты и coкратить процесс плавки, так как из-за увеличения удельной поверхности реакции могут протекать быстрее. С другой стороны, тонкоизмельченное сырье ведет к увеличению потерь вследствие пыления, и газы, абсорбированные из поверхности, в процессе варки легко образуют пузырьки в стекломассе. Напротив, зерна слишком большого диаметра затрудняют скорость реакций в расплаве.

Поэтомуразмер зерен сырья, используемого для производства стека, должен быть в пределах 0,05-0,5 мм.

Важно также, чтобы используемые виды сырья имели одинаковые размеры зерен, так как при изготовлении шихты может начаться расслоение.

Эти вышеназванные требования, предъявляемые к стекольному сырью, могут быть легко выполнимы при использовании синтетических сырьевых материалов, на обогащение которых расходуются большие средства. Поэтому их применение достаточно дорогостоящее.

При изготовлении хозяйственного стекла по экономическим причинам преимуществоотдается естественному или малообогащенному сырью. Для высококачественных специальных стекол используется исключительно синтетическое сырье, постоянное высокое качество которого должно быть гарантировано изготовителем.

**1.1.3 Аппараты цеха подготовки шихты**

А). Сушильный барабан песка.

Применяется для сушки сыпучих, зернистых и мелкокусковых материалов. В сушилках этого типа тепло сушильного агента передается высушиваемому материалу во вращающемся сушильном барабане. В качестве сушильного агента используется воздух или дымовые газы.

Сушильные барабаны, применяемые в стекольной промышленности, работают по принципу прямотока, т.е. материалы и горячие газы внутри барабана движутся в одном направлении. Это помогает избежать перегрева материала, так как в этом случае наиболее горячие газы соприкасаются с материалом, имеющим наибольшую влажность.

Достоинствами сушильных барабанов является высокий удельный съем продукции с 1м2 внутренней поверхности и влаги с 1м3 объема барабана, равномерная сушка материала, небольшой удельный расход топлива, недостатком – унос мелких фракций материала с отходящими газами, что вызывает необходимость установки пылеуловителей в вентиляционной системе.

Сушильный барабан имеет цилиндрический кожух. К кожуху прикреплены два бандажа на чугунных башмаках. Они служат опорой барабана и сообщают ему вращение, благодаря перекатыванию на двух парах опорных роликов. Барабан размещают таким образом, чтобы его ось была наклонена к горизонтальной плоскости на угол 3о в сторону выхода материала. Для предотвращения продольного перемещения барабана на одной из опор установлены два опорных ролика.

Барабан приводится во вращение электродвигателем через зубчатую передачу и редуктор. Число оборотов барабана обычно составляет 5–8 мин-1.

Полость барабана разделена на четыре ячейки, к стенкам которых приварены лопасти или радиальные перегородки. Для обеспечения равномерной сушки материала необходимо, чтобы периметры этих ячеек и степень их заполнения были одинаковыми. При вращении материала материал в ячейках пересыпается с лопасти на лопасть. В местах примыкания барабана к топочной и разгрузочной камерам на кожухе укреплены уплотнительные кольца.

Сырой материал поступает в барабан по трубе. Чтобы материал не попадал в топочную камеру, на входном конце барабана устанавливают направляющий конус.

При работе горячие газы, имеющие температуру 1000 – 1100оС, поступают в смесительную камеру. Смешиваясь здесь с холодным воздухом, газы при температуре 800 – 900оС направляются в барабана, прогревая сырой материал и удаляя из него влагу. На выходе из барабана газы остывают до температуры 100 – 150оС и отсасываются вентилятором, а высушенный материал поступает в разгрузочную камеру.

Объем сушильного барабана: 16м3;

Производительность сушильного барабана: 16 т/ч;

Количество влаги, удаляемой при сушке: 1280 кг/ч.

Б). Оборудование для подачи сырьевых материалов.

1. Ленточный питатель.

Предназначен для подачи мелкого сыпучего материала. Рабочим органом является прорезиненная лента, огибающая два барабана – приводной и натяжной. Рабочая ветвь ленты скользит по неподвижному настилу или опирается на опорные ролики, а нижняя часть – свободная. Боковые стороны ленты ограничены неподвижными бортами, препятствующими просыпанию материала с ленты.

Ширина ленты: 250 – 1100 мм;

Производительность : до 175 м3/с;

Скорость ленты: 0,1 – 0,35 м/с.

2. Лотковый питатель с электровибрациооным приводом.

Применяют для подачи мелкокусковых и зернистых материалов. Питатель состоит из лотка и вибровозбудителя. Вследствие вибрации лотка частицы материала, поступающего из бункера, начинают также вибрировать, образуя текучую зернистую массу.

3. Винтовой питатель.

Применяют для равномерной подачи таких материалов, как известь, уголь, песок. Питатель имеет винтовые лопасти, закрепленные на валу, установленном на подшипниках. Винт расположен в металлическом корпусе, имеющем металлическую воронку и разгрузочное отверстие. При вращении винта поступающий в корпус материал перемещается к разгрузочному отверстию и отверстию и одновременно перемешивается. Такие питатели обеспечивают равномерное и довольно точное дозирование материала. Достоинством винтовых питателей является герметичность и компактность, недостатком – быстрое изнашивание винта и корпуса.

В). Смеситель.

Решающее влияние на качество выпускаемой продукции оказывает смешивание компонентов шихты. Основная цель смешивания – получение однородной смеси различных компонентов шихты и равномерное распределение увлажняющих добавок.

В данном цеху используется тарельчатый смеситель. Он относится к машинам, в которых интенсивно смешивается несколько компонентов, что позволяет получать хорошую однородную шихту.

Смеситель смешивает порошкообразные молотые материалы в сухом состоянии с некоторым увлажнением до 5%.

Смеситель состоит из чаши, которая вращается вокруг вертикальной оси на четырех роликах, установленных на станине. Компоненты шихты загружают в бункер. Из бункера смесь поступает в чашу смесителя. До попадания смеси в чашу, включаю электродвигатель. Смешивание продолжается 3 – 4 мин, после чего готовая шихта выгружается через разгрузочное отверстие, выполненное в центре дна чаши и закрытое диском.

Чаша и два вертикальных вала, несущие по три лопасти каждый, вращаются в противоположных направлениях.

**1.1.4 Подготовка компонентов шихты**

Цех по приготовлению стекольной шихты ООО ПКФ «Астраханьстекло» обеспечивает управление работой дозировочно-смесительноного отделения (ДСО).

Песок некондиционный поступает в прирельсовый склад сырья в полувагонах (или автомашинах) и разгружается в приямки. Из приямков песок разгружается в закром на хранение грейферным краном. По мере необходимости грейферным краном песок подается в приемный бункер. Из бункера песок системой питателя подается в барабанную сушилку. Просушенный песок элеватором поднимается в силос ДСО.

Сода, мел, доломитовая мука, полевой шпат, селитра, содо – сульфатная смесь поставляются в прирельсовый склад сырья в вагонах типа хоппер. Из вагонов компоненты ссыпаются через решетки в приемные воронки, а затем винтовыми пневматическими насосами загружаются в силосные банки ДСО. Компоненты шихты хранятся в расходных силосах и бункерах

**1.1.5. Приготовление шихты**

В данном цехе производится приготовление шихты на автоматизированной весовой линии в дозировочно-смесительном отделении. В состав линии входят:

* Универсальный дозировочный комплекс для песка
* Универсальный дозировочный комплекс для соды
* Универсальный дозировочный комплекс для мела
* Универсальный дозировочный комплекс для доломита
* Универсальный дозировочный комплекс для полевого шпата
* Универсальный дозировочный комплекс для селитры
* Универсальный дозировочный комплекс для содосульфатной смеси
* Дозировочный комплекс малых компонентов
* Универсальный дозировочный комплекс для стеклобоя
* Конвейер сборочный ленточный желобчатый закрытый
* Смеситель шихты
* Система увлажнения шихты
* Элеватор ковшовый ленточный

Существующая автоматизированная система управления весовой линией приготовления шихты обеспечивает выполнение заданной циклограммы технологического процесса приготовления шихты. Время одного цикла приготовления шихты – 6 мин.

После поверки дозаторов и пуска системы в работу, начинается дозирование песка и его подача в смеситель. При поступлении первой порции песка в смеситель (40 сек от начала разгрузки дозатора песка) включается система увлажнения шихты водой, которая должна обеспечить влажность шихты 4,5±0,5%. После разгрузки песка и его увлажнения начинается разгрузка остальных компонентов. Время перемешивания принимается 4 минуты. По окончании перемешивания открывается разгрузочная заслонка смесителя. Время разгрузки смесителя 60 секунд, после чего заслонка закрывается, смеситель готов к приему следующей порции.

Из смесителя через промежуточный бункер и питатель вибрационный, шихта ссыпается на ленточный конвейер, на который с заданным соотношением дозируется дозировочными комплексами собственный и привозной стеклобой. С конвейера смесь шихты и стеклобоя ссыпается в элеватор, поднимающий ее к бункеру запаса. Из бункера смесь через питатель вибрационный ссыпается в элеватор. С элеватора поток направляется на конвейер.

Далее смесь шихты и стеклобоя системой ленточных конвейеров и сбрасывателей распределяется по бункерам загрузчиков шихты стекловаренной печи.

Заданная мощность составного цеха – 480 т шихты в сутки, из них 50 т стеклобоя.

**1.2 Существующий уровень автоматизации**

Существующая система автоматизации в значительной степени не отвечает современным требованиям автоматизации. Прежде всего, в ней используются морально и физически устаревшие приборы. Сегодня применение таких приборов не является оправданным, так как существуют более совершенные и надежные электронные приборы.

Кроме того, в данном цехе регулирование параметров производится, как правило, по одноконтурной схеме, единый технологический процесс рассматривается как набор большого числа обособленных друг от друга параметров, хотя для эффективного протекания процесса, необходимо учитывать сложившуюся технологическую обстановку. И несмотря на то, что в систему управления введен программируемый контроллер, его возможности используются не полностью. Только управляющий вычислительный комплекс, органично вовлеченный во весь процесс управления может связать его воедино: осуществлять функции сбора и первичного преобразования информации, регулирования технологических параметров, блокировки и передачи информации о состоянии объекта управления в ЭВМ.

Введение распределенной автоматизированной системы управления технологическим процессом на базе программируемого контроллера позволит осуществлять управление процессом с учётом всех параметров в единой совокупности. Появляется возможность отслеживать предаварийные и аварийные ситуации не только по предельным значениям отдельных параметров, но и по некоторым опасным комбинациям значений параметров.

Введение в систему управления ЭВМ позволяет не только эффективно обрабатывать информацию, но и передавать её в верхние уровни системы.

**1.3 Возможные варианты и обоснование целесообразности выбора принятого решения**

Для нормального протекания технологического процесса необходимо регулирование его основных параметров. Проектом предусматриваются следующие контуры регулирования:

1. Для поддержания уровня песка в силосе песка используем одноконтурную систему регулирования, так как высокой точности поддержания параметра не требуется. В качестве регулирующего воздействия выбираем изменение расхода песка, направляемого на сушку.

2. Для регулирования температуры сушки песка используем комбинированную систему управления. Введение данной системы позволяет осуществлять регулирование с большой точностью и учитывать возмущения: температуру и влажность песка, поступающего на сушку. В качестве регулирующего воздействия выбираем изменение расхода топливного газа, поступающего для горения.

3. Для регулирования концентрации отходящих дымовых газов на выходе из сушильного барабана используем каскадную систему регулирования, т.к. регулирование должно осуществляться с большой точностью, минимальными динамическими отклонениями и отсутствием статической ошибки регулирования. Корректирующим (внешним) регулятором является регулятор концентрации отходящих дымовых газов, а стабилизирующим (внутренним) – регулятор соотношения “воздух/топливный газ”. В качестве регулирующего воздействия выбираем изменение расхода воздуха, поступающего на горение в сушильный барабан.

4. Для регулирования влажности высушиваемого песка на выходе из сушильного барабана используем одноконтурную систему регулирования, так как данный параметр может регулироваться достаточно точно и одноконтурной системой. В качестве регулирующего воздействия выбираем изменение расхода воздуха, поступающего на сушку.

5. Для поддержания необходимого разряжения в сушильном барабане песка используем комбинированную систему регулирования, компенсирующую изменение расхода воздуха, поступающего на сушку. Регулирующее воздействие – изменение количества отводимых дымовых газов.

6. Для поддержания уровня соды, мела, доломитовой муки, полевого шпата, содо-сульфатной смеси в силосах используются одноконтурные системы регулирования, так как высокой точности поддержания параметра не требуется. В качестве регулирующего воздействия выбираем изменение подачи материала по пневмотранспорту.

7. Для поддержания уровня песка в бункере запаса шихты используем одноконтурную систему регулирования. В качестве регулирующего воздействия выбираем изменение расхода компонентов шихты, поступающих в смеситель.

8. Для поддержания уровня шихты в бункерах над загрузчиками используем одноконтурную систему регулирования. В качестве регулирующего воздействия выбираем изменение расхода шихты из бункера запаса шихты.

Для нормального протекания технологического процесса необходимо, чтобы при выходе значений параметров за допустимые нижний и верхний пределы изменения срабатывала блокировка. Проектом предусматривается блокировка в следующих случаях:

1. При понижении/повышении значения давления топливного газа до нижнего/верхнего аварийного уровня срабатывает отсекатель на линии подачи газа, прекращается подача воздуха на сушку и горение, прекращается отвод дымовых газов из сушильного барабана и подача песка на сушку, останавливается система элеваторов и транспортеров подачи песка в силос, закрывается заслонка силоса песка и бункера песка, отключается привод сушильного барабана и вибропитателя.

2. При понижении/повышении значения давления воздуха, подаваемого на горение, до нижнего/верхнего аварийного уровня отключается дутиевой вентилятор, нагнетающий воздух в сушильный барабан, срабатывает отсекатель на линии подачи газа, прекращается подача воздуха на сушку, прекращается отвод дымовых газов из сушильного барабана и подача песка на сушку, останавливается система элеваторов и транспортеров подачи песка в силос, закрывается заслонка силоса песка и бункера песка, отключается привод сушильного барабана и вибропитателя.

3. При понижении/повышении значения давления воздуха, подаваемого на сушку, до нижнего/верхнего аварийного уровня отключается дутиевой вентилятор, нагнетающий воздух в сушильный барабан, срабатывает отсекатель на линии подачи газа, прекращается подача воздуха на горение, прекращается отвод дымовых газов из сушильного барабана и подача песка на сушку, останавливается система элеваторов и транспортеров подачи песка в силос, закрывается заслонка силоса песка и бункера песка, отключается привод сушильного барабана и вибропитателя.

4. При понижении/повышении значения давления отводимых дымовых газов до нижнего/верхнего аварийного уровня отключается вытяжной вентилятор, отсасывающий воздух из сушильного барабана, срабатывает отсекатель на линии подачи газа, прекращается подача воздуха на сушку и горение, подача песка на сушку, останавливается система элеваторов и транспортеров подачи песка в силос, закрывается заслонка силоса песка и бункера песка, отключается привод сушильного барабана и вибропитателя.

5. При отсутствии/погасании пламени в топке сушильного барабана песка производится срабатывание отсекателя на линии подачи газа, прекращается подача воздуха на сушку и горение, прекращается отвод дымовых газов из сушильного барабана и подача песка на сушку, останавливается система элеваторов и транспортеров подачи песка в силос, закрывается заслонка силоса песка и бункера песка, отключается привод сушильного барабана и вибропитателя.

6. При аварийном снижении скорости движении транспортеров, элеваторов, контроля аварийного проскальзывания ленты транспортера останавливается все предыдущее оборудование, производится отключение подачи газа, воздуха, прекращается отвод дымовых газов из сушильного барабана и подача песка на сушку, происходит закрытие заслонок силосов, бункеров и смесителей.

7. При понижении/повышении значения давления в пневмотранспорте, доставляющем соду в силос, до нижнего/верхнего аварийного уровня отключается насос, загружающий соду в силос.

8. При понижении/повышении значения давления в пневмотранспорте, доставляющем соду в силос, до нижнего/верхнего аварийного уровня отключается насос, загружающий соду в силос.

9. При понижении/повышении значения давления в пневмотранспорте, доставляющем мел в силос, до нижнего/верхнего аварийного уровня отключается насос, загружающий мел в силос.

10. При понижении/повышении значения давления в пневмотранспорте, доставляющем доломитовую муку в силос, до нижнего/верхнего аварийного уровня отключается насос, загружающий доломитовую муку в силос.

11. При понижении/повышении значения давления в пневмотранспорте, доставляющем полевой шпат в силос, до нижнего/верхнего аварийного уровня отключается насос, загружающий полевой шпат в силос.

12. При понижении/повышении значения давления в пневмотранспорте, доставляющем селитру в силос, до нижнего/верхнего аварийного уровня отключается насос, загружающий селитру в силос.

13. При понижении/повышении значения давления в пневмотранспорте, доставляющем содо-сульфатную смесь силос, до нижнего/верхнего аварийного уровня отключается насос, загружающий содо-сульфатную смесь в силос.

**2. ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ**

На основании технического предложения разработан эскизный проект автоматической системы управления процессом подготовки шихты в производстве стекла.

**2.1 Описание технологического процесса**

Песок некондиционный поступает в прирельсовый склад сырья в полувагонах (или автомашинах) и разгружается в приямки. Из приямков песок разгружается в закром на хранение грейферным краном. По мере необходимости грейферным краном песок подается в приемный бункер. Из бункера песок системой качающегося питателя подается в барабанную сушилку.

На первый взгляд, процесс сушки песка выглядит совершенно лишним (при том, что на него расходуется газ), поскольку, когда готовится шихта, его приходится опять увлажнять. Но непросушенный песок невозможно просеять и очистить. Различные же примеси, если их не удалить, могут испортить конечную продукцию.

Сырой песок влажностью до 7% (значение влажности песка колеблется в зависимости от времени года и погодных условий) поступает на сушку. До момента загрузки песка включается привод сушильного барабана, и он приводится во вращение. В топку сушильного барабана подается топливный газ и воздух для горения. Расход газа составляет примерно 147 м3/ч, расход воздуха – 1696 нм3/ч. При работе горячие газы, имеющие температуру 1000 – 1100оС, поступают в смесительную камеру, куда дополнительно нагнетается воздух для сушки. Смешиваясь здесь с холодным воздухом, газы остывают до температуры 800 – 900оС и направляются в барабан, прогревая сырой материал и удаляя из него влагу. На выходе из барабана газы остывают до температуры 100 – 150оС и отсасываются вентилятором, а высушенный материал, нагретый до температуры 50–60оС поступает в разгрузочную камеру. Влажность высушенного песка составляет примерно 0,5%.

Просушенный песок системой элеватора и конвейера, проходя через железоотделитель, поднимается в силос песка ДСО (дозировочно смесительное отделение).

Сода, мел, доломитовая мука, полевой шпат, селитра, содо–сульфатная смесь поставляются в прирельсовый склад сырья в вагонах типа хоппер. Из вагонов компоненты ссыпаются через решетки в приемные воронки, а затем пневмотранспортом загружаются в силосные банки ДСО. Компоненты шихты хранятся в расходных силосах и бункерах.

Автоматизированная система управления весовой линией приготовления шихты обеспечивает выполнение заданной циклограммы технологического процесса приготовления шихты. Время одного цикла приготовления шихты – 6 мин.

После поверки дозаторов и пуска системы в работу, начинается дозирование песка и его подача в смеситель. При поступлении первой порции песка в смеситель (40 сек от начала разгрузки дозатора песка) включается система увлажнения шихты водой, которая должна обеспечить влажность шихты 4,5±0,5%. После разгрузки песка и его увлажнения начинается разгрузка остальных компонентов. Время перемешивания принимается 4 минуты. По окончании перемешивания открывается разгрузочная заслонка смесителя. Время разгрузки смесителя 60 секунд, после чего заслонка закрывается, смеситель готов к приему следующей порции.

Из смесителя через промежуточный бункер и питатель вибрационный, шихта ссыпается на ленточный конвейер, на который с заданным соотношением дозируется дозировочными комплексами собственный и привозной стеклобой. С конвейера смесь шихты и стеклобоя ссыпается в элеватор, поднимающий ее к бункеру запаса. Из бункера смесь через питатель вибрационный ссыпается в элеватор. С элеватора поток направляется на конвейер.

Далее смесь шихты и стеклобоя системой ленточных конвейеров и сбрасывателей распределяется по бункерам загрузчиков шихты стекловаренной печи.

**2.2 Анализ технологического процесса как объекта управления**

В составном цехе подготовки шихты аппаратом с непрерывным регулированием является сушильный барабан песка.

Основным регулируемым параметром в барабане является температура сушки песка. Перед системой автоматизации процесса сушки стоит задача поддержания на заданных значениях и ряда других регулируемых параметров**:**

* разрежение в топке сушильного барабана
* влажность высушиваемого материала;
* качество сгорания топлива.

Поддержание выше перечисленных параметров на заданных значениях осуществляется изменением следующих регулирующих параметров.

Регулирование температуры в сушильном барабане осуществляется путём изменения подачи газа на горелки.

Разрежение в топке регулируется изменением количества отходящих дымовых газов.

Влажность высушиваемого материала регулируется изменением количества воздуха, подаваемого на сушку.

Качество сгорания топлива регулируется изменением количества воздуха, подаваемого на горение.

Качественному регулированию процесса препятствует наличие возмущающих воздействий:

Возмущающие измеряемые величины:

* параметры газа (давление, температура, влажность);
* параметры воздуха (давление, температура, влажность);
* влажность и температура сырья.

Возмущающие неизмеряемые параметры:

* состав газа;
* состав сырья.

Наиболее влиятельными возмущениями являются влажность и температура сырья, поступающего на сушку. Эти параметры не является регулируемыми. Но их можно измерять и учитывать изменение при регулировании.

**2.3 Выбор структуры системы управления и регулирования**

В данном проекте предлагается следующая структура АСУ ТП.

На первом уровне предлагается установить локальные средства автоматизации и микроконтроллеры, которые получают информацию сразу о нескольких параметрах состояния объекта. Используя встроенный язык программирования в микроконтроллере можно реализовать любые самые сложные алгоритмы управления. На этом уровне происходит первичная обработка информации и формирование некоторых интегральных показателей, таких как количество используемого сырья и т.д.

На втором уровне располагается ЭВМ. На этот уровень возложены функции индикации и регистрации. На этом уровне происходит так же формирование законов регулирования для микроконтроллеров первого уровня. Подключённые к ЭВМ устройства ввода и вывода (в минимальной конфигурации клавиатура и монитор) образуют автоматизированное рабочее место оператора. ЭВМ позволяет оператору осуществлять ручное управление процессом. На втором уровне происходит вторичная обработка информации, идентификация предаварийных ситуаций и их сигнализация. На второй уровень также возложены функции взаимосвязи с другими АСУ ТП.

Для проектируемой АСУ ТП основными являются технико-экономические задачи:

* экономия топлива, сырья и материалов;
* снижение себестоимости продукции;
* повышение качества продукции;
* достижение оптимальной загрузки технологического оборудования;
* обеспечение безопасности функционирования объекта;
* оптимизация режимов работы технологического оборудования.

Современные системы автоматизации строятся в виде многоступенчатых структур, последовательно осуществляющих все необходимые функции контроля и управления.

При этом на первой ступени обеспечивается управление отдельными агрегатами, установками и участками преимущественно посредством локальных систем контроля и управления и систем управления с применением микропроцессоров и ЭВМ.

На второй ступени обеспечивается обслуживание самостоятельных производственных комплексов, производств, линий, участков, цехов, связанных между собой общностью технологического процесса. На этой ступени системы управления с применением ЭВМ обеспечивают координацию работы подчинённых производственных единиц, распределение нагрузок между параллельно работающими установками, оптимизацию заданных показателей работы посредством воздействия на местные системы управления.

На следующей высшей ступени управления система автоматизации обеспечивает решение сложных задач по координации работы всех производственных и вспомогательных подразделений технологического объекта, распределению нагрузок и обеспечению оптимизации работы предприятия. Решение этих задач связано с рациональной организацией текущего и перспективного планирования, с учётом и анализом производственной деятельности предприятия и т.д.

Разрабатываемая АСУ ТП будет выполнять задачи, характерные для первой и второй ступеней управления.

Возможно несколько вариантов реализации АСУ ТП.

АСУ ТП, реализующая ручной режим, при котором комплекс технических средств выполняет информационные функции централизованного контроля и вычисления комплексных технических и технико-экономических показателей. Выбор и осуществление управляющих воздействий производит человек (оператор).

АСУ ТП, реализующая режим «советчика», при котором комплекс технических средств на основе анализа исходной информации разрабатывает рекомендации (советы) по управлению и осуществляет поиск оптимальных решений, а решение об их использовании принимается и реализуется оперативным персоналом.

АСУ ТП, реализующая автоматический режим, при котором комплекс технических средств реализует управляющие функции. Целью этих функций является автоматическая выработка и осуществление управляющих воздействий на технологический объект управления. При этом различают режим супервизорного управления, когда средства управляющего вычислительного комплекса автоматически изменяют уставки и параметры настройки локальных регулирующих устройств вблизи точки оптимального ведения процесса, и режим прямого, непосредственного цифрового управления, когда управляющий вычислительный комплекс формирует воздействие непосредственно на исполнительные механизмы, а регуляторы вообще исключаются из схемы управления.

Разрабатываемая АСУ ТП будет работать в автоматическом режиме и объединит:

 1). Локальные средства автоматизации, установленные непосредственно на технологическом оборудовании и коммуникациях и осуществляющие сбор, первичное преобразование информации и передачу ее в измерительные преобразователи-контроллеры;

2). Преобразователи-контроллеры первого уровня, предназначенные для сопряжения ЭВМ с объектом и реализации законов регулирования. Эти контроллеры имеют блочную структуру и позволяют подключать модули аналогового и дискретного ввода и вывода, модули для подключения термопар. Рабочие диапазоны настраиваются программным путем. Программируемость этих контроллеров позволяет реализовывать на них любые законы регулирования, при этом ресурсы ЭВМ вышестоящего уровня высвобождаются для решения других задач. Все микроконтроллеры подключаются к ЭВМ посредством унифицированного интерфейса обмена данными.

3). Электронно-вычислительную машину второго уровня, выполняющую функции индикации, регистрации, управления, идентификации и сигнализации предаварийных ситуаций. В качестве ЭВМ предлагается использовать промышленную рабочую станцию. Такие машины предназначены для эксплуатации в цеховых условиях, имеют достаточную вычислительную мощность и высокую надежность. Открытая архитектура позволяет подключать практически любое количество внешних преобразователей, что очень важно для возможного расширения системы. Подключенные к ЭВМ устройство ввода и вывода (в минимальной конфигурации клавиатура и принтер) образуют автоматизированное рабочее место оператора, и позволяют оператору осуществлять ручное управление процессом.

Предлагаемая автоматизированная система управления технологическим процессом позволит решать все требуемые задачи автоматизации.

Структура АСУ приведена в документе ДП-210200-833-2005 А1.

**2.4 Техническое обеспечение разрабатываемой системы автоматизации**

В данной системе управления используется микроконтроллер Octagon Systems 6440. Задачи, решаемые контроллером:

* Сбор информации с датчиков различных типов и ее первичная обработка (фильтрация сигналов, линеаризация характеристик датчиков и т.п.);
* Выдача управляющих воздействий на исполнительные органы различных типов;
* Контроль технологических параметров и аварийная защита многофункционального оборудования;
* Обмен данными в распределенных системах, обмен данными с другими контроллерами;
* Обслуживание оператора-технолога, прием и исполнение команд, аварийная, предупредительная и рабочая сигнализация, индикация значений прямых и косвенных параметров, передача значений параметров и различных сообщений на панель оператора и в SCADA – систему верхнего уровня.

Этот контроллер имеют блочную структуру и позволяют подключать модули для аналогового ввода/вывода, модули для подключения термопар и термопреобразователей сопротивления, модули цифрового ввода/вывода, релейные модули, плату последовательного интерфейса RS232/485. Рабочие диапазоны настраиваются программным путём. Программируемость этих контроллеров позволяет реализовывать на них любые, самые сложные законы регулирования, при этом ресурсы рабочей станции вышестоящего уровня высвобождаются для решения других задач. Управление объектом производится прикладной программой, хранящейся в энергонезависимой памяти контроллера. При этом контроллер подключен к сети Ethernet, что позволяет вычислительному устройству верхнего уровня иметь доступ к значениям входных и выходных сигналов контроллера и значениям рабочих переменных прикладной программы, а также воздействовать на эти значения. Открытая архитектура позволяет подключать практически любое количество внешних преобразователей, что очень важно для возможного расширения системы. Для повышения надежности системы предусмотрено наличие резервного контроллера, работающего в режиме горячего резервирования с основным контроллером.

**3. ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ**

## 3.1 Описание функциональной схемы автоматизации

На основании эскизного проекта разработана функциональная схема автоматической системы управления процессом подготовки шихты.

Для управления технологическим процессом подготовки шихты используем программируемый контроллер, предназначенный для построения территориально распределенных систем сбора данных и управления, обеспечивающий выполнение следующих функций: аналоговый ввод-вывод, дискретный ввод-вывод, первичное преобразование информации, прием команд от удаленной вычислительной системы, передача в ее адрес преобразованных данных, управление процессом. Программируемый контроллер обозначен на схеме поз. 1-2. Все входные сигналы обрабатываются одним программируемым контроллером с передачей данных на ЭВМ для их индикации, регистрации, сигнализации, дистанционного управления.

Основным технологическим параметром подготовки шихты является температура сушки песка. Отклонение данного параметра от заданного значения вызывается изменением температуры и влажности песка, поступающего на сушку. Эти изменения являются наиболее влияющими возмущениями, поэтому регулирование осуществляется с помощью комбинированной системы автоматического регулирования.

Сигнал с измерительного преобразователя температуры поз. 1-1 поступает на контроллер поз. 1-2 через модуль аналогового ввода на программно реализованный регулятор температуры и в ЭВМ, где осуществляется индикация значения температуры.

Влажность песка в бункере песка измеряется преобразователем влажности поз. 2-1, 2-2. Сигнал с измерительного преобразователя поступает через модуль аналогового ввода в контроллер поз. 1-2 в реализованный программным путем блок компенсации и в ЭВМ, где осуществляется индикация измеряемого значения влажности. С блока компенсации сигнал поступает на регулятор температуры.

Температура песка в бункере песка измеряется преобразователем температуры поз. 3-1. Сигнал с измерительного преобразователя поступает через модуль аналогового ввода в контроллер поз. 1-2 в реализованный программным путем блок компенсации и в ЭВМ, где осуществляется индикация измеряемого значения температуры. С блока компенсации сигнал поступает на регулятор температуры.

Выработанный регулятором температуры сигнал управления поступает через модуль импульсного вывода на пускатель поз. 1-3 и далее на исполнительный механизм регулирующего клапана на газопроводе поз. 1-5.

Для регулирования концентрации отходящих дымовых газов на выходе из сушильного барабана используем каскадную систему регулирования. Корректирующим (внешним, основным) регулятором является регулятор концентрации отходящих дымовых газов, а стабилизирующим (внутренним) – регулятор соотношения “воздух/топливный газ”. В качестве регулирующего воздействия выбираем изменение расхода воздуха, поступающего на горение в сушильный барабан.

Концентрация кислорода в отходящих из сушильного барабана дымовых газах измеряется газоанализатором поз.4-1, 4-2. Сигнал текущего значения концентрации кислорода, содержащегося в дымовых газах, с газоанализатора поступает через модуль аналогового ввода на контроллер поз. 1-2. в реализованный программным путем основной регулятор концентрации и в ЭВМ, где осуществляется индикация измеряемого значения.

Измерение расхода газа осуществляется измерительным преобразователем расхода поз. 5-1, 5-2. Сигнал текущего значения расхода поступает в контроллер поз. 1-2 на программно реализованный вспомогательный регулятор и в ЭВМ, где осуществляется индикация значения расхода. Сюда же поступает сигнал с измерительного преобразователя расхода воздуха, подаваемого на горение, поз. 6-1, 6-2. Выработанный основным регулятором сигнал поступает на вход вспомогательного регулятора. Сигнал управления с вспомогательного регулятора поступает через модуль импульсного вывода на пускатель поз. 6-3 и далее на исполнительный механизм регулирующего клапана на трубопроводе воздуха поз. 6-5.

Регулирование влажности песка в разгрузочной камере сушильного барабана песка осуществляется одноконтурной системой регулирования. Влажность песка измеряется преобразователем влажности поз. 7-1, 7-2. Сигнал с измерительного преобразователя поступает через модуль аналогового ввода в контроллер поз. 1-2 в реализованный программным путем регулятор влажности и в ЭВМ, где осуществляется индикация измеряемого значения влажности. С регулятора сигнал поступает через модуль импульсного вывода на пускатель поз. 7-3 и далее на исполнительный механизм регулирующего клапана на трубопроводе воздуха для сушки поз. 7-5.

Для поддержания необходимого разряжения в сушильном барабане песка используем комбинированную систему регулирования, компенсирующую изменение расхода воздуха, поступающего на сушку. Регулирующее воздействие – изменение количества отводимых дымовых газов.

Измерение разрежения в сушильном барабане осуществляется измерительным преобразователем разрежения поз. 18-1. Сигнал с преобразователя поступает через модуль аналогового ввода на контроллер поз. 1-2 на реализованный программным путем регулятор давления и в ЭВМ для индикации значения давления.

Сигнал, пропорциональный расходу воздуха, с измерительного преобразователя поз. 9-1, 9-2 поступает через модуль аналогового ввода в контроллер поз. 1-2 на реализованный программным путем блок компенсации и в ЭВМ, где осуществляется индикация измеряемого значения температуры. С блока компенсации сигнал поступает на регулятор давления. Сигнал управления с регулятора поступает через модуль импульсного вывода на пускатель поз. 8-2 и далее на исполнительный механизм регулирующего клапана на трубопроводе воздуха поз. 7-5.

Регулирование уровня песка в силосе осуществляется одноконтурной системой автоматического регулирования. Уровень измеряется преобразователем уровня поз. 10-1, 10-2. Сигнал текущего значения уровня поступает через модуль аналогового ввода в контроллер поз. 1-2 на программно реализованный регулятор уровня и в ЭВМ, где осуществляется индикация этого значения. Выработанный регулятором уровня сигнал управления поступает через модуль импульсного вывода на пускатели поз. 10-5 – 10-25, запускающие приводы транспортеров, элеваторов, сушильного барабана, вентиляторов, качающегося питателя, виброднища бункера песка и исполнительного механизма заслонок бункера песка и силоса песка поз. 10-24 и 10-7 соответственно.

Регулирование уровня соды в силосе осуществляется одноконтурной системой автоматического регулирования. Уровень измеряется преобразователем уровня поз. 18-1, 18-2. Сигнал текущего значения уровня поступает через модуль аналогового ввода в контроллер поз. 1-2 на программно реализованный регулятор уровня и в ЭВМ, где осуществляется индикация этого значения. Выработанный регулятором уровня сигнал управления поступает через модуль импульсного вывода на пускатель поз. 18-3, запускающие приводы пневмотранспорта, подающего соду в силос.

Аналогично осуществляется регулирование уровня в силосах мела, доломитовой муки, полевого шпата, селитры и содо-сульфатной смеси.

Регулирование уровня шихты в бункере запаса осуществляется одноконтурной системой автоматического регулирования. Уровень измеряется преобразователем уровня поз. 20-1, 20-2. Сигнал, пропорциональный текущему значению уровня поступает через модуль аналогового ввода в контроллер поз. 1-2 на программно реализованный регулятор уровня и в ЭВМ, где осуществляется индикация этого значения. Выработанный регулятором уровня сигнал управления поступает через модуль импульсного вывода на пускатели, запускающие приводы транспортеров, смесителей, качающихся питателей, шнековых питателей и исполнительных механизмов заслонок силосов и смесителей поз. 20-3–20-21 и поз. 21-5–21-48.

Регулирование уровня песка в бункере над загрузчиками осуществляется одноконтурной системой автоматического регулирования. Уровень измеряется преобразователями уровня поз. 28-1, 28-2, 29-1, 29-2, 30-1, 30-2. Сигнал с каждого преобразователя, пропорциональный уровню в соответствующем бункере, поступает через модуль аналогового ввода в контроллер поз. 1-2 на программно реализованный регулятор уровня и в ЭВМ, где осуществляется индикация этого значения. Выработанный регулятором уровня сигнал управления поступает через модуль импульсного вывода на пускатели поз. 28-3 – 28-28, запускающие приводы транспортеров, элеваторов, качающихся питателей, плужковых сбрасывателей, виброднищ бункеров и исполнительных механизмов заслонок бункеров поз. 28-5, 28-18, 28-23.

Для получения дополнительной информации о протекании процесса предусмотрен контроль следующих параметров:

* температуры топливного газа,
* температуры воздуха, поступающего на сушку,
* температуры воздуха, поступающего на горение.

Измерение температуры в указанных точках осуществляется измерительными преобразователями поз. 34-1, поз. 35-1, поз. 36-1 соответственно, сигналы с которых поступают в ЭВМ для индикации измеряемых значений температуры.

Предложенная система автоматизации помимо указанных контуров регулирования включает систему сигнализации и блокировок. Эта система работает следующим образом. Текущие значения параметров, по которым осуществляется сигнализация или блокировка, сравниваются с минимально или максимально допустимыми, и при выходе одного или нескольких параметров за допустимые пределы изменения срабатывает система сигнализации и блокировок.

В системе предусмотрена сигнализация и блокировка по следующим технологическим параметрам:

* низкое/высокое давление топливного газа;
* низкое/высокое давление воздуха, поступающего на горение;
* низкое/высокое давление воздуха, поступающего на сушку;
* низкое/высокое давление отходящих дымовых газов;
* отсутствие/погасание пламени в топке сушильного барабана;
* аварийное снижение скорости конвейеров, транспортеров, элеваторов, аварийного проскальзывания ленты транспортера;
* низкое/высокое давление в пневмотранспорте.

Функционирование контуров блокировки по указанным значениям технологических параметров осуществляется следующим образом.

Контроль нижнего/верхнего значения давления топливного газа в трубопроводе осуществляется датчиком-реле давления поз. 13-1. При выходе параметра за допустимые пределы сигнал с реле–давления через модуль дискретного ввода поступает в контроллер поз. 1-2, который через модуль дискретного вывода выдает сигнал на электромагнитный преобразователь поз. 10-3 и далее на исполнительный механизм поз. 10-4 отсекающего клапана, расположенного на газопроводе. При этом прекращается подача газа в сушильный барабан. Автоматически происходит отключение остального оборудования: вентиляторов, нагнетающих воздух на горение и сушку, электроприводов транспортеров, элеваторов, сушильного барабана и пр.

Контроль нижнего/верхнего значения давления воздуха, поступающего на горение, осуществляется датчиком-реле давления поз. 14-1. При выходе параметра за допустимые пределы сигнал с реле–давления через модуль дискретного ввода поступает в контроллер поз. 1-2, который через модуль дискретного вывода выдает сигнал на электромагнитный преобразователь поз. 10-3 и далее на пускатель электропривода дутиевого вентилятора поз. 10-17, При этом прекращается подача воздуха в сушильный барабан на горение. Автоматически происходит отключение остального оборудования: вентиляторов, нагнетающих воздух на сушку, электроприводов транспортеров, элеваторов, сушильного барабана и пр.

Аналогично осуществляется блокировка при достижении давлением воздуха, поступающего на сушку, и давлением отходящих дымовых газов и давлением в пневмотранспорте соответствующих критических значений.

Контроль наличия/погасания пламени в топке сушильного барабана осуществляется датчиком погасания пламени поз. 17-1, 17-2. При отсутствии/погасании пламени в топке сигнал с датчика через модуль дискретного ввода поступает в контроллер поз. 1-2, который через модуль дискретного вывода выдает сигнал на отключение газа, останов подачи воздуха в сушильный барабан, останов электроприводов, а также на закрытие заслонок бункеров и силосов поз. 10-3–10-24.

Контроль аварийного снижения скорости конвейеров, транспортеров, элеваторов, аварийного проскальзывания ленты транспортера осуществляется устройством контроля скорости поз. 11-1, 11-2. Сигнал с датчика через модуль дискретного ввода поступает в контроллер поз. 1-2, который через модуль дискретного вывода выдает сигнал на останов оборудования, отключение газа, останов подачи воздуха, останов электроприводов, а также на закрытие заслонок бункеров и силосов.

В системе предусмотрена возможность управления исполнительными механизмами в контурах управления и блокировки оператором с ЭВМ. Кроме того, по месту расположены кнопки ручного управления исполнительными механизмами отсекателей и электродвигателями вентиляторов, пневмотранспорта, сушильного барабана.

В ЭВМ осуществляется сигнализация предельных значений технологических параметров, положения отсекателей (открыт/закрыт) и режимов работы электродвигателей.

Функциональная схема автоматизации приведена в документе ДП 210200.833.2005 А2.

## 3.2 Выбор технических средств автоматизации

На основании эскизного проекта и разработанной функциональной схемы автоматизации производится выбор технических средств для проектируемой системы управления процессом подготовки шихты. Правильный выбор технических средств автоматизации является непременным условием эффективного и надёжного функционирования системы, залогом её минимальной стоимости и безопасности для персонала и окружающей среды.

Для разрабатываемой системы автоматизации применяется программируемый логический контроллер OCTAGON серии 6440. Многофункциональный контроллер, имеющий большую гибкость при конфигурировании, обладает мощными вычислительными ресурсами и большим количеством каналов ввода-вывода (более 750). Контроллер предназначен для сбора, обработки информации и управления объектами в схемах автономного управления или в составе распределенной системы управления на основе локальных сетей уровней LAN и Fieldbus. Конструкция контроллера позволяет встраивать его в стандартные монтажные шкафы или другое монтажное оборудование, которое защищает от воздействий внешней среды, обеспечивает подвод сигнальных проводов и ограничивает доступ к контроллеру. Контроллер может работать в автономном режиме, в режиме удаленного терминала связи и в смешанном режиме.

Контроллер изготавливается в виде металлического крейта. Внутрь корпуса устанавливается процессорный модуль и до 16 модулей формата Е3 (ввода-вывода). Дополнительно в контроллер можно установить до двух модулей формата PC104. Внешние разъемы модулей выведены на лицевые планки. Корпус контроллера имеет степень защиты IP20 и предназначен для установки в монтажном шкафу.

Контроллер имеет магистрально-модульную архитектуру. При этом в контроллере используются две внутренние шины, аппаратно соединенные друг с другом — шина 8-разрядная ISA и шина ввода-вывода. Обе внутренние шины контроллера и схема их сопряжения реализованы на объединительной плате контроллера.

Контроллер OCTAGON серии 6440 имеет 16 посадочных мест для установки модулей ввода-вывода. Типы устанавливаемых модулей:

• 5624D48 — дискретный ввод, 48 каналов;

• 5600D40 — дискретный вывод, 40 каналов;

• 5720А16 — аналоговый ввод, 16 каналов и аналоговый вывод, 2 канала;

• 5648L16i — аналоговый ввод сигналов низкого уровня (измерение сигналов электрического сопротивления, термопар, термометров сопротивления и напряжения низкого уровня), 16 каналов с индивидуальной гальванической развязкой;

• 5328T12 — аналоговый ввод сигналов тензодатчиков, 12 каналов;

• 5750F24 — импульсный вывод, 24 канала.

Контроллер устойчив к воздействию следующих климатических и механических факторов:

• Температура окружающего воздуха: от +5 до +55 °С;

• Относительная влажность окружающего воздуха: от 5 до 95 % без

конденсации влаги;

• Атмосферное давление: от 66 до 106,7 кПа;

• Вибрация: с частотой от 5 до 9 Гц с амплитудой смещения 3,5 мм.

* Питание контроллера: 5В;
* Потребляемая мощность — не более 200 Вт;
* Габаритные размеры — 483,0×265,9×280,0 мм;
* Вес контроллера — не более 20 кг.

Процессорный модуль 426471.024 с модулем РСМ-5823.

Технические характеристики

• процессор NS GX1-233, 300;

• системное ОЗУ SODIMM 144 с объемом памяти от 16 до 128 Мб в зависимости от установленного модуля (стандартно 32 Мб);

• системное ППЗУ CompactFlash объемом от 16 Мб;

•два программно совместимых с контроллером 16С550 последовательных порта: COM1 (RS-232) и COM2 (RS-485/RS-232). Порт СОМ2 используется для подключения блока клавиатуры и индикации V03 или панели оператора V04;

• два интерфейса 100/10BASE-T Ethernet IEEE 802.3u с контроллером Realtek RTL80139С;

• контроллер VGA (разрешение 1280х1024 или 1024х768 точек);

• разъем для подключения РС/АТ клавиатуры;

• встроенные часы реального времени с календарем (питание для часов поступает от батареи контроллера);

• питание +5 В ±5%, 2 А;

• сторожевой таймер.

Дополнительные возможности процессорного модуля:

• два интерфейса USB 1.0;

• параллельный порт LPT1 (поддерживает режимы SPP/EPP/ECP, в случае заказа, выводится на дополнительную планку процессорного модуля) имеет разъем типа DB-25F. Разъем предназначен для подключения к контроллеру принтера или других устройств;

• разъем для подключения плоских графических жидкокристаллических панелей.

• интерфейс резервирования.

Модули ввода-вывода предназначены для ввода, вывода, преобразования и гальванической изоляции сигналов управления объектом. Модули могут устанавливаться в любое из 16 посадочных мест с шиной ввода-вывода. Порядок установки и сочетание модулей в контроллере не имеет ограничений. Внешние разъемы модулей расположены на лицевых планках. Свободные посадочные места закрываются лицевыми планками без разъемов.

Модуль 5624D48

Модуль 5624D48 имеет 48 каналов ввода дискретных сигналов. Каналы модуля имеют групповую гальваническую развязку. Входы разделены на 6 групп по 8 каналов в каждой. Рабочее напряжение гальванической изоляции между объединенными входными цепями и цепью GND интерфейса — 800 В, между соседними группами каналов — 800 В.

Уровни входных сигналов:

• от 0 до 5 В — логический ноль;

• от 14 до 48 В — логическая единица.

Модуль 5600D40

Модуль 5600D40 имеет 40 каналов вывода дискретных сигналов с выходными двухпозиционными ключами. В качестве ключей используются нормально разомкнутые реле. Все каналы модуля имеют индивидуальную гальваническую развязку, рабочее напряжение гальванической изоляции между объединенными выходными дискретными цепями и цепью GND интерфейса — 800 В, между каналами – 250 В. Модуль D40 выпускается в двух модификациях, отличающихся типами реле, предназначенными для коммутации различных типов сигналов:

5600D40R - для постоянного или переменного напряжения величиной не более 100 В и максимальной коммутируемой мощностью не более 10 Вт, ресурс герконовых реле не менее 100 млн. коммутаций;

5600D40S - для постоянного напряжения величиной не более 60 В и максимальной коммутируемой мощностью не более 10 Вт, ресурс полупроводниковых оптопар не ограничен.

Модуль 5720А16.

Модуль 5720A16 имеет 16 каналов ввода и 2 канала вывода аналоговых сигналов. Все входы и выходы имеют индивидуальную гальваническую развязку. Рабочее напряжение гальванической изоляции между входными аналоговыми цепями и внутренними цифровыми цепями — 500 В, между каналами — 500 В. Модуль 5720А16 выпускается в четырёх модификациях для различных типов и величины входного сигнала:

• 5720А16/0-10В для постоянного напряжения 0…10 В, входное сопротивление 250 кОм;

• 5720А16/0-5мА для постоянного тока 0…5 мА, входное сопротивление 500 Ом;

• 5720А16/0-20мА для постоянного тока 0…20 мА, входное сопротивление 100 Ом;

• 5720А16/4-20мА для постоянного тока 4…20 мА, входное сопротивление 100 Ом.

Диапазон входного сигнала задается программно-аппаратным способом для каждого канала индивидуально и не зависит от диапазона соседних каналов.

Предел основной приведенной погрешности ввода — 0,15 %, время одновременного параллельного аналого-цифрового преобразования по всем 16 каналам — 20 мс.

Диапазон выходного сигнала задается для каждого канала индивидуально с помощью соответствующих перемычек и не зависит от диапазона соседнего канала. Тип выходных сигналов — однополярные сигналы тока одного из двух диапазонов:

• 0…20 мА;

• 4…20 мА.

Максимально допустимое сопротивление нагрузки для аналогового выхода – 600 Ом.

Предел основной приведенной погрешности вывода — 0,15 %.

Модуль 5648L16i

Модуль 5648L16i имеет 16 каналов для измерения сигналов термопар, термометров сопротивлений, электрического сопротивления или напряжения низкого уровня. Гальваническая развязка индивидуальная. Рабочее напряжение гальванической изоляции между входными аналоговыми цепями и внутренними цифровыми цепями — 800 В, между группами — 800 В. Диапазон входного сигнала и тип датчика задается индивидуально для каждого канала модуля.

Ток потребления модуля — не более 0,7 А.

Модуль 5328Т12

Модуль позволяет измерять одновременно 12 сигналов тензодатчиков различного типа. Каналы объединены в 3 группы по 4 канала в каждой. Для подключения датчиков используется 6-проводная схема. Модуль позволяет определить обрыв в цепи подключения датчиков.

Модуль обеспечивает групповую гальваническую развязку измерительных каналов от внутренних цифровых цепей контроллера. Рабочее напряжение гальванической развязки — 800 В, между группами — 800 В.

Номинальное входное сопротивление подключаемых датчиков: 100...1000Ом.

Допустимо подключение параллельно до 4 датчиков сопротивлением 400 Ом на один измерительный канал.

Рабочий коэффициент передачи подключаемых датчиков — 0,8...3 мВ/В.

Для питания контроллера используем блок питания MAGNETEK 3U.

Технические характеристики:

* Мощность: 200 Вт;
* Диапазон изменения напряжения питающей сети: от 90 до 264 В переменного тока;
* Предел изменения частоты питающей сети: от 47 до 63 Гц;
* Номинальное значение выходного напряжения и токов нагрузки: 5В/33А, 3,3В/33А, 12В/5,5А, -12В/1,5А;
* КПД: 75% при полной нагрузке;
* Коэффициент мощности: 0,99 при полной нагрузке и номинальном значении входного напряжения;
* Сервисные функции: защита от перегрузки по току, защита от перегрева, выносная обратная связь, формирование сигналов состояния входной сети, перегрева, дистанционного включения/отключения, N+1 резервирование.
* Гальваническая развязка выходных цепей питания от шины источника входной электроэнергии: 4300 В;
* Габаритные размеры: 40,64х99,82х169,54 мм.

Модуль 5750F24.

Модуль позволяет подключать исполнительные устройства с заземлением. Все выходы защищены от короткого замыкания и гальванически изолированы от внутренней шины с помощью оптопар.

Технические характеристики:

* 24 канала вывода импульсных сигналов;
* Выходной сигнал: импульсный сигнал с заданным периодом следования и длительностью;
* Ток нагрузки: до 500 мА;
* Напряжение изоляции: 500 мА;
* Напряжение питания: 5 В ± 5%;
* Напряжение шины разводки питания: пост. 24 В (-25/+30 %);
* Тип нагрузки: резистивная, индуктивная, лампы;
* Частота переключения (макс.): 1 кГц;
* Выходной ток: 0,5 А, защищен от короткого замыкания;
* Потребление тока: 30 мА/модуль + нагрузка;
* Диапазон рабочих температур от –40 до +85°C.

В качестве управляющей ЭВМ используется IBM PC совместимая промышленная рабочая станция MITAC W–120.

Характеристики рабочей станции:

* Процессор: Pentium3;
* Корпус:BGA2;
* Поддержка Windows98/2000/XP;
* Память:

– 1 гнездо SDOIMM с поддержкой до 256 МБ PC100SDRAM;

* кэш 256 Байт встроен в ядро процессора;
* Дисковые накопители: 40ГБ с поддержкой UltraDMI, установлены на амортизаторах;
* Клавиатура: PS/2;
* Звуковая подсистема: AS’97, совместимая с MS-sound, вход для микрофона, наушников;
* Порты ввода/вывода:

– 2 последовательных порта RS-485;

– порты клавиатуры и мыши PS-2;

* USB 1.0;
* Порт для станции расширения;
* Порт Ethernet 100Base/T;
* RG-45, RG-11– для модема;
* Напряжение питания: 100-240 В, 50Гц;
* Условия эксплуатации:

– Температура: от 0 до 45оС;

– Влажность: от 5 до 95% без конденсации.

При выборе технических средств необходимо учитывать, что окружающей средой для всех средств, установленных по месту, является атмосферный воздух со следующими параметрами:

- температура: -20÷50 °С;

- давление: 84÷106,7 кПа;

- относительная влажность: 45÷80 % .

Измерение температуры осуществляется термоэлектрическим взрывозащищенным преобразователем ТХК Метран-252

Технические характеристики:

* Чувствительный элемент: кабель термопарный КТМС (ХК);
* НСХ: L;
* Диапазон измеряемых температур: 0-600 °С;
* Количество чувствительных элементов: 1;
* Маркировка взрывозащиты: 1ExdllCT6 X;
* Класс допуска: 2;
* Материал головки: алюминиевый сплав сплав АК12;
* Рабочий спай: изолированный;
* Степень защиты корпуса соединительной головки от воздействия пыли и воды: IP65;
* Климатическое исполнение: Т3, при верхнем значении температуры окружающего воздуха до 60°С;
* Монтажная длина: 400 мм;
* Условное давление: 2,5 МПа;
* Показатель тепловой инерции: 30 с;
* Группа виброустойчивости: V2;
* Материал защитной арматуры: 12Х18Н10Т, максимальная температура применения: 800°С;
* Масса: 0,86 – 1,02 кг.

Для измерения влажности песка применяют микроволновой влагомер “Микрорадар-113К”. СВЧ – влагомер МИКРОРАДАР–113К предназначен для измерения влажности песка, пресс-порошка, силикатной массы в бункерах. Принцип действия влагомера основан на измерении величины поглощения СВЧ энергии влажным материалом. Влажный материал, находится между антеннами влагомера, при этом влагомер измеряет среднюю влажность за любое, устанавливаемое с клавиатуры время. Влагомер обеспечивает автоматическую коррекцию результатов измерения от изменения температуры материала, имеет аналоговый выход 4-20 мА и линию связи с компьютером RS 485.

Технические характеристики:

* Диапазон измерения влажности: 0 - 12%;
* Чувствительность: 0,1%;
* Инструментальная погрешность измерения влажности: ± 0,2%;
* Погрешность измерения влажности, с учетом погрешностей пробоотбора и образцового метода: ± 0,5 %;
* Режим работы: круглосуточный, непрерывный;
* Напряжение питания: (187:242) В;
* Потребляемая мощность влагомера: не более 50 ВА;
* Масса влагомера: не более 16 кг;
* Исполнение: пылевлагозащитное (IP 54).

Для анализа дымовых газов используется кислородомер стационарный ПЭМ – О2. Анализатор кислорода твердоэлектролитный с погружным зондом предназначен для непрерывного дистанционного беспробоотборного измерения содержания кислорода. На цифровые индикаторы выводятся вычисленная концентрация кислорода и температура. Есть возможность подключения к компьютеру.

Технические характеристики:

* Временной режим работы газоанализатора – непрерывный;
* Время выхода газоанализатора в рабочий режим не более 30 мин;
* Питание прибора от сети переменного тока 220 В;
* Температура анализируемой газовой смеси от 25 до 650°С;
* Пределы допускаемых значений основной погрешности при измерении концентрации кислорода:

± 0,25 % в диапазоне измерения от 0 до 5 об. %;

± 2,5 % в диапазоне измерения от 5 до 10 об. %;

* Габаритные размеры, мм:

- Датчик:

общая длина 660;

глубина погружения 340;

диаметр погружаемой части 76;

- Блок измерительный 290х270х160;

* Масса датчика: – не более 20 кг;
* Блока измерительного – не более 3 кг;
* Вероятность безотказной работы: в течении 2000ч, 0,8.

Для измерения перепада давлений применяются измерительные преобразователи разности давлений «Метран-22-ДД-АС». Датчики давления серии «Метран-22-ДД-АС» предназначены для непрерывного преобразования значения измеряемого параметра в унифицированный токовый сигнал в системах автоматического управления, контроля и регулирования технологических процессов.

Преобразователь имеет следующие характеристики:

* Измеряемые среды: жидкости, пар, газ;
* Температура окружающей среды: -40…70оС;
* Группа размещения – 3 (технологические полуобслуживаемые (периодически обслуживаемые) помещения зоны строгого режима) в соответствии с ОТТ 08042462;
* Группа назначения – 1, 2, 3 в соответствии с ОТТ 08042462;
* Класс безопасности 2НУ, 3НУ в соответствии с ОПБ 88/97;
* Категория сейсмостойкости – 1 по НП-031-01;
* Группа безотказности – 1 в соответствии с ОТТ 08042462;
* Группа Б по способу монтажа;
* Климатическое исполнение: УХЛ3.1, Т3, относительная влажность окружающего воздуха до (95±3)% при температуре 35оС и более низких температурах без конденсации влаги;
* Степень защиты от пыли и воды IP65;
* Средняя наработка на отказ: 270000ч ;
* Ряд верхних пределов измерений для модели 3494: 0,4; 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3 кПа, датчики являются многопредельными и могут быть настроены на диапазон измерений от Рмин до Рмах по стандартному ряду давлений ГОСТ 22520 или на верхний предел измерений или диапазон измерений, отличающийся от стандартного.
* Датчики ДД выдерживают воздействие односторонней перегрузки предельно допускаемым рабочим избыточным давлением в равной мере как со стороны плюсовой, так и минусовой камер;
* Выходной сигнал: 0–5, 4–20, 0–20, без встроенного индикаторного устройства;
* Характеристика выходного сигнала: изменяющаяся по закону квадратного корня;
* Предел допускаемой основной погрешности: 0,4%;
* Датчик имеет электронное демпфирование выходного сигнала, которое характеризуется временем усреднения результатов измерений. Время усреднения увеличивает время установления выходного сигнала, сглаживая выходной сигнал при быстром изменении входного сигнала. Значение времени демпфирования выбирается из ряда 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; 3,2; 6,4; 12,8; 25,6 с и устанавливается потребителем при настройке;
* Предельно допускаемое рабочее избыточное давление, МПа: 0,1;
* Время включения датчика, измеряемое как время от включения питания датчика до установления выходного сигнала с погрешностью не более 5% от установленного значения, должно быть не более 2с при минимальном времени демпфирования;
* По устойчивости к воздействию синусоидальной вибрации датчики соответствуют группе исполнения L3;
* Пожаробезопасны;
* Напряжение питания: 12 – 42 В;
* Пределы допускаемого нагрузочного сопротивления (сопротивление приборов и линий связи): 20 Ом;
* Потребляемая мощность 0,8 ВА;
* Масса: от 1,6 до 11,9 кг.

Диафрагмы (сужающие устройства) предназначены в комплекте с датчиками разности давлений Метран-22-ДД для измерения расхода жидкостей, пара, газа методом переменного перепада давления.

Диафрагмы имеют следующие технические характеристики:

* Диаметр условного прохода трубопровода: от 20 до 1200 мм;
* Условное давление в трубопроводе: до 10 МПа;
* Беспроливная поверка.

Для измерения разряжения применяются измерительные преобразователи давления «Метран-22-ДВ-АС». Датчики давления серии «Метран-22ДВ-АС» предназначены для непрерывного преобразования значения измеряемого параметра в унифицированный токовый сигнал в системах автоматического управления, контроля и регулирования технологических процессов.

Преобразователь имеет следующие характеристики:

* Измеряемые среды: жидкости, пар, газ;
* Температура окружающей среды: -40…70оС;
* Группа размещения – 3 (технологические полуобслуживаемые (периодически обслуживаемые) помещения зоны строгого режима) в соответствии с ОТТ 08042462;
* Группа назначения – 1, 2, 3 в соответствии с ОТТ 08042462;
* Класс безопасности 2НУ, 3НУ в соответствии с ОПБ 88/97;
* Категория сейсмостойкости – 1 по НП-031-01;
* Группа безотказности – 1 в соответствии с ОТТ 08042462;
* Группа Б по способу монтажа;
* Климатическое исполнение: УХЛ3.1, Т3:

-относительная влажность окружающего воздуха до (95±3)% при температуре 35оС и более низких температурах без конденсации влаги;

* Степень защиты от пыли и воды IP65;
* Средняя наработка на отказ: 270000ч ;
* Ряд верхних пределов измерений для модели 5230: 0,6; 1; 1,6; 2,5; 4; 6 кПа, датчики являются многопредельными и могут быть настроены на диапазон измерений от Рмин до Рмах по стандартному ряду давлений ГОСТ 22520 или на верхний предел измерений или диапазон измерений, отличающийся от стандартного.
* Датчики ДВ выдерживают воздействие односторонней перегрузки давлением Р=1,25Рмах, где Рмах – максимальный верхний предел измерений для данной модели;
* Выходной сигнал: 0–5, 4–20, 0–20, без встроенного индикаторного устройства;
* Характеристика выходного сигнала: линейно-убывающая;
* Предел допускаемой основной погрешности: 0,4%;
* Датчик имеет электронное демпфирование выходного сигнала, которое характеризуется временем усреднения результатов измерений. Время усреднения увеличивает время установления выходного сигнала, сглаживая выходной сигнал при быстром изменении входного сигнала. Значение времени демпфирования выбирается из ряда 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; 3,2; 6,4; 12,8; 25,6 с и устанавливается потребителем при настройке;
* Время включения датчика, измеряемое как время от включения питания датчика до установления выходного сигнала с погрешностью не более 5% от установленного значения, должно быть не более 2с при минимальном времени демпфирования;
* По устойчивости к воздействию синусоидальной вибрации датчики соответствуют группе исполнения N4;
* Пожаробезопасны;
* Напряжение питания: 12 – 42 В;
* Пределы допускаемого нагрузочного сопротивления (сопротивление приборов и линий связи): 20 Ом;
* Потребляемая мощность 0,8 ВА;
* Масса: от 1,6 до 11,9 кг.

Реле давления двухпредельное РД предназначено для работы в системах контроля избыточного давления и разряжения для замыкания-размыкания электрической цепи при достижении заданного значения давления уставки. Чувствительный элемент и диски, контактирующие с контролируемой средой, изготовлены из сплавов 36НХТЮ и 12Х18Н10Т соответственно, что обеспечивает высокую коррозионную стойкость реле.

Технические характеристики реле-давления РД-12:

* Контролируемая среда: газ, жидкость;
* Диапазон уставок: от –12 до –2,5 кПа; от 2,5 до 12;
* Одна или две плавно регулируемые уставки;
* Пределы допускаемой основной погрешности срабатывания реле:

- избыточного давления: не более 10% от верхнего предела диапазона уставок;

- давления–разряжения: не более 5% от суммы абсолютных значений верхних пределов избыточного давления и разрежения диапазона уставок;

* Нагрузка: активно-индуктивная;
* Давление перегрузки: 1000 кПа в течение 1 мин;
* Коммутируемые контактами РД значения постоянного тока и мощности:

- постоянный ток, коммутируемый контактами, А: 0,01 – 0,5;

- напряжение, В: 5 – 36;

- коммутируемая мощность: 0,6 ВА;

* Условия эксплуатации:

- температура окружающей среды: -30 – +50 оС;

- относительная влажность: до 95% при температуре 35 оС;

- вибрация частотой до 25 Гц, амплитудой перемещения не более 0,1 мм.

Для питания преобразователей используется блоки питания «Метран-602», «Метран–604». Они предназначены для преобразования сетевого напряжения 220 В в стабилизированное напряжение 24 или 36 В и питания датчиков давления с унифицированным выходным сигналом.

Прибор имеет следующие характеристики:

* Количество каналов: 2, 4;
* Каналы гальванически развязаны;
* Каждый канал имеет схему электронной защиты от перегрузок и коротких замыканий;
* Имеет светодиодную индикацию включения блока питания по каждому каналу;
* выходной сигнал: 24 В; 36 В;
* класс стабилизации выходного напряжения: 0,2;
* пульсация выходного напряжения: не более ±0,1 % от номинального значения напряжения;
* изменение значения выходного напряжения от его номинального значения:

- при изменении напряжения сети на ±10 % - не более ±0,1 %,

- при изменении тока нагрузки от нуля до максимального - не более ±0,1%;

* питание: переменный ток напряжением 220 (+22, -33)В, частотой (50±1) Гц;
* потребляемая мощность: 10 ВА;
* вид взрывозащиты: ExiallCT6 “искробезопасная электрическая цепь”;
* климатическое исполнение: исполнение СЗ, но для работы при температуре окружающей среды (-10÷50) °С, относительной влажности (45÷80) % и атмосферном давлении (84÷106,7) кПа;
* Степень защиты от воздействия пыли и воды: IP30;
* способ монтажа: щитовой;
* масса: 2 кг.

Для контроля аварийного снижения скорости движения ленточных и скребковых транспортеров, элеваторов, норий, конвейеров, валов, барабанов, для контроля аварийного проскальзывания ленты на ведущем барабане нории, транспортера и т.п. применяется устройство контроля скорости УКС 210И. Датчик устанавливается так, чтобы он срабатывал на прохождение элементов механизмов, таких, как ковши, спицы колес, лопасти крыльчаток, бобышки на барабанах и т.п.

Принцип действия устройства основан на контроле значения текущей частоты импульсов, поступающих от датчика, установленного на подконтрольном механизме. При прохождении через зону чувствительности датчика каждого конструктивного элемента подконтрольного механизма, служащего элементом управления, датчик формирует один импульс тока. Таким образом, частота следования импульсов однозначно связана со скоростью движения (вращения) воздействующей части подконтрольного механизма.

Технические характеристики:

* Напряжение и частота питающей сети 220 В, 50 Гц;
* Допускаемые отклонения напряжения питания -15%, + 10%;
* Потребляемая от сети мощность, не более 10 В\*А;
* Контролируемая частота импульсов 0,1...30 Гц;
* Регулируемая задержка момента начала контроля от1 до120 с ;
* Регулируемая задержка момента переключения выходного реле от1 до 120 с;
* Коммутационная способность выходного и аварийного реле:

 - коммутационная функция переключающий контакт;

 - электрическая нагрузка на перем. токе, не более 2,5 А, 30 В, 100 Вт;

* Условия эксплуатации:

 - температура воздуха: вторичного преобразователя - 10 °С… + 50 °С;

датчика - 40 °С… + 55 °С ;

 - вибрационные нагрузки5 ... 80 Гц, 1g ;

* Степень защиты оболочек IP54.

Для дозирования компонентов шихты применяем датчики тензометрические консольного типа SCAIME BE/BEF, SCAIME ZF.

Технические характеристики SCAIME BE/BEF:

* Предел измерения (RC): 1; 3; 5; 10 кг/ 3; 5 кг;
* Суммарная погрешность: 0,1 %;
* Класс точности (число поверочных интервалов, n max): 800
* Минимальный поверочный интервал (V min), 1/…RC: 1/1000
* Напряжение питания: 5…10 В;
* Входное сопротивление: 832±80 Ом;
* Выходное сопротивление: 800±80 Ом;
* Рабочий коэффициент передачи: 1,35±18% (для 1кг: 1,1);
* Диапазон рабочих температур: -20…+60 оС;
* Безопасная перегрузка, % RC: 150
* Предельно допустимая перегрузка, % RC: 200
* Степень защиты по ЕN 60529 (ГОСТ 14254-96): IP60;
* Материал: алюминий.

Технические характеристики SCAIME ZF:

* Предел измерения (RC): 25, 50, 100, 200, 500 кг, 1, 2, 5 т;
* Суммарная погрешность: 0,05 %;
* Класс точности (число поверочных интервалов, n max) 250; Минимальный поверочный интервал (V min), 1/…RC: 1/2000;
* Напряжение питания: 5…10 В;
* Входное сопротивление: 385±20 Ом;
* Выходное сопротивление: 400±25 Ом;
* Рабочий коэффициент передачи: 3±1% (для 1кг: 1,1);
* Диапазон рабочих температур: -20…+60 оС;
* Безопасная перегрузка, % RC: 120;
* Предельно допустимая перегрузка, % RC: 150;
* Степень защиты по ЕN 60529 (ГОСТ 14254-96): IP65;
* Материал: сталь с никелевым покрытием.

Для поддержания уровня компонентов шихты в силосах используем радарный уровнемер Sitrans LR-400**.** В радарном уровнемере Sitrans LR-400 применяется радиолокационная импульсная технология на основе непрерывного ЧМ-сигнала 24ГГц, позволяющая получить результаты высокой точности при измерении уровня жидкости и сыпучих материалов в резервуарах до 40м. Sitrans LR-400 надежен при использовании с сыпучими веществами в тяжелых технологических условиях с высокой температурой и запыленностью. Этот прибор предназначен как для общих применений, так и для применения во взрывоопасных условиях.

Sitrans LR-400 состоит из прочного корпуса, фланца и рупорной антенны. Он практически не подвержен влиянию атмосферных условий и температур в резервуаре.

Безопасное программирование прямо на месте установки с помощью оптических элементов управления, приводимых в действие нажатием пальца.

Излучение с частотой 24ГГц и высокое отношение сигнал/шум способствует исключительному отражению сигнала, независимо от диэлектрической постоянной окружающей среды. В приборе используется усовершенствованная технология обработки эхо-сигнала, обеспечивающая надежную работу оборудования при применении с тяжелыми твердыми веществами.

Технические характеристики:

* Питание:

 - 120 – 230 ± 15% В перем. тока, 50/60 Гц, 12 ВА (6Вт)

 - 24 В пост. тока +25/-20%, 6 Вт (дополнительно)

* Интерфейс

 - аналоговый выход: оптически-изолированный, 4-20 мА, 600 Ом,

 - цифровой выход: реле, макс. пост. ток 50В, 200мА макс, номинал 5Вт;

 - средства управления: оптические элементы, приводимые в действие нажатием пальца, для программирования на месте;

 - HART илиProfibus-PA;

* Частота:24 ГГц (непрерывный ЧМ-сигал);
* Точность при 25 оС:

 ≤±15мм, от 0,26 до 2м;

 ≤±5мм, от 2 до 10м;

 ≤±15мм, от 10 до 45м;

* Повторяемость: ≤1мм;
* Защита от сбоев: программируемый токовый сигнал на нижнее, верхнее или последнее значение в случае потери эха;
* Условия эксплуатации:

 - размещение: внутрицеховое/наружное;

 - окружающая температура: от -40 до +65оС;

 - относительная влажность: подходит для наружного применения (тип корпуса IP-67 пресс-литой алюминий);

 - категория установки: 2;

 - давление в емкости: до 40 бар.

Для контроля наличия пламени в топке сушильного барабана применяют датчик наличия пламени фоторезисторный СЛ-90-1/24. Датчик наличия пламени в топке выполнен в алюминиевом корпусе и предназначен для установки на смотровом штуцере топки.

Чувствительным элементом датчика является фоторезистор. Датчик реагирует на пульсации яркости пламени с частотой 5...30 Гц и длиной волны от 1 до 3,2 мкм.

Выходной сигнал - напряжение 0...24В. При этом наличию пламени соответствует выходной сигнал 0В.

Напряжение питания датчика: 220 В, 50 Гц.

Для дозирования жидкости при приготовлении шихты используем реле потока для жидкостей T-Switch.

Технические характеристики:

* Эксплуатационные характеристики:

- Диаметр трубы: от 25 до 1000 мм;

-Давление: до 25 Бар абс;

- Температура -10...+80°C;

- Скорость потока жидкости 0…1,5 м/с;

- Скорость потока газа 0…30 м/с;

* Погрешность прибора:

- Погрешность не более 5% от полной шкалы;

- Повторяемость 1%;

* Светодиод индикации состояния;
* Выходной сигнал: релейный выход, нормально замкнутый или разомкнутый;
* Питание: 18…30 В;
* Потребляемая мощность: не более 3 Вт;
* Степень влагозащиты IP 66.

Для кругового перемещения регулирующих органов в системах автоматического регулирования технологических процессов в соответствии с командными сигналами регулирующих и управляющих устройств применяются исполнительные механизмы МЭО–86. Механизмы устанавливаются непосредственно на регулирующей арматуре. Механизмы комплектуются реостатным датчиком. Механизмы изготавливаются для работы в повторно–кратковременном режиме с частыми пусками, продолжительностью включений до 25% и частотой включений до 630 в час при нагрузке на выходном валу в пределах от номинальной противодействующей до 0,5 номинального значения сопутствующей.

Технические характеристики МЭО–86:

* Электрическое питание механизмов - однофазный ток, напряжением 220-240В, частотой 50Гц;
* Температура окружающей среды - от -30° до + 50°С;
* Относительная влажность до 95% при 35° С и более низких температурах без конденсации влаги;
* Вибрация в диапазоне частот от 10 до 150 Гц с амплитудой 0,075мм и ускорением 9,8 м/с для частот свыше 62 Гц;
* Выбег выходного органа для механизмов со временем полного хода 10 с – 1 %.
* Электродвигатель – однофазный конденсаторный.
* Наличие пыли и брызг;

Технические характеристики МЭО –250/10 – 0,63 – 86:

* Номинальный крутящий момент на выходном валу, Н·м: 250;
* Пусковой крутящий момент на выходном валу Н·м: 4,25;
* Номинальное время полного хода выходного вала, сек: 10;
* Номинальный полный ход выходного вала, обороты: 0,63;
* Потребляемая мощность, Ватт: не более 430.

Технические характеристики МЭО – 16/63 – 0,25 – 86:

* Номинальный крутящий момент на выходном валу, Н·м: 16;
* Пусковой крутящий момент на выходном валу Н·м: 4,25;
* Номинальное время полного хода выходного вала, сек: 63;
* Номинальный полный ход выходного вала, обороты: 0,25;
* Потребляемая мощность, Ватт: не более 260.

Технические характеристики МЭО –40/63 – 0,25 – 86:

* Номинальный крутящий момент на выходном валу, Н·м: 40;
* Пусковой крутящий момент на выходном валу Н·м: 4,25;
* Номинальное время полного хода выходного вала, сек: 63;
* Номинальный полный ход выходного вала, обороты: 0,25;
* Потребляемая мощность, Ватт: не более 260.

 Для управления регулирующей заслонкой на линии подачи газа установлен исполнительный механизм МЭО–16/63–0,25–86, на линии подачи воздуха установлен исполнительный механизм МЭО–40/63–0,25–86, на линии подачи сырьевых компонентов–МЭО–250/10–0,63–86.

Для управления потоками жидкости и газа в системах автоматического розжига, а также для регулирования и защиты предназначен электромагнитный клапан ЭМКГ8. В обесточенном состоянии клапан находится в закрытом положении. При подаче напряжения на обмотку электромагнита якорь поднимается вверх, открывая проход газовому потоку. При отключении напряжения пружина и давление газа возвращают якорь в исходное положение, тем самым перекрывая газовый поток.

Технические характеристики:

* Диаметр условного прохода Dу, мм: 3, 6, 10, 15, 20, 25;
* Рабочее давление газа (избыточное): не более 10 МПа;
* Напряжение питания: 12В, 24В, ~220В (50 Гц);
* Время открытия/закрытия: не более 1,0 сек;
* Потребляемая мощность: не более 20Вт;
* Рабочее положение: вертикальное.

Для управления ЭД вентиляторов используются пускатели электромагнитные серии ПМА. Пускатели электромагнитные предназначены для применения в стационарных установках для дистанционного пуска непосредственным подключением к сети, остановки и реверсирования трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором переменного напряжения 380 В частоты 50 и 60 Гц. Пускатели обеспечивают надёжную работу в продолжительном, прерывисто-продолжительном, кратковременном и повторно-кратковременном режимах.

При наличии трехполюсных тепловых реле пускатели осуществляют защиту управляемых электродвигателей от перегрузок недопустимой продолжительности и от токов, возникающих при обрыве одной из фаз.

Технические характеристики

* Номинальный ток: 10 А;
* Номинальное напряжение катушек управления: 24 В;
* Механическая износостойкость: 3⋅106 циклов включений/отключений;
* Температура окружающей среды: -40 – +45 °С;
* Относительная влажность до 80% при температуре 25оС;
* Окружающая среда невзрывоопасная
* Удары в нерабочем состоянии: одиночные - с ускорением до 10 g длительностью 2 20 мс, многократные - с ускорением до 7 g
* длительностью 2 20 мс;
* Рабочее положение в пространстве - крепление на вертикальной
* плоскости выводами вниз.
* Масса: не более 8 кг

Для управления электрическими исполнительными механизмами с однофазным конденсаторным электродвигателем используется пускатель бесконтактный реверсивный ПБР–2М. Пускатель предназначен для бесконтактного управления электрическим исполнительным механизмом с однофазным конденсаторным электродвигателем.

Пускатель состоит из платы, кожуха и передней панели. На передней панели расположены две клеммные колодки для подключения пускателя к внешним цепям, а также винт заземления. Клеммные колодки закрываются крышками. На плате устанавливаются элементы схемы пускателя. Плата вставляется в кожух и закрепляется двумя винтами.

Пускатель рассчитан на установку на вертикальной или горизонтальной плоскости. Положение в пространстве – любое. Крепление пускателя осуществляется двумя болтами, которые установлены на задней стенке кожуха. Технические данные:

* Параметры питания: однофазная сеть переменного тока 220 В, частотой 50 Гц;
* Виды входных сигналов: включение 24 В; отключение 0-2 В;
* Входное сопротивление пускателя: не менее 750 Ом;
* Максимальный коммутируемый ток: 4 А;
* Быстродействие: не более 25 мс;
* Мощность: 7 Вт;
* Норма средней наработке на отказ 200000 ч.
* Условия эксплуатации:

– Температура, оС: от 5 до 50;

– Относительная влажность, %: от 30 до 80;

– Вибрация: частота, Гц: до 25, амплитуда, мм: до 400.

Ключ управления используется типа ПГ2-20-3П20НТ.

Ключ имеет следующие характеристики:

* Количество положений - 3;
* Количество направлений - 20;
* Максимальный ток через замкнутые контакты – 5 А;
* Пробивное напряжение разомкнутых контактов – не менее 1000 В;
* Габаритные размеры 50х50х200 мм;
* Прибор предназначен для монтажа в условиях закрытых помещений.

Кнопочный пост управления применяется типа ПКЕ 612-2УХЛ3.

Кнопочный пост имеет следующие характеристики:

* Количество кнопок - 2;
* Максимальный коммутируемый ток – 2 А;
* Габаритные размеры 100х50х45 мм;
* Прибор предназначен для монтажа в условиях закрытых помещений.

Автоматические выключатели для силовых цепей выбираем типа А 3710 Б. Автоматические выключатели (автоматы) предназначены для защиты электрических сетей и установок от аварийных режимов работы.

Автомат имеет следующие характеристики:

* Номинальный ток: 160 – 630 А;
* Напряжение 440, 660 В;
* Число полюсов 2,3;
* Возможность использования как теплового, так и электромагнитного расцепителя;
* Предельный ток отключения:

 – постоянный ток: 110 В;

 – переменный ток: 40 – 60 В;

* Габаритные размеры: 225х500х190.

Автоматические выключатели для цепей управления выбираем типа ВА 83-29-1400063М. Автомат имеет следующие характеристики:

* Номинальный ток: 0,3-63 А;
* Однополюсный;
* Электромагнитные и тепловые расцепители;
* Габаритные размеры: 155х60х65 мм;
* Прибор предназначен для монтажа в условиях закрытых помещений.

Согласно выбранному списку приборов составлена заказная спецификация на приборы и средства автоматизации.

Заказная спецификация приведена в документе ДП 210200.833.2005 ПЗ.

**3.3 Разработка принципиальной электрической схемы**

На основании функциональной схемы автоматизации с учётом выбранных приборов и средств автоматизации разработана принципиальная электрическая схема регулирования, управления и блокировки.

Рассмотрим работу схемы автоматического регулирования.

Для регулирования температуры сушки песка в сушильном барабане используется комбинированная система автоматического регулирования, которая работает следующим образом.

Термоэлектрический преобразователь температуры BК1 измеряет температуру дымовых газов на выходе из сушильного барабана и преобразует ее в пропорциональное значение термоЭДС. Сигнал с контактов 1 и 2 преобразователя поступает по соединительной линии на контакты 13 и 14 модуля ввода сигналов термопар A1.1 цифрового программируемого контроллера. Сигнал текущего значения температуры дымовых газов поступает на вход регулятора температуры, реализованного программным путем в контроллере.

В этот регулятор также поступает сигнал с компенсатора возмущения, реализованного в контроллере программным путем. Как указано выше, в качестве возмущения выступает изменение температуры и влажности песка, поступающего на сушку.

Температура песка измеряется термоэлектрическим преобразователем температуры ВК2 и преобразуется им в пропорциональное значение термоЭДС. Сигнал с контактов 1 и 2 преобразователя поступает по соединительной линии на контакты 15 и 16 модуля ввода сигналов с термопар A1.1 цифрового программируемого контроллера.

Влажность песка измеряется преобразователем влажности В1N и преобразуется им в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА. Сигнал с контактов 1 и 2 блока зажимов преобразователя поступает по соединительной линии на контакты 13 и 14 модуля аналогового ввода A1.2.1 цифрового программируемого контроллера. Питание к измерительному преобразователю влажности подается на контакты 7 и 8 блока зажимов от сети переменного тока 220 В, 50 Гц.

Вырабатываемый регулятором температуры сигнал управления через контакты 13, 14 и 15 модуля импульсного вывода A1.3.1 цифрового программируемого контроллера поступает на контакты 1, 2 и 3 магнитного пускателя КМ1 и далее на контакты 1, 2 и 3 электрического исполнительного механизма М1.

Для регулирования влажности высушиваемого песка на выходе из сушильного барабана используем одноконтурную систему регулирования, которая работает следующим образом. Влажность песка измеряется преобразователем влажности В2N и преобразуется им в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА. Сигнал с контактов 1 и 2 блока зажимов преобразователя поступает по соединительной линии на контакты 15 и 16 модуля аналогового ввода A1.2.1 цифрового программируемого контроллера, в котором программно реализован регулятор влажности. Питание к измерительному преобразователю влажности подается на контакты 7 и 8 блока зажимов от сети переменного тока 220 В, 50 Гц.

Вырабатываемый регулятором влажности сигнал управления через контакты 13, 14 и 15 модуля импульсного вывода A1.3.2 программируемого контроллера поступает на контакты 1, 2 и 3 магнитного пускателя КМ3 и далее на контакты 1, 2 и 3 электрического исполнительного механизма М3.

Для поддержания необходимого разряжения в сушильном барабане песка используем комбинированную систему регулирования, компенсирующую изменение расхода воздуха, поступающего на сушку. Регулирующее воздействие – изменение количества отводимых дымовых газов. Данная система регулирования реализована следующим образом.

Преобразователь давления ВР1 измеряет разрежение в сушильном барабане и преобразует его в стандартный электрический сигнал постоянного тока. Сигнал с контактов 1 и 2 преобразователя поступает по соединительной линии на контакты 11 и 12 блока питания G3. Питание преобразователя осуществляется по этой же линии. Для включения такого режима контакты 4 и 5 преобразователя BP1 замкнуты перемычкой. Питание блока питания G3 поступает на контакты 1 и 2. Стандартный токовый сигнал в диапазоне 4-20 мА снимается с контактов 3 и 4 блока питания и поступает на контакты 19 и 20 модуля аналогового ввода А1.2.2 многоканального цифрового измерительного преобразователя-контроллера. Сигнал текущего значения давления поступает на вход регулятора давления, реализованного программным путём в преобразователе-контроллере.

В этот регулятор также поступает сигнал с компенсатора возмущения, реализованного в контроллере программным путем. Как указано выше, в качестве возмущения выступает изменение расхода воздуха, поступающего на сушку

Информация о расходе воздуха, поступающего в сушильный барабан, поступает с контактов 1 и 2 измерительного преобразователя перепада давления B7N на контакты 15 и 16 блока питания G2. Питание преобразователя осуществляется по этой же линии. Для включения такого режима контакты 4 и 5 преобразователя B7N замкнуты перемычкой. Питание блока питания G2 поступает на контакты 1 и 2. Стандартный токовый сигнал в диапазоне 4-20 мА снимается с контактов 7 и 8 блока питания и поступает на контакты 17 и 18 модуля аналогового ввода А1.2.2 многоканального цифрового измерительного преобразователя-контроллера. В преобразователе-контроллере программным путём реализован блок извлечения квадратного корня, который служит для линеаризации статической характеристики измерительного преобразователя перепада давления B7N.

Вырабатываемый регулятором давления сигнал управления через контакты 15, 16 и 17 модуля импульсного вывода A1.3.2 программируемого контроллера поступает на контакты 1, 2 и 3 магнитного пускателя КМ4 и далее на контакты 1, 2 и 3 электрического исполнительного механизма М4.

Для регулирования концентрации отходящих дымовых газов на выходе из сушильного барабана используем каскадную систему регулирования. Корректирующим (внешним) регулятором является регулятор концентрации отходящих дымовых газов, а стабилизирующим (внутренним) – регулятор соотношения “воздух/топливный газ”. В качестве регулирующего воздействия выбираем изменение расхода воздуха, поступающего на горение в сушильный барабан.

Информация о расходе газа, поступающего в сушильный барабан поступает с контактов 1 и 2 измерительного преобразователя перепада давления B5N на контакты 11 и 12 питания G2. Питание преобразователя осуществляется по этой же линии. Для включения такого режима контакты 4 и 5 преобразователя B5N замкнуты перемычкой. Питание блока питания G2 поступает на контакты 1 и 2. Стандартный токовый сигнал в диапазоне 4-20 мА снимается с контактов 3 и 4 блока питания и поступает на контакты 13 и 14 модуля аналогового ввода А1.2.2 многоканального цифрового измерительного преобразователя-контроллера. В преобразователе-контроллере программным путём реализован блок извлечения квадратного корня, который служит для линеаризации статической характеристики измерительного преобразователя перепада давления B5N.

Информация о расходе воздуха, поступающего в сушильный барабан, поступает с контактов 1 и 2 измерительного преобразователя перепада давления B6N на контакты 13 и 14 блока питания G2. Питание преобразователя осуществляется по этой же линии. Для включения такого режима контакты 4 и 5 преобразователя B6N замкнуты перемычкой. Питание блока питания G2 поступает на контакты 1 и 2. Стандартный токовый сигнал в диапазоне 4-20 мА снимается с контактов 5 и 6 блока питания и поступает на контакты 15 и 16 модуля аналогового ввода А1.2.2 многоканального цифрового измерительного преобразователя-контроллера. В преобразователе-контроллере программным путём реализован блок извлечения квадратного корня, который служит для линеаризации статической характеристики измерительного преобразователя перепада давления B6N.

Анализатор B3N измеряет концентрацию О2 в отходящих дымовых газах на выходе из сушильного барабана и преобразует его в унифицированный электрический сигнал постоянного тока в диапазоне 4-20 мА. Питание анализатора осуществляется через контакты 7 и 8 блока зажимов от сети переменного тока 220 В, 50 Гц. Сигнал с контактов 1 и 2 блока зажимов анализатора поступает по соединительной линии на контакты 17 и 18 модуля аналогового ввода A1.2.1 цифрового программируемого контроллера. Величина концентрации поступает в регулятор, реализованный в контроллере программным путем. Сюда же поступает сигнал с блоков корнеизвлечения.

Вырабатываемое регулятором концентрации воздействие через контакты 16, 17 и 18 модуля импульсного вывода A1.3.1 программируемого контроллера поступает на контакты 1, 2 и 3 магнитного пускателя КМ2 и далее на контакты 1, 2 и 3 электрического исполнительного механизма М2.

Для поддержания уровня песка в силосе на нужном значении используется одноконтурная система автоматического регулирования уровня, которая работает следующим образом. Измерительный преобразователь уровня B4N измеряет уровень в силосе и преобразует его в стандартный электрический сигнал постоянного тока, пропорциональный уровню песка. Сигнал с контактов 1 и 2 преобразователя поступает по соединительной линии на контакты 19 и 20 модуля аналогового ввода контроллера А1.2.1. Питание преобразователя осуществляется через контакты 4 и 5 блока зажимов от сети переменного тока 220 В, 50 Гц. Сигнал текущего значения уровня поступает на вход регулятора уровня, реализованного программным путём в преобразователе-контроллере. Вырабатываемое регулятором воздействие через контакты 18, 19, 20 модуля импульсного вывода А1.3.2 преобразователя-контроллера поступает на магнитный пускатель КМ5 и далее на контакты 1,2 и 3 исполнительного механизма.

Рассмотрим работу схемы автоматической блокировки.

Модуль дискетного ввода А1.4.2, питается от блока питания G1, который преобразует напряжение питающей сети 220В в стабилизированное напряжение 5 В. На модуль А1.4.2 поступают сигналы датчиков реле давления. Питание реле давления Р1.1, Р1.2, Р2.1, Р2.2, Р3.1, Р3.2 осуществляется от блока питания G5 через клеммы 1, 2. Сигнал о достижении давлением газа в трубопроводе минимального значения по соединительной линии с контакта Р1.1 двухпредельного реле давления поступает на модуль дискретного ввода А1.4.2 через клеммы 13, 14. При достижении давлением газа в трубопроводе максимального значения дискретный сигнал с рконтакта реле Р1.2 поступает на модуль ввода А1.4.2 на клеммы 13, 15.

Сигнал о достижении давлением воздуха, подаваемого на горение, предельного значения (максимального – через контакт реле Р2.1, минимального – через контакт реле Р2.2) поступает на модуль дискретного ввода А1.4.2 через клеммы 13, 16 и 13, 17 соответственно.

Сигнал о достижении давлением воздуха, подаваемого на сушку, предельного значения (максимального – через контакт реле Р3.1, минимального – через контакт реле Р3.2) поступает на модуль дискретного ввода А1.4.2 через клеммы 13, 18 и 13, 19 соответственно.

Сигнал о достижении давлением воздуха, подаваемого на горение, предельного значения (максимального – через контакт реле Р4.1, минимального – через контакт реле Р4.2) поступает на модуль дискретного ввода А1.4.2 через клеммы 13, 20 и 13, 21 соответственно.

Также на клеммы 13 и 14 модуля дискретного ввода А1.4.1 поступает релейный сигнал с клемм 9 и 10 датчика аварийного снижения скорости транспорте, питающегося напряжением 220 В, 50Гц; на клеммы 15 и 16 – сигнал с 9 и 10 клеммы датчика аврийного снижения скорости элеватора, питающегося напряжением 220 В, 50 Гц; на клеммы 17 и 18 модуля – сигнал с 1 и 2 клеммы измерительного преобразователя уровня, питающегося напряжением 220 В, 50 Гц; на клеммы 19 и 20 модуля – сигнал с клемм 1 и 2 датчика наличия пламени, питающегося напряжением 220 В, 50 Гц.

Модуль дискетного вывода А1.3.3, питается блоком питания G1, который преобразует напряжение питающей сети 220В в стабилизированное напряжение 5 В.

С модуля гальванически связанного дискретного вывода А1.3.3 через клеммы 13, 14, 15 дискретный сигнал поступает на клеммы 2, 3, 4 бесконтактного пускателя КМ6, питание которого осуществляется через клеммы 11, 12 напряжением 220 В, 50 Гц. С клемм 8, 9, 10 пускателя сигнал поступает на клеммы 1, 2, 3 исполнительного механизма М6, управляющего заслонкой бункера песка.

С модуля гальванически связанного дискретного вывода А1.3.3 через клеммы 16, 17, 18 дискретный сигнал поступает на клеммы 2, 3, 4 бесконтактного пускателя КМ7, питание которого осуществляется через клеммы 11, 12 напряжением 220 В, 50 Гц. С клемм 8, 9, 10 пускателя сигнал поступает на клеммы 1, 2, 3 исполнительного механизма М7, управляющего заслонкой силоса песка.

С модуля дискретного вывода А1.3.3 дискретный сигнал через клеммы 22, 23 подается на промежуточное реле напряжение KV1. В ручном режиме реле напряжения питается от блока питания G5 через клеммы 7и 8. При подаче напряжения на реле KV1, замыкаются его контакты KV1.1 и KV1.2 при этом срабатывает электромагнитный клапан YA1, управляющий отсекателем на линии подачи газа.

Для управления электродвигателями вентиляторов используются магнитные пускатели.

В схеме управления электродвигателями и электромагнитными клапанами используется ключ управления SA1 для выбора режима работы: ручного или автоматического. Если переключатель находится в положении 1 (ручное управление) пуск и остановка двигателя осуществляется с помощью кнопочного поста управления SB1. Пост управления имеет две кнопки SB1.1 – «Стоп» и SB1.2 – «Пуск». В ручном режиме пускатель КМ8 питается от блока питания G4 через клеммы 7 и 8. При нажатии на кнопку SB1.2 подается питание на магнитный пускатель КМ8, который, срабатывая, замыкает свой контакт КМ8.1. Таким образом, цепь пускателя остаётся замкнутой при отпускании кнопки SB1.2. Одновременно замыкаются и остальные контакты пускателя (КМ8.2, КМ8.3, КМ8.4) подавая трехфазное напряжение на двигатель М8. При нажатии на кнопку SB1.1 происходит разрыв цепи пускателя КМ8, размыкание контактов КМ8.1, КМ8.2, КМ8.3 и КМ8.4. Происходит остановка двигателя. Так как контакт КМ8.1 разомкнут, при отпускании кнопки SB1.1 питание на пускатель КМ8 не подается.

Управление электродвигателем М8 в автоматическом режиме осуществляется с помощью многоканального цифрового измерительного преобразователя-контроллера через модуль дискретного вывода А1.3.3, при этом переключатель режимов SA1 находится в положении 2 (автоматическое управление).

Подача общего питания к электродвигателям вентиляторов, транспортеров, сушильного барабана, шнековых и вибропитателей от сети трехфазного переменного тока 380В 50Гц через общий автоматический выключатель QF1.

При возникновении коротких замыканий автоматический выключатель QF1 отсоединяет электродвигатели от сети. От перегрузок каждый электродвигатель защищён с помощью тепловых реле F1–F6. При перегрузках контакты реле F1.1 – F6.1 размыкают цепь магнитных пускателей КМ1–КМ6.

Питание многоканального цифрового измерительного преобразователя-контроллера А1 осуществляется от сети переменного тока 220В 50 Гц через блок питания G1. Напряжение переменного тока 220В 50 Гц через автоматический выключатель SF1 подается на контакты 1 и 2 блока питания, с контактов 7 и 8 снимается пониженное напряжение постоянного тока 5В, которое подается на контакты 1 и 2 модулей ввода-вывода многоканального цифрового измерительного преобразователя-контроллера.

Принципиальная электрическая схема и спецификация использованных приборов и технических средств автоматизации приведены в документе ДП 210200.833.2005 Э3.1 и ДП 210200.833.2005 Э3.2.

**3.4 Расчет АСР**

Удовлетворительное качество регулирования в простейшей одноконтурной системе с использованием стандартных законов регулирования можно обеспечить лишь при благоприятных динамических характеристиках объекта. Однако большинству промышленных объектов свойственны значительное чистое запаздывание и большие постоянные времени. В таких случаях даже при оптимальных настройках регуляторов одноконтурные АСР характеризуются большими динамическими ошибками, низкой частотой регулирования и длительными переходными процессами. Для повышения качества регулирования необходим переход от одноконтурных АСР к более сложным системам, использующим дополнительные (корректирующие) импульсы по возмущениям пли вспомогательным выходным координатам. Такие системы кроме обычного стандартного регулятора содержат вспомогательные регулирующие устройства — динамические компенсаторы или дополнительные регуляторы.

При условии, если имеется возможность автоматического измерения наиболее «сильного» возмущающего воздействия на ТОУ, то применяется комбинированная АСР, в которой действие контролируемого возмущения компенсируется специальным устройством с помощью регулятора, находящегося в контуре обратной связи. Таким образом регулирующее воздействие формируется на основании двух принципов регулирования: по отклонению регулируемой переменной от заданного значения и по возмущению. Компенсация возмущения осуществляется путем введения дополнительного управляющего воздействия либо на вход канала регулирования, либо непосредственно на вход регулятора.

### 3.4.1 Нахождение динамических характеристик объекта

Динамические характеристики объекта найдем методом Наслена, используя данные найденные по переходным характеристикам реального объекта:

1. При изменении положения регулирующего органа на 10%:
* значение координаты времени Т = 30 [c];
* значение транспортного запаздывания = 1 [c];
* количество точек ординаты d = 16;
* установившееся значение = 70 [].
1. При изменении влажности подаваемого в сушильный барабан песка на 15%:
	* значение координаты времени Т = 30 [c];
	* значение транспортного запаздывания = 1,5 [c];
	* количество точек ординаты d = 16;
	* установившееся значение = 73 [].
2. При изменении температуры поступающего в сушильный барабан песка на 15оС:
* значение координаты времени Т = 30 [c];
* значение транспортного запаздывания = 2 [c];
* количество точек ординаты d = 16;
* установившееся значение = 65 [].

Найдем передаточные функции методом Наслена используя переходные характеристики объекта по каналам управления  и возмущения ,  :  (1),

 (2),

 (3).

где  – это передаточная функция изменения температуры сушки

при изменении положения регулирующего органа;

– это передаточная функция изменения температуры сушки

при изменении температуры поступающего песка;

– это передаточная функция изменения температуры сушки

при изменении влажности поступающего песка.

**3.4.2 Расчет одноконтурной системы регулирования температуры в сушильном барабане**

Для нахождения настроек регуляторов воспользуемся методом Циглера-Никольса. Этот метод базируется на критерии Найквиста, из которого можно написать условие нахождения системы на границе устойчивости:

 (4),

где – комплексный коэффициент усиления объекта,

– комплексный коэффициент усиления регулятора.

Суть метода заключается в том, что в регуляторе выключают интегральную и дифференциальную составляющие, т.е. С0 = 0и С2 = 0. Меняя настройку П-регулятора, выводим систему на границу устойчивости, т.е. добиваемся, чтобы в замкнутой системе совершались незатухающие колебания.

Далее находим передаточную функцию объекта регулирования и представляем ее в показательной форме. И для нахождения критической частоты  и критической настройки  нужно решить систему уравнений:

 (5)

где  - АЧХ объекта регулирования и регулятора,

 - ФЧХ объекта регулирования и регулятора соответственно.

Для П-регулятора передаточная функция будет иметь вид:  или в показательной форме , т.е. , а .

Тогда, для П-регулятора, система уравнений (5) примет вид:

 (6)

И зная, что  (7) и  (8), найдем из второго уравнения системы (6) критическую частоту  и подставив ее в 1-е уравнение системы найдем критическую настройку .

Мы нашли критическую настройку, при которой одноконтурная система, будет находиться на границе устойчивости, т.е. в ней будут происходить незатухающие колебания. Далее, для определения параметров регуляторов, используются эмпирические формулы. Для ПИ-регулятора оптимальные настройки принимают следующие значения:

****** (9),  (10)

******, 

Переходный процесс в одноконтурной системе (рис.1) при данных настройках регулятора имеет следующий вид (рис. 2):

Рис.1. Одноконтурная система с ПИ-регулятором при подаче на вход 1(t).

Рис. 2. Переходной процесс в одноконтурной системе при подаче на вход 1(t).

Рис. 3. Переходной процесс в одноконтурной системе при подаче на вход возмущения.

### 3.4.3 Исследование одноконтурной системы на устойчивость

Для исследования системы на устойчивость воспользуемся критерием Найквиста.

Найдем передаточную функцию разомкнутой системы. Она будет равна произведению передаточных функций регулятора и объекта управления:

 (11)

Т.к. в передаточной функции присутствует одно интегрирующее звено, то данная система – астатическая с астатизмом первого порядка . Сделаем замену . Поскольку при , т.е. годограф претерпевает разрыв, поэтому чтобы воспользоваться критерием Найквиста введем вспомогательный годограф, который образует замкнутый контур, т.е. интегрирующее звено заменим апериодическим:

 (12)

При  годограф будет растягиваться и точка на действительной оси . В результате годографы совпадут за исключением точки . В соответствии с этим сформулируем критерий Найквиста для астатических систем: для определения устойчивости замкнутой системы годограф разомкнутой системы с астатизмом любого порядка добавляют дугой бесконечно большого радиуса до действительной положительной полуоси, а далее применяют первую или вторую формулировку критерия Найквиста, в зависимости от того устойчива или не устойчива разомкнутая система.

Корни характеристического уравнения разомкнутой системы отрицательны, значит разомкнутая система устойчива. Т.е. воспользуемся первой формулировкой критерия Найквиста, которая гласит: если разомкнутая система устойчива, то для устойчивости замкнутой системы необходимо и достаточно, чтобы годограф разомкнутой системы не обхватывал точку с координатой (-1 ; j0).

Годограф разомкнутой системы (рис.4) не обхватывает точку (-1 ; j0), значит замкнутая система устойчива. Запас устойчивости по амплитуде .

Im(w)

Re(w)

Рис.4. Годограф разомкнутой системы.

###

### 3.4.4 Расчет комбинированной АСР

При анализе сушильного барабана песка как объекта управления было выявлено наиболее сильно влияющее на режим его работы внешнее возмущение, которое можно измерить. Это – изменение температуры и влажности песка, поступающего на сушку. В этом случае целесообразно построение комбинированной АСР. Такая система позволяет максимально ослабить влияние контролируемого возмущения на регулируемую величину с помощью компенсатора, оставляя на долю регулятора с обратной связью отработку величины задания не полностью скомпенсированного измеряемого возмущения, а также тех возмущений, действующих на объект, которые измерить не удаётся.

Регулятор температуры будет получать ее текущее значение, учитывать текущее значение возмущения и воздействовать на регулирующий затвор на линии подачи газа с целью изменения его расхода. В качестве закона регулирования выбираем ПИ-закон, обеспечивающий астатическое регулирование достаточно высокого качества. Сигнал с устройства компенсации возмущения будем подавать на вход регулятора.

**3.4.4.1 Определение рабочей частоты**

Основой расчета комбинированных систем регулирования является принцип инвариантности. Который можно сформулировать следующим образом: отклонение выходной координаты ТОУ *y(t)* под действием возмущения *x(t)* должно быть тождественно равны нулю:

 (13)

Переходя к изображениям по Лапласу *y(р)* и *x(р)* сигналов *y(t)* и *x(t)*,

условие (13) при *y0(t)=0* можно преобразовать к виду:

 (14)

Равенство (144.6) используется для вывода передаточной функции компенсатора *Rk(p)* при заданных характеристиках объекта по каналам возмущения *WОВ(p)* и регулирования *WОУ(p)*.

Преобразованные структурные схемы комбинированной АСР при подаче компенсирующего воздействия на вход объекта и при подаче компенсирующего воздействия на вход регулятора представляют последовательное соединение разомкнутой системы и замкнутого контура, передаточные функции которых равны:

 *(4.7)*  (15)

 (16)

Передаточная функция комбинированной АСР:

 или 

Так как , то условие инвариантности перепишем в виде:

 (17)

Комбинированную АСР можно рассматривать, как двухступенчатый фильтр для сигнала возмущения, состоящий из разомкнутой системы и замкнутого контура. Характерной особенностью замкнутой системы регулирования является наличие пика на АЧХ на рабочей частоте , в окрестности которого она обладает наихудшими фильтрующими свойствами. Поэтому условие приближенной инвариантности обеспечивается для частот  и .

Передаточная функция замкнутой системы имеет следующий вид:

 (18)

Далее подставляя  и выделяя мнимую и действительную части находим АЧХ по формуле:  (19)

Рис.5. АЧХ замкнутой системы одноконтурной АСР

По АЧХ, изображенной на рис.5 найдем рабочую частоту:

*ωр = 0,50699792[ рад/мин]; АЗС(ωр) = 3,9275*

**3.4.4.2 Расчет комбинированной АСР при подаче компенсирующего сигнала на вход регулятора**

*uр*

*W0(p)*

*у*

*у0*

*Rк2(р)*

*R(р)*

*WВ(p)*

*uk*

Рис.6. Структурная схема комбинированной АСР при подаче компенсирующего сигнала на вход регулятора

*x*

*Rк2(р)*

*R(р)*

*WВ(p)*

*W0(p)*

*W0(p)*

*R(р)*

Рис.7. Преобразованная структурная схема комбинированной АСР при подаче компенсирующего сигнала на вход регулятора

Рассмотрим в качестве возмущения изменение температуры поступающего в барабан песка.

Передаточная функция идеального компенсатора имеет следующий вид:

 (20)

Подставив в (20)  и выделив мнимую и реальную части построим годограф идеального компенсатора *RK(ω)*, который изображен на рис.8. И найдем: 

В качестве реального компенсатора выберем реально-дифференцирующее звено:

****** (21)

Для нахождения постоянных времени *T1 и T2* необходимо подставить  в (21), выделить мнимую и реальную части и решить систему уравнений:

 (22)

*T1=213.40596279* и *Т2=34.00496192*

Т.о. передаточная функция реального компенсатора будет иметь следующий вид:

****** (23)

Так как cледовательно годографы идеального и реального компенсаторов совпадают на рабочей  и на нулевой частотах (рис.8).

Рис. 8. Годографы идеального и реального компенсаторов.

 б

 а

Рис.9. Переходный процесс комбинированной системы

а) с компенсатором; б) без компенсатора.

Далее рассмотрим в качестве возмущения изменение влажности поступающего в барабан песка.

Передаточная функция идеального компенсатора имеет следующий вид:

 (24)

Подставив в (24)  и выделив мнимую и реальную части построим годограф идеального компенсатора *RK(ω)*, который изображен на рис. 9. И найдем: 

В качестве реального компенсатора выберем комбинацию из апериодического звена первого порядка и реального дифференцирующего звена:

****** (25)

где *k* – коэффициент усиления *k =15*, а для нахождения постоянных времени *Т1* и *Т2* необходимо подставить в (25)  и выделить мнимую и реальную части. Далее необходимо решить систему уравнений:

 (26)

*T1=11.17498194* и *Т2=0.99646235*

Т.о. передаточная функция реального компенсатора будет иметь следующий вид:

****** (27)

Так как  cледовательно годографы идеального и реального компенсаторов совпадают на рабочей  и на нулевой частотах (рис.10).

Рис.10. Годографы идеального и реального компенсаторов.

а

б

Рис.11. Переходный процесс комбинированной системы

а)с компенсатором; б) без компенсатора.

###

### 3.4.5 Сравнение качества переходных процессов одноконтурной и комбинированной АСР

На рис.12 приведено сравнение переходных процессов в одноконтурной АСР с ПИ-регулятором (а) и в комбинированной системе регулирования (б).

Из рис.12 видно, что лучший переходной процесс получился при использовании комбинированной АСР. Таким образом, можно сделать вывод о том, что при использовании комбинированной АСР качество регулирования лучше, чем при использовании одноконтурной.

 а

б

Рис. 12. Сравнение переходных процессов в одноконтурной (а) и комбинированной (б) системах.

**3.5 Разработка схемы внешних соединений**

Схема внешних соединений показывает связи между всеми элементами управления, контроля и регулирования данной системы автоматизации, находящимися между объектом управления и щитами.

Схема внешних соединений разработана на основе функциональной схемы автоматизации ДП 210200.833.2005 А2, схемы электрической принципиальной ДП 210200.833.2005 Э3.1, ДП 210200.833.2005 Э3.2.

Температура песка в бункере измеряется термоэлектрическим преобразователем ТХК «Метран-252» (поз.3-1). С термопреобразователя сигнал передаётся на щит аппаратной по компенсационному проводу ПТВ 2х2,5 через протяжную коробку ПК-200.

Температура песка в сушильном барабане измеряется термоэлектрическим преобразователем термометром сопротивления ТХК «Метран-252» (поз.1-1). С термопреобразователя сигнал передаётся на щит аппаратной по компенсационному проводу ПТВ 2х2,5 через протяжную коробку ПК-200.

Измерение влажности песка в бункере песка осуществляется измерителем влажности Микрорадар–113К (поз.2-1, 2-2). С него стандартный токовый сигнал 4-20мА передаётся на щит аппаратной по кабелю КУПР 4х0,35 через соединительную коробку КС-16№1.

Измерение содержания кислорода в отходящих из сушильного барабана дымовых газах осуществляется кислородомером ПЭМ–О2 (поз.4-1, 4-2). С него стандартный токовый сигнал 4-20мА передаётся на щит аппаратной по кабелю КУПР 4х0,35 через соединительную коробку КС-16№1.

Измерение расхода воздуха, поступающего в сушильный барабан на горение, осуществляется методом переменного перепада давлений на стандартной диафрагме (поз.6-1). От отборных камер диафрагмы через запорные вентили ВИ–160 импульсы поступают на вентильную головку измерительного преобразователя (поз.6-2). Вентильная головка обеспечивает возможность снятия прибора для поверки, а также проверку на нулевые показания.мембрану измерительного преобразователя разности давлений «Метран-22-ДД» (поз.6-2). Измерительный преобразователь «Метран-22-ДД» обеспечивает преобразование значения перепада давлений на диафрагме в стандартный токовый сигнал 4-20мА, который по кабелю КУПР 4х0,35 передается на щит аппаратной через соединительную коробку КС-16№1. В случае загрязнения системы трубных проводок необходимо провести продувку труб. Для этого предусмотрена дренажная система.

Измерение влажности песка в разгрузочной камере сушильного барабана осуществляется измерителем влажности Микрорадар–113К (поз.7-1, 7-2). С него стандартный токовый сигнал 4-20мА передаётся на щит аппаратной по кабелю КУПР 4х0,35 через соединительную коробку КС-16№1.

Измерение расхода воздуха, поступающего в сушильный барабан на сушку, осуществляется методом переменного перепада давлений на стандартной диафрагме (поз.12-1). От отборных камер диафрагмы через запорные вентили ВИ–160 импульсы поступают на вентильную головку измерительного преобразователя (поз.12-2). Вентильная головка обеспечивает возможность снятия прибора для поверки, а также проверку на нулевые показания.мембрану измерительного преобразователя разности давлений «Метран-22-ДД» (поз.12-2). Измерительный реобразователь «Метран-22-ДД» обеспечивает преобразование значения перепада давлений на диафрагме в стандартный токовый сигнал 4-20мА, который по кабелю КУПР 4х0,35 передается на щит аппаратной через соединительную коробку КС-16№2. В случае загрязнения системы трубных проводок необходимо провести продувку труб. Для этого предусмотрена дренажная система.

Уровень песка в силосе контролируется измерительным преобразователем уровня «SITRANS LR 400» (поз.10-1, 10-2). С преобразователя стандартный токовый сигнал 4-20мА передаётся на щит аппаратной по кабелю КУПР 4х0,35 через соединительную коробку КС-16№2.

Давление дымовых газов на выходе из сушильного барабана контролируется измерительным преобразователем разрежения «Метран-22-ДВ» (поз.11-1). С преобразователя стандартный токовый сигнал 4-20мА передаётся на щит аппаратной по кабелю КУПР 4х0,35 через соединительную коробку КС-16№2. В случае загрязнения системы трубных проводок необходимо провести продувку труб. Для этого предусмотрена дренажная система.

С каждой соединительной коробки КСК-16 на шкаф в аппаратной идёт по одному кабелю КУПР 19х0,35.

Шкаф питается от щита питания через силовой кабель ВВГ 4х4.

Схема внешних соединений приведена в документе ДП 210200.833.2005 С5.

**4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА**

**4.1 Введение**

В настоящее время общей тенденцией в промышленности является повышение внимания к влиянию производственных процессов на окружающую среду, созданию безопасных и комфортных условий труда персонала. Несмотря на то, что на многих стекольных заводах созданы нормальные условия труда путем проведения постоянных организационно-технических и санитарно-гигиенических мероприятий, технология стекольного производства пока еще связана с профессиональными вредностями.

Наиболее тяжелыми цехами с точки зрения профессиональных, вредностей являются составные и машинно-ванные цехи.

В составных цехах при существующей технологии переработки сырьевых материалов и приготовления шихты наибольшим злом является запыленность воздушной среды. Процессы дробления, измельчения, просеивания сырья, приготовление шихты и их транспортировка обычно сопровождаются обильным выделением пыли, оказывающей вредное влияние на обслуживающий персонал.

Действенной мерой борьбы с запыленностью воздушной среды в составных цехах является локализация ее в местах выделения. С этой целью, помимо общей цеховой приточно-вытяжной вентиляции, пылевыделяющее оборудование герметизируют и устраивают над ним местную отсасывающую вентиляцию. Для транспортировки измельченного сырья и шихты применяют пневмотранспорт. Загрязненный воздух перед выбросом в атмосферу очищают от пыли в очистительных устройствах. При работе с ядовитыми веществами обслуживающий персонал с помощью специальных мероприятий защищается от их вредного влияния.

Современное состояние развития вычислительной техники позволяет использовать в системе управления высокопроизводительные и недорогие электронно-вычислительные машины, которые могут осуществлять упреждающее определение аварийных ситуаций. Это резко повышает уровень безопасности производства, уменьшает или полностью устраняет ущерб, наносимый окружающей среде. Учитывая изложенные обстоятельства, оснащение предприятий современными средствами автоматической защиты является задачей первостепенной важности.

Высокая надёжность и безопасность производств достигается правильными проектными решениями, разработанными на основе всестороннего глубокого научного исследования условий безопасного ведения технологического процесса. Все принятые меры по безопасности находят своё отражение в соответствующих разделах проекта.

Благодаря автоматизации многих производственных процессов резко сокращается применение ручного труда, а следовательно, уменьшается число вредных мест обслуживания, облегчается физический труд, предупреждаются общие и профессиональные заболевания, производственные травмы. Все это способствует повышению производительности труда.

**4.2 Анализ на соответствие требованиям безопасности и экологичности**

**4.2.1 Анализ вредных, опасных и аварийных факторов**

Производственные процессы в стекольной промышленности, особенно в составных, керамических цехах и газовых станциях, создают вредные условия труда, так называемые профессиональные вредности, которые оказывают неблагоприятное влияние на организм рабочего и могут явиться причиной заболевания.

Для стекольного производства характерна главным образом вторая группа вредностей. К ней относятся вредности, вызываемые неправильной организацией и техническим несовершенством производственных процессов. Причиной возникновения этого вида вредности являются физические, химические и биологические факторы.

Среди множества вредных воздействий на стекольном производстве можно выделить следующие наиболее важные факторы, оказывающие влияние на жизнь и здоровье человека:

1) неблагоприятные метеорологические условия (повышенная

или пониженная температура и влажность воздуха, чрезмерное тепловое излучение, неблагоприятное сочетание температуры, влажности, теплового излучения и движения воздуха);

2) загазованность различными газами (СО, СО2, SO3 и др.), выделяющимися при сушке сырья, газификации топлива, стекловарении, выработке стеклотары;

3) запыленность воздушной среды, возникающая при выработке

и транспортировке шихты к стекловаренным печам;

4) производственные шум и вибрация при работе машин и аппаратов стекольного производства.

В стекольном производстве встречаются также и отдельные вредности первой группы: интенсификация трудового процесса, неудобное положение тела и пр.

Основную массу сырьевых материалов стекольного производства перерабатывают в составных цехах, где готовят шихту для стекловарения. На данном этапе производства наибольшую угрозу для жизни и здоровья человека представляет запыленность помещения, которая приводит не только к ухудшению здоровья человека, но и к снижению ресурса оборудования и, в конечном итоге, к аварии со значительными экономическими потерями.

Помимо запыленности, опасность представляют движущиеся части транспортеров и элеваторов, вращающиеся лопасти вытяжных и дутиевых вентиляторов, заслонки смесителей, открытые люки бункеров. Неосторожность при их обслуживании может привести к тяжёлым увечьям и гибели людей.

Применение механизмов с электроприводом (вентиляторов, смесителей) также является опасным фактором. Воздействие электрического тока с напряжением 380В чрезвычайно опасно для жизни человека.

Процесс сушки песка в сушильном барабане проводится при температуре около 100С°. Это приводит к нагреву корпуса барабана. Прикосновение к таким поверхностям может привести к лёгким ожогам.

Кроме того, опасным фактором является наличие требующего обслуживания оборудования на отметках более 20 метров от уровня земли. Неквалифицированная работа на такой высоте может привести к потерям инструментов, деталей, а также падениям и травмам людей.

Необходимо отметить, что составной цех относится к числу наиболее опасных помещений с точки зрения электрической безопасности, т.к. в атмосфере составных цехов находится пыль, разъедающая изоляцию электропроводов. Это, в свою очередь, приводит к возможному вредному и опасному влиянию электрического тока на обслуживающий персонал, короткому замыканию, возгоранию изоляции электропроводок и выходу из строя аппаратуры. Кроме угрозы для здоровья и жизни персонала, порчи приборов и коммуникаций, это приводит к потере управляемости и аварийной остановке технологического оборудования. Поэтому, в целях безопасности электропроводку прокладывают в трубах, чтобы оградить электрические провода от попадания на них разъедающих материалов (соды, сульфата и др.).

Использование топливного газа при сушке компонентов шихты может привести к отравлению людей, вследствие различных утечек гназа газа через неплотности газопроводов, несоблюдения инструкций, неполного сгорания газа, неисправности дымоотводящих труб. Задача техники безопасности при использовании газового топлива – предупреждение проявления опасных свойств газов и продуктов их сгорания, обеспечение условий, предупреждающих возможность образования взрывоопасных смесей, а также осуществление мероприятий, ограничивающих разрушения в результате взрывов.

### 4.2.2 Анализ экологически опасных факторов

С точки зрения экологической безопасности наибольшее влияние на окружающую среду оказывает пыль токсичных веществ, применяемых при производстве стекла. Например, при выработке обесцвеченного стекла в качестве осветлителей применяют трехокиси мышьяка и сурьмы, селитру, аммонийные соли, кобальт, селен и др. Трехокись мышьяка и соединения селена ядовиты.

Пыль трехокиси мышьяка и его производных действует на организм человека, проникая через органы дыхания. В результате длительного поступления малых количеств соединений мышьяка болезнь развивается медленно — в течение месяца или даже нескольких лет, т. е. соединения мышьяка вызывают хроническое отравление. Концентрация мышьякового и мышьяковистого ангидридов в воздухе помещения не должна превышать 0,3 мг/м3, селенистого ангидрида—0,1 мг/м3, селена аморфного — 2 мг/м3.

Характерным признаком при отравлении селеном является резкий чесночный запах изо рта вследствие образования в организме селенового метила.

Кроме того, в составном цехе высок уровень шума и вибрации. Длительная работа в таких условиях оказывает вредное влияние на организм человека, вызывает функциональные расстройства нервной и сердечно-сосудистой системы, заболевания органов слуха, опорно-двигательного аппарата, Служит причиной быстрой утомляемости, снижения внимания и работоспособности. Сильный шум может быть причиной травматизма, т.к. из-за шума рабочий может не услышать сигналов, предупреждающих об опасности.

### 4.2.3 Анализ устойчивости функционирования

При проектировании системы автоматизации особое внимание должно уделяться устойчивости функционирования оборудования и недопущению его преждевременного выхода из строя. При выходе из строя системы автоматизации резко возрастает уровень пожарной и экологической опасности из-за отключения систем контроля и аварийных блокировок. Поэтому система автоматизации должна отвечать некоторым специальным требованиям.

Прежде всего, высокая надёжность системы автоматизации, в том числе хорошая ремонтопригодность, позволит не создавать больших перерывов в работе установки. При сбоях в системе автоматизации должна быть предусмотрена возможность оперативного перехода на ручное управление оборудованием. Всё оборудование должно обладать высокой стойкостью по отношению к внешним воздействиям, в том числе к повышенной запыленности.

Кроме того, оборудование каждой линии должно быть оснащено звуковой и световой сигнализацией. Сигнальные устройства должны быть расположены таким образом, чтобы обеспечить видимость и слышимость их в каждом месте машинной линии.

Система должна обслуживаться аттестованным персоналом, доступ к ней посторонних лиц должен быть исключён.

**4.3 Защита от вредных, опасных и аварийных факторов**

Проектируемая система автоматизации составного цеха производства шихты по своему прямому назначению позволяет не только достичь запланированных технико-экономических показателей технологического процесса, но и снижает уровень опасности. Использование автоматики освобождает часть персонала, для оставшегося улучшает условия труда, в то время как без наличия автоматики опасные факторы воздействуют на весь персонал в течение рабочей смены.

Проектируемая система автоматизации должна обеспечивать максимально возможную защиту от вредных, опасных и аварийных факторов, как технологического оборудования, так и средств автоматизации.

Основное внимание в проекте уделено защите от аварийных факторов, так как именно ими наносится наибольший ущерб. Для обеспечения нормального протекания технологического процесса и безопасности работы оборудования предусмотрен контроль нижеперечисленных параметров и сигнализация достижения ими аварийных значений:

1. Высокое давление газа в газопроводе, подающем топливный газ для сушки песка.
2. Низкое давление газа в газопроводе, подающем топливный газ для сушки песка.
3. Погасание или отрыв пламени в топке сушильного барабана песка.
4. Низкое давление воздуха на выходе вентилятора, подающего воздух в топку сушильного барабана для горения.
5. Высокое давление воздуха на выходе вентилятора, подающего воздух в топку сушильного барабана для горения.
6. Низкое давление воздуха на выходе вентилятора, подающего воздух для сушки песка в камеру смешения сушильного барабана.
7. Высокое давление воздуха на выходе вентилятора, подающего воздух для сушки песка в камеру смешения сушильного барабана.
8. Низкое давление воздуха на выходе вытяжного вентилятора, отводящего дымовые газы из сушильного барабана.
9. Высокое давление воздуха на выходе вытяжного вентилятора, отводящего дымовые газы из сушильного барабана .
10. Провисание ленты транспортера.
11. Обрыв ленты транспортера.
12. Останов элеватора.
13. Переполнение расходного силоса песка.
14. Переполнение расходного силоса соды.
15. Переполнение расходного силоса мела.
16. Переполнение расходного силоса доломитовой муки.
17. Переполнение расходного силоса полевого шпата.
18. Переполнение расходного силоса селитры.
19. Переполнение расходного силоса содо-сульфатной смеси.
20. Переполнение расходного силоса стеклобоя.
21. Переполнение бункера запаса шихты.
22. Переполнение бункера над загрузчиком №1.
23. Переполнение бункера над загрузчиком №2.
24. Переполнение бункера над загрузчиком №3.
25. Низкое давление воздуха на выходе вентилятора, подающего соду в расходный силос.
26. Высокое давление воздуха на выходе вентилятора, подающего соду в расходный силос.
27. Низкое давление воздуха на выходе вентилятора, подающего мел в расходный силос.
28. Высокое давление воздуха на выходе вентилятора, подающего мел в расходный силос.
29. Низкое давление воздуха на выходе вентилятора, подающего доломитовую муку в расходный силос.
30. Высокое давление воздуха на выходе вентилятора, подающего доломитовую муку в расходный силос.
31. Низкое давление воздуха на выходе вентилятора, подающего полевой шпат в расходный силос.
32. Высокое давление воздуха на выходе вентилятора, подающего полевой шпат в расходный силос.
33. Низкое давление воздуха на выходе вентилятора, подающего селитру в расходный силос.
34. Высокое давление воздуха на выходе вентилятора, подающего селитру в расходный силос.
35. Низкое давление воздуха на выходе вентилятора, подающего содо-сульфатную смесь в расходный силос.
36. Высокое давление воздуха на выходе вентилятора, подающего содо-сульфатную смесь в расходный силос.

При достижении некоторыми из этих параметров своих аварийных значений должна срабатывать система автоматической блокировки.

Автоматические операции, происходящие при аварийном останове:

Закрытие:

* Входного отсекателя линии подачи топливного газа в топку сушильного барабана песка;
* Входного отсекателя линии подачи воздуха в топку сушильного барабана песка;
* Входного отсекателя линии подачи воздуха в камеру смешивания сушильного барабана песка;
* Входного отсекателя линии отвода дымовых газов из сушильного барабана;

Останавливаются:

* Вентилятор подачи воздуха в топку сушильного барабана песка;
* Вентилятор подачи воздуха в камеру смешивания сушильного барабана песка;
* Вентилятор отвода дымовых газов из сушильного барабана;
* Транспортеры;
* Элеваторы.

Прекращается выгрузка песка, соды, стеклобоя и прочих компонентов шихты в дозаторы, загрузка в сушильный барабан, расходные силосы, смеситель, бункер запаса шихты и бункеры над загрузчиками.

Эксплуатация электроприборов системы автоматизации несёт с собой возможность электропоражения персонала, короткого замыкания с последующим возгоранием. Для защиты от этого применён ряд конструктивных и организационных мер. Все приборы, щиты, пульты имеют защитное заземление. Значительная часть системы питается постоянным электрическим током с напряжением 24В, что в значительной мере уменьшает угрозу электропоражения. Для предотвращения коротких замыканий электромонтажные работы должны проводится в соответствии со специальными правилами и инструкциями. Для устранения последствий короткого замыкания все приборы, расположенные на щите, подключаются к цепи питания через щитовой автоматический выключатель (SF1). Доступ внутрь щита для обслуживания аппаратуры осуществляется через дверь, открываемую специальным ключом. Для предотвращения возгорания трансформатора, низковольтной части системы в цепь вторичной обмотки включён отдельный автоматический выключатель (SF2). Помещения аппаратной и операторной оборудуются датчиками пожарной сигнализации. При обнаружении возгорания производится подача предупредительного сигнала на пульт пожарной охраны предприятия.

На целый ряд факторов технически трудно или невозможно разработать автоматическую защиту. К их числу относятся: шум и вибрация от работающих насосов, наличие нагретых поверхностей, необходимость работы персонала на большой высоте. Наличие этих факторов объясняется особенностями технологического процесса оборудования и обеспечение защиты от них должно осуществляться проектировщиками аппаратов, машин и механизмов, применяемых в стекольной промышленности.

**4.4 Обеспечение экологической безопасности**

Благодаря техническим, санитарно-техническим и технологическим мероприятиям можно значительно сократить вред, наносимый окружающей среде. К таким мероприятиям можно отнести автоматизацию производственных процессов, организацию технологии, исключающей образование пыли, герметизацию оборудования, применение закрытых шнековых устройств, герметичного размольного оборудования (вибромельниц), замену механического транспорта сыпучих материалов пневмотранспортом, увлажнение (гидрообеспыливание) пылящего материала, установку вентиляционных устройств у оборудования, выделяющего пыль, и у пыльных участков цехов, правильную эксплуатацию санитарно-технических установок, систематическую проверку содержания пыли в воздухе рабочих помещений, очистку запыленного воздуха перед выбросом в атмосферу.

Как упоминалось ранее, наибольшую опасность для здоровья людей, находящихся в составном цеху, представляет запыленность. Поэтому применяется комплекс мер по снижению влияния данного вредного фактора. В настоящее время наиболее распространенными средствами борьбы с запыленностью является герметизация оборудования и вентиляция.

Герметизация оборудования заключается в применении защитных герметических кожухов и уплотняющих прокладок между составными частями машин. Защитными кожухами покрывают элеваторы; шнековые устройства, шаровые мельницы, бураты, вибросита, сита-трясучки.

При герметизации оборудования особое внимание обращают на тщательность уплотнения стыков отдельных частей тех машин, внутри которых при переработке сырья образуется повышенное давление (молотковые дробилки, шаровые мельницы, дезинтеграторы и др.).

В составных цехах применяются местные вентиляционные устройства, отсасывающие пыль от отдельных машин и аппаратов.

Одним из действенных способов, предотвращающих образование и проникание пыли в производственные помещения, является пневматическое транспортирование сыпучих материалов, которое имеет целый ряд преимуществ перед механическим транспортированием (ленточные конвейеры, элеваторы, шнеки, электропогрузчики, электрокары, тельферы и др.). Преимущество пневмотранспорта — в высокой производительности, полной герметизации транспортируемого материала от внешней среды, благодаря чему предотвращается загрязнение атмосферы; безопасности обслуживания из-за отсутствия механических приводов и движущихся частей; отсутствия потерь материала от распыления; простоте установки и управления; возможности транспортировки материала в малогабаритных помещениях; возможности полной автоматизации всего технологического процесса.

Экологически опасным фактором, создаваемым самой системой автоматизации, является возможность возгорания изоляции электропроводок с выбросом в атмосферу вредных продуктов её горения. Эта ситуация предотвращается защитой от короткого замыкания (см. п.4.3).

При монтаже системы автоматизации возникают различного рода отходы. Ряд из них (обрезки стальных, медных, алюминиевых труб) являются экологически безопасными и представляют немалую ценность как вторичное сырье. Другие отходы – упаковки приборов, обрезки полиэтиленовых труб, проводов в ПВХ изоляции являются экологически опасными в плане загрязнения окружающей среды в случае возгорания. Поэтому эти два вида отходов должны собираться в малогабаритные контейнеры на рабочих местах отдельно друг от друга и утилизироваться соответствующим образом.

Для предупреждения отравления вредными веществами (соединений мышьяка, селена и пр.), работы с ними выполняют в отдельных, изолированных, помещениях с эффективной вентиляцией, механизированным и обеспыленным технологическим процессом. Воздух, отсасываемый из вытяжных шкафов очищается в фильтрах.

Немаловажным экологическим фактором является шум и вибрация в составном цехе. Существует несколько способов борьбы с ними. Основным условием, снижающим влияние данного фактора, является исключение причин его образования. Значительно уменьшается шум при закрытии приводов машин звукоизолирующими кожухами, своевременной смазкой трущихся узлов и деталей, использованием менее шумных пневматических схем механизмов.

Для уменьшения шума и вибрации, создаваемых вентиляторами, под рамы вентиляторов укладывают резиновые прокладки, которые являются хорошими виброгасителями для машин с большой частотой вращения (2000—3000об/мин). В машинах с меньшей частотой вращения применяют пружинные или резиновые амортизаторы.

Если невозможно устранить причины возникновения шума в самой конструкции агрегата, проводят мероприятия, препятствующие распространению шума.

Для поглощения вибрации, создаваемой мощными вентиляторами, электромоторами, их устанавливают на отдельных фундаментах, виброизолированных от пола, стен и прочих конструкций зданий.

В шумных производственных помещениях относительно небольшого объема (400—500 м3) облицовывают потолок и часть стен (не менее 50% их поверхности) звукоизолирующими материалами, например акустической штукатуркой, акустическими пористыми плитами, перфорированными конструкциями. Встекольном производстве такую облицовку применяют в вентиляционных помещениях машинно-ванных и составных цехов.

Если по условиям эксплуатации агрегаты, издающие при работе шум, не могут быть звукоизолированы, то применяют индивидуальные средства защиты от шума: звукоизолированные кабины и противошумы или антифоны.

Еще одним немаловажным фактором, который необходимо принять во внимание, это значительное количество отходов в виде упаковок оборудования, обрезков проводов, алюминиевых, медных, стальных и пластиковых труб, которое остается при монтаже системы автоматизации.

Тепловыделение от приборов системы автоматизации не превышает сотых долей процента от тепловыделения технологического оборудования и по этой причине может не учитываться.

**4.5 Повышение устойчивости функционирования**

Система управления процессом подготовки шихты, как и любая техническая система подвержена отказам. В зависимости от конкретного места отказа различаются последствия последнего.

При отказе системы автоматического регулирования нарушаются контролируемые ею параметры технологического режима. Управление оборудованием полностью восстанавливается при переходе на ручной режим.

При сбое в электропитании системы автоматизации полностью выключаются все приборы и средства автоматизации. Обеспечивается безопасный останов технологического процесса, благодаря соответствующему выбору нормально открытых и нормально закрытых регулирующих и запорных органов на трубопроводах подачи сырья и энергоносителей.

Повышению устойчивости функционирования способствует ограничение типов используемой аппаратуры. Такое решение упрощает техническое обслуживание, ремонт аппаратуры, сокращает число допускаемых при этом ошибок и уменьшает потребность в разнотипных запасных комплектах приборов.

При возникновении чрезвычайных ситуаций обеспечить полную сохранность системы автоматизации невозможно из-за большого объёма и разбросанности аппаратуры. Это не так опасно, поскольку стоимость системы автоматизации относительно невелика по сравнению со стоимостью технологического оборудования.

## 4.6 Расчет подпорной вентиляции для помещения КИП и автоматики

Вентиляция как защита применяется для конкретного помещения как напорная с ручным и автоматическим пуском (например, при срабатывании конечных выключателей при открытии или закрытии дверей, или по сигналу от датчика предельной концентрации).

Рассчитаем мощность вентилятора для помещения КИП и автоматики.

Строительный объем помещения  равен: ,

Где – длина помещения операторской (м), (м),

– его ширина (м), (м)

– высота (м), (м)

 (м3)

Зная объем помещения, рассчитаем мощность вентилятора:



где  – объем воздухообмена (м3/ч), .

Принимаем  – кратность вентиляции, которая показывает, сколько раз происходит полная замена воздуха в помещении в течение часа.

Тогда  (м3/ч).

 – напор вентиляции, для расчета допустимо применять (Па).

 – потери воздуха на всасывающих трубопроводах,  для воздуховодов менее 10м.

 – для центробежных вентиляторов.

Отсюда  (Вт).

Рассчитаем мощность электродвигателя для данного вентилятора :

,

Принимаем **,**

 – компенсация потерь мощности на нагрев электродвигателя, падение КПД и увеличение сопротивления из-за старения двигателя. Для вентиляторов, мощность которых не превышает 5кВт, принимают .

Следовательно, (Вт).

В результате получили, (Вт), (Вт).

Принимаем электродвигатель мощностью 150 Вт герметичного пылезащищенного исполнения. Кроме того, в условиях высокой запыленности составных цехов, требуется очищать нагнетаемый воздух от пыли. Для этого на всасывающей стороне устанавливают фильтры для очистки воздуха. Например, фильтр, имеющий следующие параметры:

* габаритные размеры 514/514/58 мм;
* производительность 1540м3/ч;
* удельная воздушная нагрузка 7000 м3/см2;
* начальное сопротивление 5кгс/см2;
* пылеемкость 2300г/м2.

**4.7 Заключение**

Составной цех подготовки шихты в производстве стекла является довольно вредным производством, с наличием большого числа вредных, опасных, аварийных, экологически опасных факторов. Поэтому вопросам обеспечения безопасности должно уделяться самое пристальное внимание на всех этапах проектирования технологического оборудования, системы автоматизации, при монтаже и эксплуатации системы.

Комплексным применением всех технических, технологических, конструктивных и санитарно-технических мероприятий в составных цехах достигают повышения уровня технической, пожарной и экологической безопасности, повышения устойчивости функционирования оборудования, в том числе и в период чрезвычайных ситуаций.

**5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

## 5.1 Введение

В России, как и в других промышленных государствах, стекольную промышленность причисляют к малым отраслям производства. Но все же стекольная промышленность занимает ключевую позицию, так как стекло в качестве заводского материала часто является необходимой основой для готового изделия или целой системы. Стекольная промышленность по условиям поставок тесно связана с другими отраслями промышленности.

По сравнению с другими промышленными отраслями, стекольная индустрия относится к тем областям, в которых создание материала включает его формование и обработку. Во многих других отраслях промышленности на первом плане находится или создание нового материала (например, в химической промышленности), или преобразование основы материала (например, в машиностроении). Выполняя такую двойную функцию, стекольная промышленность имеетогромное количество задач в области разработок и научных исследований.

Процессы оптимизации производства стекла происходят в той сфере, которая связана с множеством других областей, таких как энергетика (применение вторичного сырья – стеклобоя, использование тепла отходящих газов – рекуперация тепла, экология – очистка воздуха и отработанных газов и экономика производства снижение производственных затрат), что позволяет более комплексно использовать все меры для улучшения технологических процессов.

Растущую комплексность в производстве стекла можно преодолеть путем эффективного расширения применения измерительной техники, автоматического регулирования. В настоящее время большое количество стекловаренных печей приводится в действие посредством систем управления, и автоматизация технологических процессов охватывает все сферы производства стекла.

В связи с этим модернизация производства стекла и его автоматизация являются на сегодняшний день необходимым этапом развития стекольной промышленности в России.

Кроме того, надо заметить, что производство стекла и стеклянных изделий (например, тара, посуда и т.д.), как правило, рентабельно, быстро окупаемо и, следовательно, экономически выгодно, т.к. стекло как товар не имеет срока годности.

Можно сделать вывод, что стекольная промышленность является одной из наиболее перспективных отраслей промышленности. Однако в России данная ветвь производства нуждается в дальнейшем развитии.

## 5.2 Исходные данные для расчёта эффективности инвестиционного проекта

Смета затрат является закрытой финансовой информацией ООО ПКФ «Астраханьстекло», поэтому в дипломном проекте смета затрат приводится приближенно.

###

### 5.2.1 Смета затрат:

Для эффективности инвестиционного проекта нет необходимости приводить полную смету затрат, достаточно определить изменяющиеся при внедрении новой системы автоматизации статьи затрат, которые, по существу, и определяют эффективность инвестиционного проекта.

Для составного цеха такими статьями являются:

1) затраты на газ:

* годовой расход газа – 965790,00 м3;
* цена за 103 м3– 1000 руб;
* общие затраты на газ – 965790,00 руб.

2) затраты на электроэнергию, потребляемую приборами КИП:

* номинальная потребляемая мощность – 1,30 кВт;
* общее время работы установки в год – 157680 часов;
* общий расход электроэнергии в год – 8560,00 кВт;
* цена за 1 кВт⋅ч – 1,1 руб;
* общие затраты на электроэнергию – 9416,00 руб.

Все остальные статьи сметы затрат, в том числе затраты на заработную плату, отчисления в различные бюджетные и внебюджетные фонды, транспортные расходы не изменятся, что будет показано в последующих разделах технико-экономического обоснования внедрения новой системы автоматического управления процесса подготовки шихты.

###

### 5.2.2 Стоимость приборов и средств автоматизации по оптовым ценам приобретения

В связи с тем, что внедряемая система автоматизации использует большое количество технических средств автоматизации от существующей системы, в том числе все исполнительные механизмы, перечень вновь приобретаемых приборов и средств автоматизации сравнительно невелик.

Таблица 5.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Цена |
| 1 | Контроллер Octagon 6440 | 39650,00 |
| 2 | Измеритель влажности  | 11230,00 |
| 3 | Концентратомер | 10150,00 |
| 4 | Расходомер  | 13200,00 |
| 5 | Манометр | 12276,00 |
| 6 | Реле давления РПД-М | 1250,00 |
| 7 | Термопара МЕТРАН ТХК-802 | 740,00 |
| 8 | Блок питания 4БП-36 | 2050,00 |
| 9 | Электрический кабель | 13,00 |
| 10 | Рабочая станция MITAC W-120 | 20500 |

## 5.3 Расчёт эффективности инвестиционного проекта

###

### 5.3.1 Расчёт объёма инвестиций

Общий объём инвестиций включает в себя затраты на приобретение приборов и затраты, связанные с монтажом приборов.

Затраты на приобретение приборов и средств автоматизации складываются из стоимости приборов по ценам приобретения у организаций-поставщиков. В зависимости от количества приборов рассчитывается общая стоимость приборов.

Таблица 5.2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Кол-во | Цена | Сумма |
| 1 | Контроллер OCTOGON 6440 | 1 | 39000,00 | 39000,00 |
| 2 | Измеритель влажности | 2 | 6740,00 | 13480,00 |
| 3 | Концентратомер | 1 | 10050,00 | 10050,00 |
| 4 | Расходомер  | 1 | 13200,00 | 13200,00 |
| 5 | Манометр | 1 | 12496,00 | 12496,00 |
| 6 | Реле давления РД | 4 | 1250,00 | 5000,00 |
| 7 | Термопара МЕТРАН ТХК-252 | 1 | 740,00 | 740,00 |
| 8 | Блок питания 4БП-36 | 6 | 2050,00 | 12300,00 |
| 9 | Электрический кабель | 300 | 13,00 | 3900,00 |
| 10 | Рабочая станция MITAC W-120 | 1 | 20500 | 20500 |

Всего затрат на приобретение приборов Зпр = 140726,00 руб.

Затраты, связанные с монтажом приборов, включают в себя расходы на транспортировку, складирование, приобретение монтажных материалов и изделий, оплату труда монтажников и другие расходы, связанные с внедрением новой автоматической системы управления процессом подготовки шихты вычислены укрупнённо по процентным нормативам.

Таблица 5.3

| Расходы | Норматив % | Сумма, руб. |
| --- | --- | --- |
| Транспортные расходы Зтр. | 5 | 7036,30 |
| Расходы на монтаж оборудования Змонт. | 7 | 9850,82 |
| Итого Зрасх, руб. | 12 | 16887,12 |

Общий объём инвестиций по проекту Зпр + Зрасх = 157613,12 руб.

###

### 5.3.2 Расчёт изменения текущих затрат

При внедрении автоматической системы управления процессом подготовки шихты повышается качество регулирования всех параметров, режим работы установки оптимизируется, что приводит к снижению количества брака на 3% и экономии топливного газа, расходуемого на поддержание заданной температуры в сушильном барабане. Сокращаются затраты на текущий ремонт и содержание приборов и средств автоматизации. Затраты предприятия по заработной плате и отчислениям на социальное страхование не изменяются, так как не происходит изменения штатного состава персонала цеха. Затраты на электроэнергию увеличиваются.

Расчет изменения текущих затрат на газ.

Так как при внедрении проектируемой системы управления наблюдается экономия газа, экономия денежных средств за год работы рассчитывается следующим образом.

Таблица 5.4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатели | До внедрения | После внедрения |
| Годовой расход газа м3 | 965790,00 | 886950,00 |
| Цена 103 м3 газа | 1000,00 | 1000,00 |
| Затраты на газ | 965790,00 | 886950,00 |

Экономия по газу за год Эгаз= 78840,00 руб.

Расчёт изменения текущих затрат на электроэнергию, потребляемую приборами и средствами автоматизации.

Затраты на электроэнергию зависят от мощности, потребляемой приборами и средствами автоматизации, установленными на щите и по месту и цены приобретаемой электроэнергии за 1 кВт⋅ч.

Таблица 5.7

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатели | До внедрения | После внедрения |
| Мощность приборов кВт | 1,30 | 1,90 |
| Цена за 1 кВт\*ч | 1,10 | 1,10 |
| Общий расход на электроэнергию в год, кВт | 8560,00 | 12510,00 |
| Затраты на электроэнергию, руб. | 9416,00 | 13761 |

Затраты на электроэнергию, потребляемую приборами и средствами автоматизации возросли на 4345,00 руб. в год.

Расчёт изменения текущих затрат на содержание и эксплуатацию оборудования.

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования включают в себя амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт.

Норма амортизационных отчислений устанавливается в размере 10% от стоимости всех приборов и средств автоматизации. Затраты на текущий ремонт составляют 5% от стоимости всех приборов и средств автоматизации.

Таблица 5.8

|  |  |
| --- | --- |
| Статьи расходов | Увеличение расходов |
| Амортизация приборов за год, руб. | 14072,60 |
| Затраты на текущий ремонт в год, руб. | 7036,30 |

С учетом того, что повысилось качество производимой продукции, т.е. количество брака снизилось на 2%, общая экономия процесса подготовки шихты за год составляет 134731,10 руб.

### 5.3.3 Расчёт показателей эффективности инвестиционного проекта

Эффективность инвестиционного проекта оценивается рядом аналитических коэффициентов:

* чистый дисконтированный доход NPV;
* индекс рентабельности инвестиций PI;
* коэффициент эффективности инвестиций ARR;
* срок окупаемости инвестиций PP.

Чистый дисконтированный доход рассчитывается по формуле:

,

где РК – чистые денежные поступления за год;

r – ставка банковского процента;

n – количество лет;

IC – объём инвестиций.

Индекс рентабельности инвестиций рассчитывается по формуле:

.

Коэффициент эффективности инвестиций рассчитывается по формуле:

,

где Rn – среднегодовая чистая прибыль.

Срок окупаемости инвестиций

.

Ставка банковского процента за кредит r = 0, так как проект предполагается осуществить на собственные средства предприятия.

Количество лет определяется нормативным сроком службы приборов и средств автоматизации. Согласно заводским документам, срок службы приборов и средств автоматизации составляет в среднем 10 лет.

Таблица 5.9

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | За 1 год |
| Экономия за год, руб. | 134731,10 |
| Амортизация, руб. | 14072,60 |
| Налогооблагаемая прибыль, руб. | 120658,50 |
| Налог, руб. | 28958,04 |
| Чистая прибыль, руб. | 91700,46 |
| Чистые денежные поступления, руб. | 105773,06 |

Тогда налогооблагаемая прибыль составит:

ПНО.= 134731,10– 14072,60= 120658,50 руб.

Чистая прибыль с вычетом 24 % налога:

ПЧН = 0,24⋅120658,50 = 28958,04 руб.

ПЧ = 120658,50– 28958,04= 91700,46 руб.

Чистые денежные поступления:

Рk = ПЧ + АЧ = 91700,46+ 14072,60= 105773,06 руб.

Чистый дисконтированный доход NPV = 900117,48 руб. за 10 лет нормативного срока службы приборов. NPV > 0, следовательно, проект прибыльный.

Индекс рентабельности инвестиций PI = 6,71, что является хорошим показателем. PI > 1, следовательно, проект рентабельный.

Коэффициент эффективности инвестиций ARR = 1,34218598

Срок окупаемости инвестиций РР = 1,490106 года ≈1,5 года.

**5.4 Заключение**

В данном разделе был приведён расчёт требуемого объёма инвестиций для внедрения автоматизированной системы управления подготовки шихты на ООО ПКФ «Астраханьстекло».

При этом установлено, что инвестиционный проект может приносить значительную прибыль и является экономически выгодным и эффективным. Срок окупаемости проекта составляет примерно 2 года.

Кроме сокращения затрат на газ, роста прибыли за счет снижения количества брака, внедрение проектируемой системы управления на производстве приведёт к следующим положительным результатам.

Качество производимой тары значительно повысится. Теперь возмущающее воздействие, которое существующей на производстве системой не учитывается вовсе, в предлагаемой системе автоматизации будет компенсироваться по своему каналу. Это, в свою очередь, приведёт к повышению качества процесса подготовки шихты и предотвращению значительных финансовых потерь.

В результате внедрения новой автоматизированной системы управления технологическим процессом объект будет подготовлен к работе в составе автоматизированной системы управления предприятием. При реализации этого варианта проект может дать ещё более значительный экономический эффект за счёт выбора оптимального режима работы всего цеха и предприятия в целом.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Целью данного дипломного проекта являлась разработка автоматизированной системы управления процессом подготовки шихты в производстве стекла на предприятии ООО ПКФ «Астраханьстекло».

В результате анализа проектируемой системы была показана целесообразность её внедрения. В частности установлено, что инвестиционный проект может приносить значительную прибыль и является экономически выгодным и эффективным.

В проекте были внедрены качественные системы регулирования, в результате чего изменилось качество переходных процессов, снизилось максимальное динамическое отклонение параметров процесса.

Использование более доступных отечественных средств автоматизации значительно повысит ремонтопригодность системы.

В результате внедрения проектируемой автоматической системы управления в составном цехе, он будет подготовлен к работе в составе автоматизированной системы управления предприятием. При реализации этого варианта проект может дать ещё более значительный экономический эффект за счёт выбора оптимального режима работы всей установки и предприятия в целом.

В разрабатываемой системе автоматизации применён ряд конструктивных решений, разработаны технические и организационные мероприятия и предложения, применение которых позволит повысить уровень технической, пожарной и экологической безопасности, повысить устойчивость функционирования оборудования, в том числе в период чрезвычайных ситуаций.

**7. СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ**

* + 1. Автоматизация технологических процессов пищевых производств/под ред. Е.Б. Карпина – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985.
		2. Александров К.К., Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
		3. Базлов В.Н., Лысак Г.Н., Полуторонова Т.И. Охрана труда и инженерная защита окружающей среды. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.
		4. Гуров А.М., Починкин С.М. Автоматизация технологических процессов. – М.: Высшая школа, 1989.
		5. Долин Л.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
		6. Емельянов А.И., Капник О.В. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие по содержанию и оформлению проектов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
		7. Зубанов В.А., Чугунов Е.А., Юдин И.А. Механическое оборудование стекольных и ситалловых заводов. – М.: Машиностроение, 1984.
		8. Ковалев В.В. Финансовый анализ. – М.: Высшая школа, 1996.
		9. Колан С. Ф. Основы организации и управления производством. М., Астпресс, 1997.
		10. Курсовое и дипломное проектирование по автоматизации производственных процессов: Учеб. пособие для вузов. / Под ред. И.К. Петрова. – М.: Высшая школа, 1986.
		11. Методические указания для дипломного проектирования по выполнению раздела «Безопасность и экологичность проекта» для специальности 210200 / АГТУ, кафедра безопасности жизнедеятельности. – Астрахань, - 1999.
		12. Низовой В.Г. Охрана труда на предприятиях стекольной промышленности. – М.: Машиностроение, 1974.
		13. Номенклатурный каталог ПГ Метран, 1998.
		14. Охрана окружающей среды/под ред. С.В. Белова – М.: Высшая школа, 1991.
		15. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник / В.Я. Баранов, Т.Х. Безновская, В.А. Бек и др.; Под общ. ред. Черенкова. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние. 1987.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

Оценка точности канала измерения

Сегодняшние требования к качеству работы систем автоматизации оказывают огромное влияние на производителей различного рода измерительных приборов. Заметно увеличились требования к точности данных приборов. Поэтому целесообразно провести оценку точности измерения какого–либо канала. В качестве токового выбираем канал измерения уровня в силосе песка.

Данные для расчета:

Относительная погрешность измерения уровня % 1.5

Относительная погрешность микроконтроллера% 0,1

Тогда погрешность комплекта определяется

 где:

- погрешность измерения уровня;

- погрешность микроконтроллера;

Причем;



 - дополнительная погрешность связанная с изменением температуры, влажности давления и т. д. В данном случае она равна нулю т.к. измерения проводятся в нормальных для данного прибора условиях.



Погрешность канала измерения равна



- методическая погрешность. В данном случае принимаем ее равной нулю;

- субъективная погрешность. В данном случае она равна нулю, т.к. отображение результатов измерения происходит на экране монитора в цифровом виде.

 - коэффициент зависящий от принимаемой достоверности измерения при *р=0,95* 

Тогда погрешность канала измерения равна



Таким образом погрешность канала измерения составила 1,65%, он вполне приемлем к требованиям для современных средств автоматизации.