Введение

По итогам 2020 года Казахстан экспортировал 68.5 млн тонн нефти в зарубежные страны, что составило 79.9% от 85.7 млн.

**Сначала производится обезвоживание и обессоливание нефти на специальных установках для выделения солей и других примесей, вызывающих коррозию аппаратуры, замедляющих крекинг и снижающих качество продуктов переработки. В нефти остаётся не более 3—4 мг/л солей и около 0,1 % воды. Затем**[**нефть**](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D1%84%D1%82%D1%8C)**поступает на первичную перегонку.**

Основной задачей автоматизации технологических процессов является повышение качества выполняемого процесса, усовершенствовании свойства  
выпускаемой продукции, экономии сырья и энергии.  
Создание средств измерения, контроля и управления оборудованием и  
техническими процессами характеризуется переходом от заключения личных,  
сравнительно несложных задач автоматизации к созданию на базе  
микропроцессорной техники, приборов с программным управлением,  
решающих трудные активные задачи контроля и управления при нагрузочных   
размерах перерабатываемой информации.

В дипломной работе изучены процессы и системы объекта управления, описаны особенности узла, значимые для проектирования автоматизированной системы управления.

Для достижения поставленной цели, были постановлены следующие задачи:

* Исследовать техническое задание на автоматизацию объекта;
* Сделать технико-коммерческое предписание по оборудованию;
* Подготовить техническую документацию;
* Разработать алгоритмы управления технологическими процессами и программное обеспечение функционирования системы.

Для реализации налаженности автоматизации предпочтен программно-технический комплекс: контроллер Simatic S7-1999999099900, средство его

программирования и конфигурирования Step777777777 и SCADA-пакет WinCC. В этих

пакетах разработаны программы управления ключевыми процессами,

протекающими на участке.

В дипломном проекте также рассмотрены вопросы охраны окружающей среды и охраны труда.

**12.04.2021**

**1 Техническое задание**

**1.1 Назначение и цели создания Системы**

Ключевой целью и предназначение системы является обеспечение безопасного и эффективного управления технологическим процессом (ТП) в реальном режиме времени. Система предназначена:

- для повышения устойчивости и качества автоматического регулирования, контроля и управления работой технологических объектов;

- для улучшения качества продукта и снижения воздействий на окружающую среду;

- для стабильной поддержки заданных режимов технологического процесса путем контроля значений технологических параметров, визуального представления и выдачи управляющих воздействий на ИМ, как в автоматическом режиме, так и в результате действий оператора-технолога;

- для устранения аварийных ситуаций на технологических объектах путем опроса подключенных к Системе датчиков в автоматическом режиме, анализа полученных показаний и переключения технологического процесса в безопасное состояние путем выдачи управляющих воздействий на ИМ в автоматическом режиме, или по инициативе оперативного персонала;

- для резервирования информации с целью последующего использования для анализа и формирования отчетной документации;

- для достижения высокого уровня стабильности режимов.

*Основными целями создания Системы управления являются:*

- стабилизация эксплуатационных показателей технологического оборудования и режимных параметров технологических процессов установки;

- предоставление возможности анализа критических ситуаций (нештатный останов и т.д.) и выявления причины их возникновения;

- обеспечение устойчивости функционирования объекта;

- улучшение условий работы в объекте для технологического и обслуживающего персонала.

**13.04.2021**

1.2 Характеристика объекта автоматизации

Установка цеха НПЗ предназначена для переработки нефти в бензин, авиационный керосин, мазут, дизельное топливо, смазочные масла, смазки, битумы, нефтяной кокс, сырьё для нефтехимии.

Объектами автоматизации являются:

1. Насосы Н-1, Н-2, Н-3, с установленными на них датчиками температуры подшипников, сигнализаторов наличия перекачиваемой жидкости;

2. Конденсатные баки Е-1, Е-2, с установленными на них уровнемерами и датчиками температуры парового конденсата;

3. Трубопроводы подачи парового конденсата, на каждом установленные электроприводные задвижки, датчики температуры конденсата;

4. Трубопровод обратной подачи парового конденсата, с установленными на нем датчиками расхода и температуры и регулирующего клапана;

5. Трубопровод охлаждающей жидкости подшипников насосов, с установленными на нем датчиками расхода и температуры;

Большая часть оборудования будет размещена внутри помещений и эксплуатироваться при температуре окружающей среды от 0 до плюс 40 °С.

Возможно аварийное снижение температуры в помещениях до минус 40 °С.

Оборудование, размещаемое снаружи помещений, должно работать при

температурах в полном диапазоне от минус 40 до плюс 50 °С.

**1.3 Требования к Системе**

**1.3.1 Требования к Системе в целом**

Система управления должна состоять из распределенной системы управления (РСУ) и автоматической системы противоаварийной защиты (ПАЗ). Целью и назначением систем является обеспечение безопасного и эффективного управления ТП в реальном масштабе времени. Программно-технические средства, входящие в Систему, должны иметь сертификаты соответствия, выданные органами технического урегулирования РК, а также в установленных случаях другими лицензирующими органами РК.

Связь между оборудованием нижнего и среднего уровней должна осуществляться при помощи проводных связей, посредством цифровых и унифицированных аналоговых, дискретных электрических сигналов.

Между средним и верхним уровнем должен осуществляться при помощи резервированных специализированных промышленных компьютерных сетей. Должна быть предусмотрена проводка резервированных оптоволоконных кабелей и кабелей типа «витая пара» категории не ниже «5е».

Структура РСУ и ПАЗ должна быть предусмотрена такой, чтобы исключить наличие узлов, отказ которых приведет к отказу РСУ и ПАЗ в целом. Для обеспечения минимальной вероятности отказов должно быть предусмотрено резервирование ответственных элементов и сетей системы. В системе должна быть предусмотрена сохранность информации:

- при нештатных технологических ситуациях, выходе из строя компонентов системы и нештатном отключении электропитания;

- сохранение системной конфигурации, прикладного программного обеспечения (ПО), трендов и журналов событий в случае выхода из строя компонентов системы, нештатного отключения электропитания либо некорректных действий технологического персонала.

**1.3.2 Требования к структуре и функционированию Системы**

**1.3.2.1 Требования к уровням иерархии Системы**

Система должна иметь трехуровневую структуру:

- нижний уровень – уровень размещения контрольно-измерительных приборов (КИП) и ИМ – включает в себя полевое оборудование, установленное на технологических трубопроводах и аппаратах;

- средний уровень – уровень сбора информации с нижнего уровня, выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы, устройства приема/передачи данных на верхний уровень и должен включать в себя:

a) кроссовые шкафы;

b) шкафы автоматизации.

- верхний уровень – уровень, включающий серверный шкаф, АРМы:

a) АРМ старшего оператора;

b) два АРМ оператора-технолога;

c) АРМ машиниста насосного оборудования;

d) АРМ машиниста компрессорной;

e) АРМ начальника установки;

f) АРМ инженера РСУ и ПАЗ;

g) АРМ инженера КИП;

h) АРМ панелей визуализации.

На данном уровне обеспечивается доступ к технологической информации для обслуживающего, технологического персонала, инженернотехнических работников и административно-управленческого персонала.

Структурная схема комплекса представлена в приложении А.

1.3.2.2 Требования к способам и средствам связи для информационного обмена между компонентами Системы

Обмен данными между оборудованием среднего и верхнего уровней должен осуществляться при помощи резервированных специализированных промышленных компьютерных сетей высокой производительности. Физической средой передачи данных должен являться кабель «экранированная витая пара» категории 5е либо оптоволоконный кабель с применением специализированного сетевого оборудования.

1.3.2.3 Требования к режимам функционирования Системы

Система должна обеспечивать непрерывную работу объекта в штатном режиме. При появлении нештатных ситуаций в Системе должны быть реализованы алгоритмы на перевод оборудования в безопасное состояние.

Режимы функционирования Системы:

- режим запуска Системы, во время которого осуществляется отладка, диагностика, комплексное опробование программно-технических средств, ввод Системы в режим опытной и промышленной эксплуатации;

- штатный режим, во время которого реализуются все автоматизируемые функции в полном объеме;

- нештатный режим, при котором отдельные компоненты полностью или частично прекращают свое выполнение в связи с отказами ПТС Системы;

- сервисный режим, во время которого обеспечивается проведение регламентных работ по ТО, изменению в процессе эксплуатации уставок сигнализации, блокировок и коэффициентов контуров регулирования Системы.

1.3.2.4 Перспективы развития и модернизации Системы

Система должна обеспечивать возможность подключения дополнительных контроллеров, модулей, преобразователей, барьеров искрозащиты и других компонентов в объеме до 20 % от использованных.

Во всех шкафах и панелях, шасси контроллеров необходимо предусматривать не менее 20 % свободного места для размещения оборудования. Должна обеспечиваться возможность по наращиванию Системы путем непосредственного дополнения, а не изменения, технических средств и минимального изменения ПО и конфигурации Системы.

1.3.3 Требования по сохранности информации при авариях

Возможные основные ситуации, приводящие к потере информации имеры, обеспечивающие ее сохранность:

- для АРМ и серверов Системы должно быть предусмотрено периодическое резервное копирование данных на внешние накопители;

- энергонезависимая память контроллеров должна обеспечивать сохранение полной конфигурации и всех рабочих параметров без ограничения времени. Энергонезависимая память контроллеров не должна использовать сменные элементы питания (батарейки);

- полное обесточивание всей Системы. Работоспособность системы в данном случае должна поддерживаться за счет использования источников бесперебойного питания в течение не менее 60 мин;

- отказ канала связи. Вся информация в этом случае должна накапливаться в локальном буфере не менее чем 24 часа, оборудование должно функционировать самостоятельно, при восстановлении канала связи – накопленная информация должна передаваться для архивации в базу данных. Информация об аварийных ситуациях должна автоматически отображаться на дисплее АРМ, а также записываться и храниться в протоколах сообщений системы на устройствах внешней памяти. После восстановления работоспособности средств связи, обмен между контроллером и АРМ должен восстанавливаться автоматически с выдачей соответствующего сообщения на АРМ.

1.3.4 Требования к снабжению электроэнергией

Создаваемая Система производственного цикла подготовки сырья на НПЗ по обеспечению надежности электроснабжения относится к особой группе потребителей I категории электроснабжения. Электропитание Системы должно осуществляться от резервированных независимых источников бесперебойного питания (ИБП) промышленного исполнения, в комплекте с батареями. Система бесперебойного питания должна состоять из двух дублированных независимых ИБП промышленного исполнения с антикоррозийным покрытием элементов и сохранять электроснабжение Системы в течение не менее 60 мин в случае его отсутствия. Система бесперебойного питания должна быть оснащена внешним ручным байпасом.

Предусмотреть шкаф ШРП с комплектом коммутирующей аппаратуры достаточной для организации питания ИБП, резервированного питания каждого узла Системы. Электропитание шкафа ШРП осуществляется от двух индивидуальных 3-фазных вводов ~ 380 В, 50 Гц (подводящий кабель питания не входит в комплект поставки Системы). ИБП c батареями, шкаф ШРП расположить в помещении кроссовой здания операторной. Мощность ИБП выбирается с запасом 30 % от расчетной максимальной нагрузки. Электропитание АРМ начальника установки, АРМ машиниста компрессорной осуществить через напольные ИБП, обеспечивающие автономную работу при пропадании электроэнергии в течении 60 минут. Электропитание данных ИБП осуществить от существующей силовой розетки сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц. Электропитание оборудования нижнего уровня (датчики, преобразователи, электро-пневмопозиционеры и т.д.) выполнить от резервированных источников питания 24 В. Блоки питания 24 В дискретных входов «сухой контакт», соленоидов и контроллеров должны быть резервированными и раздельными друг от друга.

**1.4 Требования к задачам, выполняемым Системой**

Объем автоматизации определяется перечнем сигналов.Основные функции РСУ:

- сбор, обработка и отображение для технологического персонала текущих значений технологических параметров и состояния оборудования. Отображение технологического процесса должно быть организовано в виде мнемосхем, таблиц, экранных полей различного назначения в реальном масштабе времени;

- выдача управляющих воздействий на исполнительные механизмы и оборудование в соответствии с заданными алгоритмами управления и регулирования или по заданию оператора;

- формирование отчетов, автоматический учет сырьевых, продуктовых и вспомогательных потоков на границе установки;

- отображение для технологического персонала сигнализации о выходе технологических параметров за допустимые значения и об изменении состояния оборудования;

- накопление информации о значениях технологических параметров, о состоянии оборудования, сигнализации и действиях оператора в долговременной памяти за конфигурируемый промежуток времени;

- регистрация срабатывания и контроль над работоспособным состоянием средств ПАЗ;

- выдача необходимой информации в вышестоящую систему;

- возможность внесения изменений в конфигурацию системы в режиме «on-line» (без остановки процесса управления и без внесения возмущений в контуры управления и блокировки, не затрагиваемые

изменениями);

- возможность замены отказавшего оборудования и добавления новых узлов и плат без отключения питания;

- возможность синхронизации точного времени;

- цикл исполнения, установленный для каждого из алгоритмов управления, мониторинга и блокировки, должен быть фиксированным (не зависящим от размера программы). Система должна быть ориентирована на работу в жестком реальном времени, то есть на обеспечение выполнения всех заданных функций с заданной периодичностью и в заданный срок. ПАЗ должна обеспечивать защиту персонала, технологического оборудования и окружающей среды в случае возникновения нештатной ситуации, развитие которой может привести к аварии.Команды от ПАЗ должны иметь приоритетное действие наисполнительные механизмы по отношению к командам от РСУ. Информация о работе ПАЗ должна передаваться в РСУ и выводиться на экран на АРМ оператора, заноситься в память, протоколы ее работы должны распечатываться. Срабатывание блокировок должны регистрироваться с указанием времени.

Исполнение ПАЗ должно отвечать всем требованиям техники безопасности. Должны быть предусмотрены сервисные ключи (реализуемые программно) для замены, ремонта и поверки блокировочных датчиков. Для аналоговых модулей ввода/вывода должна быть обеспечена функция определения обрыва, замыкания линии и выхода параметра за пределы диапазона.

1.5 Требования к видам обеспечения

1.5.1 Требования к техническому обеспечению

1.5.1.1 Требования к техническим средствам нижнего уровня (к датчикам, приборам, вторичным приборам, исполнительным механизмам)

Технические средства полевой автоматики, устанавливаемые вне помещения, должны иметь пыле- и влагозащищенные корпуса. По степени конструктивной защищенности от внешних механических воздействий такие устройства должны иметь исполнение не ниже, чем IP 65 по ГОСТ 14254-96. Все электрические и электронные средства полевых систем автоматизации, размещаемые во взрывоопасных или пожароопасных зонах должны применяться только во взрывозащищенном исполнении. Передаваемые в Систему сигналы должны иметь следующие параметры:

- аналоговые: 4-20 мА, с HART-протоколом;

- цифровые: по протоколу Modbus RTU;

- дискретные сигналы типа «сухой контакт» или «открытый коллектор»;

- дискретные сигналы Namur;

- дискретные сигналы 24 В постоянного тока.

Передаваемые из Системы сигналы должны иметь следующие параметры:

- унифицированный аналоговый сигнал 4-20 мА (HART);

- дискретные сигналы постоянного тока 24 В;

- дискретные сигналы переменного тока 220 В.

1.5.1.2 Требования к техническим средствам среднего уровня

1.5.1.2.1 Требования к кроссовым шкафам

Подключение полевого оборудования к среднему уровню выполнить через кроссовые шкафы. Кроссовые шкафы расположить в помещении кроссовой здания операторной. Кроссовые шкафы должны соответствовать габаритным размерам 2000х800х800 мм (ВхШхГ). Ширина дверей шкафа не должна превышать 400 мм. Подвод кабелей к кроссовым шкафам должен осуществляться снизу.Экраны кабелей соединяются с системой заземления внутри шкафа. Концы входящих многожильных кабелей подключаются к входным клеммникам, компоновка которых разделяется по типам сигналов и цепей. Отдельно должны быть проложены: «искробезопасные» цепи, «неискробезопасные» цепи и цепи 220 В. Для подключения «неискробезопасных» сигналов и сигналов «220 В», приходящих с полевого уровня, должны быть предусмотрены клеммники с предохранителями. Каждый провод или кабель внутри шкафа прокладывается в закрытом крышкой перфорированном коробе из ПВХ. Все кабели, клеммники и зажимы должны быть промаркированы. Все клеммники должны быть винтового типа, предпочтительно одноуровневые. Для входных и выходных «искробезопасных» цепей клеммники должны быть с размыкателем (коммутационный ресурс для размыкателей должен быть рассчитан на весь период эксплуатации и составить не менее 1000 размыканий). Зажимы для подключения полевых КИП и оборудования должны быть винтового типа с сечением, соответствующим сечению подключаемых проводников и токовой нагрузке на соединение. Зажимы искробезопасных цепей должны быть светло-голубого цвета, азажимы цепей заземления – желто-зеленого цвета. Кроссовые шкафы должны содержать только клеммники. Размещение в кроссовых шкафах модулей ввода-вывода, промежуточных реле, барьеров, блоков питания и другого подобного оборудования не допускается. Распределение входных/выходных каналов по кроссовым шкафам должно выполняться согласно типу сигнала (аналоговые входы, аналоговые выходы, дискретные входы, дискретные выходы) и искрозащите (Exi или нет). Допускаются следующие конфигурации:

- отдельный кроссовый шкаф под аналоговые входы-выходы, отдельный шкаф под дискретные входы-выходы;

- одна сторона шкафа (двухстороннего доступа) аналоговая, другая - дискретная;

- одна сторона шкафа (двухстороннего доступа) под сигналы Exi, другая - Exd.

Клеммы расположить в кроссовом шкафу вертикальными рядами на DIN-рейках. При использовании кроссовых шкафов шириной 800 мм допускается не более двух вертикальных рядов. Прокладку «полевых» и системных кабелей внутри кроссовых шкафов предусмотреть в перфорированных пластиковых коробах. Предусмотреть не менее 20 % резерва смонтированного и не менее 20 % дополнительного резерва для будущего монтажа. В комплектацию системы включить аксессуары необходимые для обслуживания клемм (щупы, адаптеры для тестеров и т.п.).

1.5.1.2.2 Требования к техническому обеспечению РСУ и ПАЗ

Контроллеры с функциями автоматического управления (регулирования) технологическим процессом должны иметь:

- дублированные модули питания;

- дублированные модули центральных процессоров;

- дублированные модули передачи данных.

Загрузка каждого центрального процессора не должна превышать 50%. Контроллеры системы не должны останавливаться при любых возможных ошибках в прикладном ПО, выполненном стандартными средствами разработки данной системы. При обнаружении ошибки в одном из программных модулей, контуров или схем управления другие модули или схемы управления должны гарантированно оставаться в работе. При этом должны выдаваться информационные сообщения об обнаруженных отказах, неисправностях. Подключение входных/выходных дискретных сигналов должно производиться через промежуточные реле. Ввод/вывод в систему искробезопасных сигналов должен быть выполнен через барьеры искрозащиты. Каждый искробезопасный канал ввода-вывода должен быть индивидуально гальванически развязан от других каналов, от системных шин, интерфейсов и цепей питания. Для аналоговых модулей ввода/вывода должна быть обеспечена функция определения обрыва, замыкания линии и выхода параметра за пределы диапазона. РСУ должна обеспечивать возможность подключения систем управления, поставляемых в комплекте с технологическим оборудованием. Полученные по цифровым каналам данные должны обрабатываться системой так же, как и данные от модулей ввода/вывода. ПАЗ должна быть выполнена как выделенная отказоустойчивая система с аппаратным резервированием и наличием непрерывной самодиагностики, на базе контроллеров, сертифицированных на применение в системах защиты с уровнем полноты безопасности не ниже SIL2, с возможностью интегрирования в РСУ. Система должна обеспечивать полное сохранение функций безопасности в случае неисправности в системе или отказа отдельных блоков. Контроллеры системы ПАЗ должны иметь:

- дублированные модули питания;

- дублированные модули центральных процессоров;

- дублированные модули передачи данных.

Загрузка каждого центрального процессора не должна превышать 50 %. При необходимости, сигналы должны передаваться от ПАЗ в РСУ физическими контактами и по резервированной сети передачи данных. Ключи группового аварийного отключения технологического оборудования и технологических блоков должны быть физическими, располагаться на отдельном пульте возле АРМ оператора. Подключение входных/выходных дискретных сигналов должно производиться через промежуточные реле. Должен быть предусмотрен 20 % резерв каналов ввода-вывода и 20 % свободного места для возможной будущей установки дополнительных устройств (касается всего оборудования: модулей ввода/вывода, кроссовых и релейных шкафов, шкафов питания, сетевого оборудования). Замена модулей ввода/вывода должна производиться на работающем оборудовании без отключения питания и снижения надежности системы. Необходимо предусмотреть защиту от дребезга и электрических наводок на входные цепи.

1.5.1.3 Требования к техническим средствам верхнего уровня

Система должна иметь специальную выделенную станцию инженера РСУ и ПАЗ с которой будут выполняться все операции по обслуживанию и диагностике. АРМ инженера РСУ и ПАЗ должно быть оснащено четырьмя мониторами с антибликовым покрытием размером не менее 22 дюйма, расположенные в два яруса по горизонтали. Все оперативные и исторические данные РСУ и ПАЗ должны быть резервированы, т.е. храниться на резервированных носителях. Данные в резервированных носителях должны автоматически синхронизироваться. Должна быть обеспечена возможность создания образов жесткого диска любой станции и сервера специальными программами, входящими в объем поставки Системы. В составе Системы должна быть предусмотрена станция инженера КИП, предназначенная для конфигурирования и диагностики приборов и исполнительных механизмов, поддерживающих HART-протокол. АРМ инженера КИП должно представлять собой переносной компьютер (ноутбук) во взрывозащищенном исполнении, укомплектованный USB HART модемом.

1.5.1.4 Требования к техническим средствам передачи сигналов и данных

Обмен данными между контроллерами, серверами, станциями операторов и инженерными станциями должен выполняться по высокоскоростной резервированной линии связи со скоростью передачи не менее 1 Гбит/с. Построение резервированных каналов передачи данных должно исключать нарушение нормальной работы системы управления при единичном отказе любого сетевого оборудования или обрыве одного кабеля связи. Электропитание активного оборудования так же должно быть резервировано. Все активное сетевое оборудование должно быть промышленного исполнения (с улучшенным охлаждением). Система должна постоянно выполнять диагностику сетевого оборудования и при обнаружении неисправности формировать сообщение оператору и инженеру РСУ и ПАЗ. При информационном взаимодействии компонентов Системы, размещенных в различных локальных вычислительных сетях (ЛВС) (или ЛВС различного уровня) обязательно применение межсетевых экранов.

1.5.2 Требования к программному обеспечению

1.5.2.1 Требования к программному обеспечению РСУ и ПАЗ

Программирование контроллеров должно выполняться на стандартных языках программирования. Прикладное ПО РСУ должно соответствовать стандарту IEC 61131-3. Система должна иметь полный набор аппаратного и программного обеспечения для создания и редактирования аппаратной конфигурации и баз данных системы. При этом должна обеспечиваться возможность загрузки измененных или созданных программ в отдельные узлы при работе системы без нарушения ее работы. ПО системы управления должно обеспечивать выполнение следующих функций:

- отображение на мнемосхемах АРМ данных о состоянии технологического процесса и оборудования;

- вычисление переменных, масштабирование, арифметические операции, линеаризация (табличная или полиномами);

- управление контурами регулирования: ПИД-регулирование, каскадное ПИД-регулирование, регулирование соотношения, двухпозиционное регулирование, выполнение последовательности операций по алгоритму;

- функции и алгоритмы усовершенствованного управления процессом. Включение в работу вышеуказанных функций должно производиться путем конфигурации, т.е. внесения параметров в экранные формы, без программирования в текстовом виде или на «низком» уровне. Все переменные, получаемые по цифровым каналам, должны быть доступны в прикладных программах и алгоритмах РСУ. В состав ПО включаются все необходимые лицензии на количество конфигурируемых параметров + 20 % резерв. При программировании ПАЗ допускается использование только стандартных методов программирования (например, функциональные логические схемы или релейная многозвенная логическая схема). Программирование в мнемонических символах и на языке высокого уровня не допускается. Настройка уровней срабатывания сигнализации для аналоговых входов, настройка таймеров, конфигурирование нормально открытого/нормально закрытого режима для цифровых входов/выходов, должны осуществляться программно. В системе ПАЗ должны быть предусмотрены средства формирования выходных сигналов тревоги.

Сигналы тревоги ПАЗ должны охватывать отказ источников питания, неисправность центрального процессора и т.д. В РСУ должны передаваться только общие сигналы тревоги. В логических схемах реализация функций управления и защит должна быть выполнена на базе логических элементов. В ПАЗ должны формироваться выходные сигналы аварийного отключения электрооборудования, закрытия/открытия запорной и отсечной арматуры. После срабатывания блокировки и возврата параметра в нормальное состояние сброс отображения аварийного параметра на АРМ оператора происходит автоматически. Перезапуск электрооборудования и открытие/закрытие запорной и отсечной арматуры производится оператором.

1.5.2.2 Требования к программному обеспечению АРМ оператора

На АРМ оператора должен быть обеспечен вывод на мнемосхемы информации о технологическом процессе и состоянии оборудования в текстовом виде (значения параметров, сообщения) и графическом виде (тренды, анимация, гистограммы и т.д.). Должно быть обеспечено построение трендов с количеством параметров не менее 8 на одном графике. Реализация мнемосхем, организация окон, световая и звуковая сигнализации, иные поведенческие решения будут согласовываться дополнительно. Все надписи и сообщения на мнемосхемах операторов должны быть выполнены на русском языке. Системные и диагностические сообщения, предназначенные для инженера РСУ и ПАЗ, могут выполняться на английском языке. Все станции операторов должны быть взаимозаменяемыми и обеспечивать управление любым блоком технологической установки. С любой станции оператора должен обеспечиваться доступ ко всем данным в системе, включая данные реального времени, исторические данные, тренды, журналы сигнализаций и т.д. Отказ любой станции не должен ограничивать выполняемые системой функции регулирования и мониторинга. В системе должна обеспечиваться возможность получения данных станциями оператора непосредственно от контроллеров, без промежуточных серверов. Время обновления данных на мнемосхемах АРМ операторов должно быть не более одной секунды.

1.5.2.3. Требования к программному обеспечению АРМ инженера РСУ и ПАЗ

Обращение ко всем переменным в РСУ и ПАЗ должно выполняться по символьному имени без указания физического адреса. Система должна обладать развитым инструментарием для разработки и конфигурирования мнемосхем и отчетов. РСУ и ПАЗ должна обеспечивать конфигурирование контуров и алгоритмов управления для выполнения различных задач. Редактирование и изменение мнемосхем и алгоритмов управления на действующем оборудовании должно быть обеспечено без останова, перезагрузки или прерывания технологического процесса. Все изменения в РСУ и ПАЗ должны выполняться со станции инженера РСУ и ПАЗ. Все изменения должны выполняться в одном месте и автоматически распространяться на все узлы. Со станции инженера РСУ и ПАЗ должно выполняться резервное копирование и восстановление базы данных системы. Копирование должно выполняться автоматически по расписанию или по требованию. Должна обеспечиваться возможность копирования базы данных на внешний носитель.

1.5.2.4 Требования к программному обеспечению АРМ инженера КИП

Программное обеспечение станции инженера КИП должно обеспечивать ведение базы данных приборов, с регистрацией обнаруженных отказов и неисправностей, проведенного технического обслуживания, ремонтов и калибровки.

1.5.3 Требования к метрологическому обеспечению

Полная приведенная погрешность модулей каналов аналогового ввода без учета первичного прибора (датчика, измерительного преобразователя) не должна превышать ±0,2 %. При расчете погрешности должны учитываться все элементы, входящие в измерительную цепь (модули, барьеры и т.д.).

* + 1. Требования к информационному обеспечению

Для обеспечения правильного восприятия информации и выработки соответствующих навыков у оператора-технолога Система должна предусматривать возможность иерархической организации технологической информации в естественной для технологического персонала форме:

- установка;

- технологический блок или участок;

- единица оборудования;

- параметр.

Система, как в своей базе данных, так и для отображения, должна предусматривать организацию технологических параметров в виде «точек», т.е. полноценных наборов данных по каждому из технологических параметров (измеренное значение, уставки, задание, выход и настроечные параметры регулятора и др. в одной «точке»). Лицензирование системы должно исчисляться по количеству технологических параметров - «точек». Пользовательская информация на экране дисплея и печатающих устройствах должна представляться на русском языке.

1.5.5 Требования к математическому обеспечению

Алгоритмы, входящие в состав математического обеспечения Системы, должны обладать полнотой (охватывать всю совокупность технологических процессов и их взаимодействие между собой), четкостью (включать в себя все возможные варианты исхода тех или иных ситуаций) и предусматривать выполнение всех функций системы. В рамках математического обеспечения должны быть разработаны следующие алгоритмы:

- алгоритмы противоаварийных защит;

- алгоритмы регулирования параметров технологических процессов;

- алгоритмы управления исполнительными механизмами;

- алгоритмы, предотвращающие развитие аварийных ситуаций;

- алгоритмы расчета технико-экономических показателей работы агрегата.

Аварийная ситуация должна быть определена при достижении параметра аварийной границы. В тех случаях, где физический параметр контролируется несколькими датчиками, определение аварийной ситуации должно быть основано на показаниях как минимум двух датчиков (дискретных или аналоговых). Предаварийная ситуация – достижение переменной по аналоговому сигналу технологической границы или появление соответствующего дискретного сигнала – должна предусматривать только сообщение оператору без автоматического управления исполнительными механизмами. Алгоритмы противоаварийных защит должны представлять собой последовательность воздействий на исполнительные механизмы с контролем за их выполнением в автоматическом режиме для предотвращения возникновения аварии. Алгоритмы регулирования технологических параметров должны обеспечивать оптимальные режимы работы агрегата. Алгоритмы, предотвращающие развитие аварийных ситуаций, должны представлять собой последовательность действий управления исполнительными механизмами, изменение параметров ведения технологического процесса и т.д. с целью стабилизации работы агрегата в случае нарушения нормального технологического режима, но параметры не достигли аварийных значений. В алгоритмах также должно быть предусмотрено автоматическое включение резерва технологического оборудования (там, где это требуется). При разработке математического обеспечения должны быть учтены процедуры диагностики программных и технических средств системы управления. 2 Описание технологического процесса и технологической схемы производственного объекта Сырьѐ для окислительной колонны поз. К-1 из резервуаров поз. Е-1, Е-2 по линии № 1 подаѐтся насосами поз. Н-1, Н-2, Н-3 по линии № 2 в трубное пространство теплообменника поз. Т-1 и далее по линии № 4 в колонну поз. К1 (второй поток). Битум из окислительной колонны поз. К-1 по линии № 3 насосами поз. Н-1, Н-2, Н-3 откачивается по линии № 5 через погружной теплообменник поз. Т-3 в ѐмкости готовой продукции поз. Е-4÷14. Для осуществления процесса окисления сырья в низ колонны поз. К-1 через распределительное устройство подаѐтся технологический воздух от воздушной компрессорной (ВК). Расход поступающего воздуха вокислительную колонну поз. К-1 производится регулятором расхода поз. FIRC1, установленным непосредственно на линии воздуха в колонну. Для нагрева сырья перед подачей его в окислительную колонну поз. К-1 используется трубчатая печь поз. П-1 шатрового типа односкатная. Печь состоит из радиантных и конвекционных камер, разделенных между собой перевальной стенкой. В период пуска сырьѐ поступает через трубчатую печь поз. П-1 по первому потоку в окислительные колонны поз. К-1 с температурой не более 265°С. За контролем температуры сырья на выходе из печи поз.П-1 установлен прибор поз. TIRA-1 с выносом показаний на щит операторной. При достижении температуры сырья на выходе из печи поз. П-1 270°С, срабатывает световая и звуковая сигнализация. После вывода колонн на нормальный режим подача сырьевой смеси осуществляется по второму потоку через теплообменники поз. Т-1, Т-2. При работе окислительной колонны поз. К-1 подбор режима окисления для получения необходимой марки битума осуществляется путем изменения расхода сырья по первому, второму потокам и технологического воздуха, а также изменением качества поступающего сырья. В период работы колонны поз. К-1 технологической схемой предусмотрена возможность подачи сырья на окисление по второму потоку через любой из теплообменников поз. Т-1, Т-2, а также через трубчатую печь поз. П-1 по первому потоку. Температура в колонне окисления гудрона поз. К-1 измеряется в шести точках датчиками температуры поз. TIR-2…7. Регулирование расхода сырья в колонне поз. К-1 по второму потоку производится регулятором расхода поз. FIRC-2 и регулирующим клапаном поз. FV-2, расположенным на трубопроводах пара к насосам поз. Н-2, Н-3. Расход сырья в окислительную колонну К-1 по линии № 4 измеряется датчиком расхода FIR-3. Регулирование расхода сырья в колонне поз. К-1 по первому потоку производится регулятором расхода поз. FIRC-4 и регулирующим клапаном поз. FV-408, расположенным на трубопроводе пара к насосам поз. Н-2, Н-7. Газы окисления, образующиеся в процессе окисления, из колонн поз. К1 поступают в газосепараторы поз. К-3, К-3’ и далее через огнепреградитель поз. Е-3 поступают на сжигание в печи дожига поз. П-2, П-2а. Предусмотрена возможность охлаждения битума в емкостях поз. Е-4÷14 путем циркуляции битума насосами поз. Н-1, Н-2 через погружной холодильник поз. Т-3.

Принципиальная технологическая схема блока подготовки сырья приведена в приложении Б.

3 Разработка рабочей документации по проектированию

3.1 Разработка структурной схемы

Структурная схема АСУ цикла подготовки сырья построена по

трехуровневому иерархическому принципу:

- нижний уровень – уровень размещения контрольно-измерительных приборов (КИП) и исполнительных механизмов – включает в себя полевое оборудование, установленное на технологических трубопроводах и аппаратах (в объем поставки Системы не входит);

- средний уровень – уровень сбора информации с нижнего уровня, выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы устройства приема/передачи данных на верхний уровень и должен включать в себя:

a) кроссовые шкафы;

b) шкафы автоматизации.

- верхний уровень – уровень автоматизированного оперативного управления, включающий серверный шкаф и следующие АРМ:

a) АРМ старшего оператора;

b) два АРМ оператора-технолога;

c) АРМ машиниста насосного оборудования;

d) АРМ машиниста компрессорной;

e) АРМ начальника установки;

f) АРМ инженера РСУ и ПАЗ;

g) АРМ инженера КИП;

h) АРМ панелей визуализации.

На данном уровне обеспечивается доступ к технологической информации для обслуживающего, технологического персонала, инженернотехнических работников и административно-управленческого персонала.

Нижний уровень Системы состоит из первичных средств автоматизации:

* измерительные преобразователи и датчики:

a) датчик давления Метран-150TG;

b) датчик температуры Метран-281;

c) сигнализатор уровня Rosemount 2100;

d) датчик уровня Rosemount-5300;

e) расходомер Rosemount 8800D;

f) датчик загазованности GD10-P00;

g) сигнализатор пламени Durag D-LX 200.

* исполнительные устройства и механизмы:

a) электроприводы ELESYB;

b) клапан КМР ЛГ с позиционером Sipart PS2 и фильтром.

Нижний уровень выполняет следующие функции:

* измерение параметров технологического процесса и оборудования
* и преобразования их в унифицированный сигнал;
* сбор и передачу информации о ходе технологического процесса и
* состоянии технологического оборудования на средний уровень;
* исполнение команд регулирования и управления;
* формирование световых и звуковых сигналов.

Средний уровень Системы состоит из программируемых логических

контроллеров (ПЛК) РСУ и ПАЗ, источников бесперебойного питания (ИБП), кроссовых шкафов и контроллерной сети RS-485 (Modbus RTU).

Средний уровень Системы выполняет следующие функции:

* сбор, первичная обработка (фильтрацию, линеаризацию и масштабирование) и контроль информации о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса;
* автоматическое управление технологическим оборудованием;
* регулирование параметрами технологического процесса;
* исполнение команд, поступающих с верхнего уровня;
* формирование управляющих воздействий на ИМ Системы;
* обмен информацией с верхним уровнем;
* поддержание единого времени в системе;
* работа в автономном режиме при нарушениях связи;
* формирование предупредительных и предаварийных сигналов;
* автоматическая диагностика комплекса;

Верхний (информационно-вычислительный) уровень Системы состоит из межсетевого экрана, серверов баз данных (основного и резервного), коммутаторов, ИБП, принтеров и МФУ и АРМ.

Верхний уровень Системы выполняет следующие функции:

* прием информации о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса со среднего уровня системы;
* формирование и оперативное отображение информации в реальном масштабе времени в виде мнемосхем с динамическими элементами, таблиц и графиков отражающими текущее состояние технологического процесса;
* формирование и ведение технологической базы данных;
* выборка информации из базы данных реального времени и архива;
* формирование и отображение протоколов событий;
* формирование и выдача команд дистанционного управления;
* обмен данными со средним уровнем системы;
* печать отчетной документации, сводок, трендов, протоколов событий, перечней неисправностей и/или отказов;
* бесперебойное питание технических средств верхнего уровня.

Структурная схема комплекса технических средств представлена в приложении А.

3.2 Разработка функциональной схемы автоматизации Функциональная схема автоматического контроля и управления предназначена для отображения основных технических решений, принимаемых при проектировании систем автоматизации технологических процессов. Функциональная схема автоматизации является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации. На функциональной схеме автоматизации изображаются системы автоматического контроля, регулирование, дистанционного управления, сигнализации, защиты и блокировок.

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

- задача получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;

- задача контроля и регистрации технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования;

- задача непосредственного воздействия на технологический процесс для управления им и стабилизации технологических параметров процесса.

В данной работе функциональная схема автоматизации разработана в соответствии с требованиями ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» и ГОСТ 21.408-2013 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов».

Функциональная схема автоматизации представлена в приложении В.

3.3 Комплекс аппаратно-технических средств Комплекс аппаратно-технических средств (КАТС) АСУ ТП производственного цикла подготовки сырья включает в себя: измерительные и исполнительные устройства, контроллерное оборудование, коммутационную аппаратуру, а также системы сигнализации и вспомогательное оборудование. Измерительные устройства осуществляют сбор информации о технологическом процессе. Исполнительные устройства преобразуютэлектрическую энергию в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование обрабатывает сигналы, поступающие с измерительных устройств, осуществляет алгоритмы управления и выполнение задач вычисления, выдает сигналы управления на исполнительные устройства.

3.3.1 Выбор контроллерного оборудования

АСУ ТП блока подготовки сырья НПЗ выполнена на базе программнотехнического комплекса SIMATIC S7-300 фирмы Siemens (Германия). Данная система построена по модульному принципу, что обеспечивает замену компонентов или расширение ее без влияния на работу других частей системы. Связь между локальным контроллером и контроллером верхнего уровня (коммуникационным) осуществляется на базе интерфейса Ethernet.

Рисунок 3.1 – Контроллер Siemens SIMATIC S7-300

Siemens SIMATIC S7-300 – это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации низкой и средней степени сложности. Модульная конструкция SIMATIC S7-300, работа с естественным охлаждением, возможность применения структур локального и распределенного ввода-вывода, широкие коммуникационные возможности, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы, удобство эксплуатации и обслуживания обеспечивают возможность получения рентабельных решений для построения систем автоматического управления в различных областях промышленного производства. Эффективному применению контроллеров Siemens SIMATIC S7-300 способствует: возможность использования нескольких типов центральных процессоров различной производительности, наличие широкой гаммы модулей вводавывода дискретных и аналоговых сигналов, функциональных модулей, и коммуникационных процессоров.

Контроллеры Siemens SIMATIC S7-300 имеют модульную конструкцию имогут включать в свой состав:

– Модуль центрального процессора (CPU);

– Модули блоков питания (PS);

– Сигнальные модули (SM);

– Коммуникационные процессоры (CP);

– Функциональные модули (FM);

– Интерфейсные модули (IM).

Все модули работают с естественным охлаждением. Выбранный ПЛК (Siemens SIMATIC S7-300 с процессорным модулем CPU315-2 PN/DP) удовлетворяет следующим параметрам:

1. Периферийные устройства (дисплей, принтер): не используются.

2. УСО ввода/вывода: 8 каналов ввода аналоговых сигналов и 1 канал вывода аналоговых сигналов (модуль ввода/вывода SM 334), 4 канала ввода дискретных сигналов (модуль ввода/вывода SM 323) (все унифицированные токовые сигналы).

3. Алгоритмы управления включают в себя числовые и битовые операции.

4. Общий объем манипуляций для одного ПЛК: не менее 100 команд.

5. Управление ПЛК: по прерываниям, по готовности или по командам человека. Необходимо управлять как минимум одним устройством.

6. Контроль и управление следующих типов I/O-устройств: сенсоры (температура, давление, уровень, вибрация).

7. Питания контроллера: напряжение 230В от сети переменного тока.

8. Отказоустойчивость источник напряжения: высокой.

9. Возможность ПЛК работы при напряжении сети питания технологической площадки: есть.

10. Удерживание напряжения в узком фиксированном диапазоне изменений: есть.

11. Рабочий ток: 140 мА.

12. Возможность работы контроллера от сети: есть.

13. Возможность работы контроллера от батарей: есть.

14. Время работы батареи без перезарядки: не менее 24 часов в рабочем режиме и не менее 12 месяцев при работе в режиме ожидания.

15. Ограничения по размеру, весу, эстетическим параметрам: нет.

16.Требования к условиям окружающей среды:

– температура: -40 oC до +70 oC;

– атмосферное давление: от 1080 гПа до 660 гПа (соответствует высоте от-1000 м до 3500 м);

– относительная влажность: от 10% до 95%, без конденсации.

17. Пользовательское программное обеспечение базируется на: флешпамяти (Flash EPROM). АС работает в режиме реального времени и для этого необходимо приобрести ядро программ реального времени.

18. Для развития собственного ядра программ персонала и времени: недостаточно.

19.Степень защиты – IP-65 по ГОСТ 14254-96 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)». Блок-схема УСО ПЛК представлена на рисунке 3.2.

Рисунок 3.2 – Блок-схема УСО ПЛК Технические характеристики процессорного модуля CPU315-2 PN/DP приведены в таблице 3.1. Таблица 3.1 – Технические характеристики модуля Технические параметры Значение Минимальное время выполнения логических операций/ операций со словами 0,1/0,2 мкс арифметических операций с фиксированной/ плавающей точкой 2/3 мкс Типы интерфейсов RS 485, PROFINET, Ethernet Напряжение питания номинальное =24В допустимое 20,4...28,8 В Потребляемый ток холостой ход 100 мА Номинальный 0,8 А Пусковой 2,5 А Потребляемая мощность 3,5 Вт Габариты ШхВхГ (мм) 80х125х130 Масса (кг) 0,46 Диапазон рабочих температур -40...+70 оС 43 Технические характеристики модуля ввода/вывода аналоговых сигналов SM 334 и модуля ввода/вывода дискретных сигналов SM 323 приведены в таблице 3.2.

**Таблица 3.2 – Технические характеристики модуля**

Выбор данной модели контроллера объясняется его архитектурой и характеристиками: возможность увеличения количества портов ввода/вывода, большое разнообразие модулей практически для любых назначений. Наличие собственной среды для разработки ПО делает работу с ним проще и удобнее. Данный контроллер удовлетворяет требованиям по временным характеристикам отработки воздействий. Контроллер и его модули хорошо зарекомендовали себя на производстве. Источник питания SIEMENS SITOP POWER=24B/10A. От надежности работы источников питания зависит отказоустойчивость всей системы управления в целом. В АСУ ТП цеха НПЗ для обеспечения бесперебойным стабилизированным питанием устройств, требующих внешнего питания 45 напряжением 24 В постоянного тока используется источник питания SIEMENS SITOP POWER=24В/10А (рисунок 3.3).

**Рисунок 3.3 – Внешний вид источника питания SIEMENS SITOP POWER=24В/10А**

3.3.2 Выбор контрольно-измерительной аппаратуры 3.3.2.1 Датчик избыточного давления Метран-150TG Для измерения этого параметра выбирается датчик Метран-150TG. Преобразователь с сенсорным модулем на базе емкостной ячейкой для измерения разности давлений, избыточного, абсолютного давлений с верхними пределами измерений от 0,025 до 27580 кПа. Улучшенный дизайн и компактная конструкция. Поворотный электронный блок и ЖКИ. Высокая перегрузочная способность. Защита от переходных процессов. Внешняя кнопка установки "нуля" и диапазона. Непрерывная самодиагностика. Таблица 3.3 – Технические характеристики датчика

**Рисунок 3.4 – Внешний вид датчика давления Метран-150TG**

3.3.2.2 Датчик температуры Метран-281 Интеллектуальные преобразователи температуры (ИПТ) Метран-281 предназначены для точных измерений температуры в составе автоматических систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). Использование ИПТ допускается в нейтральных, а также агрессивных средах, по отношению к которым материал защитной арматуры является коррозионностойким.

**Рисунок 3.5 – Внешний преобразователя температуры**

Метран-281 Связь ИПТ Метран-281 с АСУ ТП осуществляется: • по аналоговому каналу - передачей информации об измеряемой температуре в виде постоянного тока 4-20 мА; • по цифровому каналу - в соответствии с HART-протоколом. 47 Для передачи сигнала на расстояние используются 2-х-проводные токовые линии. − Высокая точность − Высокая стабильность метрологических характеристик − Выходной сигнал 4-20 мА/HART − Цифровая передача информации по HART-протоколу − Использование 2-х-проводных токовых линий для передачи сигналов − Дистанционные управление и диагностика − Внесены в Госреестр средств измерений под №23410-06, сертификат №24979, ТУ 4211-007-12580824-2002 − Свидетельство о взрывозащищенности электрооборудования №02.187 Метран 280Exia, №02.188 Метран 281Exd − Сертификат соответствия №РОСС RU.ГБ06.В00126 требованиям ГОСТ Р 51330.0, ГОСТ Р 51330.1, ГОСТ Р 51330.10 − Межповерочный интервал 2 года − Модернизированные ИПТ Метран-281-1 o гальваническая развязка входа от выхода; o повышенная защита от электромагнитных помех; o программируемые уровни аварийных сигналов и насыщения; o конструктив электронного преобразователя обеспечивает высокую надежность при длительной эксплуатации; o сокращен минимальный поддиапазон измерений

3.3.2.3 Вибрационный сигнализатор уровня Rosemount 2100 Радарный уровнемер серии 2100 (рисунок 3.6) предназначен для проведения бесконтактных измерений уровня в промышленных, складских и прочих резервуарах.

**Рисунок 3.6 – Внешний вид сигнализатора уровня Rosemount 2100**

Исходя из требований технологического процесса выбрана модель датчика Rosemount 2100. Основные технические характеристики модели приведены в таблице 3.4.

3.3.2.5 Датчик уровня Rosemount-5300 Для измерения уровня жидкости в резервуаре применяется волноводный уровнемер Rosemount-5300 с выходом по току 4-20мА.

**Рисунок 3.7 – Внешний вид датчика уровня Rosemount-5300**

Основные технические характеристики модели приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Технические характеристики индикатора уровня Rosemount-5300

Уровнемеры Rosemount серии 5300 обладают высокой чувствительностью, обусловленной усовершенствованной обработкой сигнала и высоким отношением сигнала к уровню помех, что позволяет работать в условиях помех различного происхождения. 3.3.2.4 Вихревой расходомер Rosemount 8800D Вихревые расходомеры Rosemount 8800D (рисунок 3.8) предназначены для измерения расхода и количества газа, пара или жидкости. Исходя из условий технологического процесса была выбрана модель датчика Rosemount 8800DF040SD1N2D1I8M5Q4YRV0033. Основные технические характеристики модели приведены в таблице 3.6.

Рисунок 3.8 – Внешний вид вихревого расходомера Rosemount 8800D

Таблица 3.6 – Технические характеристики расходомера Rosemount 8800D

3.3.2.5 Инфракрасный точечный газовый извещатель GD10-P00 Датчик загазованности GD10-P00 (рисунок 3.9) обеспечивает эффективное реагирование на обнаружение газоопасности в промышленных условиях. Данные извещатели используют полупроводниковые источники ИКизлучения на основе кремния. Крайне быстрая реакция и не имеющий себе равных срок службы и стабильность работы – качество датчиков от компании Simtronics.

Рисунок 3.9 – Внешний вид датчика загазованности GD10-P00

Основные технические характеристики датчика загазованности GD10- P00 приведены в таблице 3.7.

3.3.2.6 Сигнализатор пламени Durag D-LX 200 Компактный монитор пламени D−LX 200 (рисунок 3.10) состоит из оптического датчика пламени и блока управления, расположенных в одном корпусе. Датчик пламени преобразует световой сигнал пламени в электрический сигнал, а блок управления обеспечивает самоконтроль, оценивает сигнал пламени и сообщает результат. Основные технические характеристики модели приведены в таблице 3.8.

3.3.3 Нормирование погрешности канала измерения Нормирование погрешности канала измерения выполняется в соответствии с РМГ 62-2003 «Обеспечение эффективности измерений при правлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации». В качестве канала измерения выберем канал измерения расхода. Требование к погрешности канала измерения не более 1 %. Разрядность АЦП составляет 16 разрядов. Расчет допустимой погрешности измерений расходомера производится по формуле (4.1):

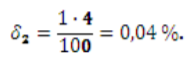


где - требуемая суммарная погрешность измерения канала измерений при доверительной вероятности 0,95;

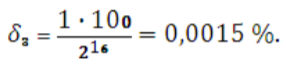
– погрешность передачи по каналу измерений;

 – погрешность, вносимая АЦП;

 дополнительные погрешности, вносимые температурой окружающего воздуха, помехами различного вида, давлением измеряемой среды и другими факторами соответственно. Погрешность передачи по каналу измерений устанавливается рекомендациями:



Погрешность, вносимая 16-тиразрядным АЦП, рассчитывается следующим образом:



При расчете также учитываются дополнительные погрешности, вызываемые влиянием: − температуры окружающего воздуха; − помех различного вида; 53 − давления измеряемой среды; − других факторов. Дополнительная погрешность, вносимая влиянием температуры окружающего воздуха, устанавливается рекомендациями:



Дополнительная погрешность, вносимая помехами различного вида, устанавливается рекомендациями:



Дополнительная погрешность, вносимая давлением измеряемой среды, устанавливается рекомендациями:



Дополнительная погрешность, вносимая остальными факторами, устанавливается рекомендациями:



Таким образом, подставив в формулу (4.1) полученные значения, рассчитаем допустимую основную погрешность расходомер



В итоге видно, что основная погрешность выбранного датчика расхода не превышает допустимой расчетной погрешности. Следовательно, прибор пригоден для использования.

3.3.4 Выбор исполнительных механизмов

Исполнительным устройством (ИУ) называется устройство в системе управления, непосредственно реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения регулирующего органа (РО). 54 Регулирующее воздействие от исполнительного устройства должно изменять процесс в требуемом направлении для достижения поставленной задачи – оптимизации и (или) стабилизации качества регулируемой величины. Исполнительным устройством в проектируемой системе являются задвижки, оснащенные электроприводами, стоящие на всасывающих и нагнетательных трубопроводах. В качестве способа регулирования расхода будем использовать метод дросселирования (рисунок 3.11).

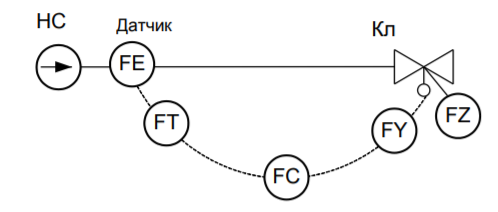
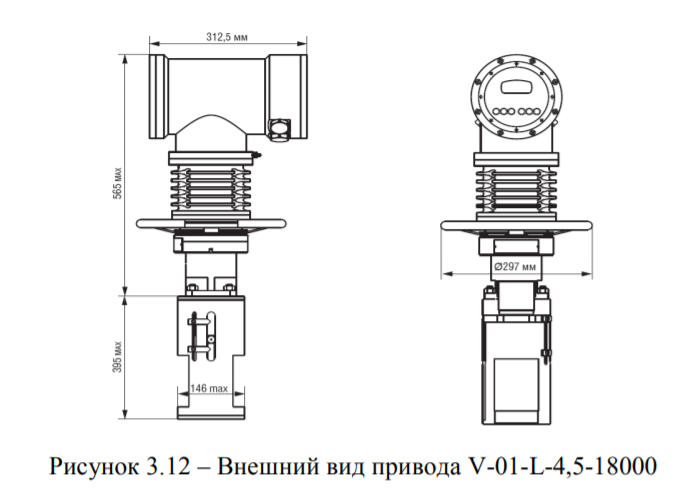


Рисунок 3.11 – Управление расходом посредством дросселирования: НС – насос (компрессор); Кл – рабочий орган с исполнительным механизмом FZ; FE-FT-FC-FY – контур регулирования расхода (F) Для управления задвижками используются взрывозащищенные электроприводы ELESYB V-01-L-4,5-18000, которые можно крепить к арматуре 100 мм.



Для регулирования потока воды на напорных линиях применяются мощные приводы в исполнении ELESYB V-01-L-4,5-18000. Для управления потоком на всасывающих линиях используются менее мощные приводы в исполнении VH.10-XX, отличия которого от первого варианта отражены в таблице 3.9. Таблица 3.9 – Характеристики электропривода ELESYB V-01-L-4,5-18000

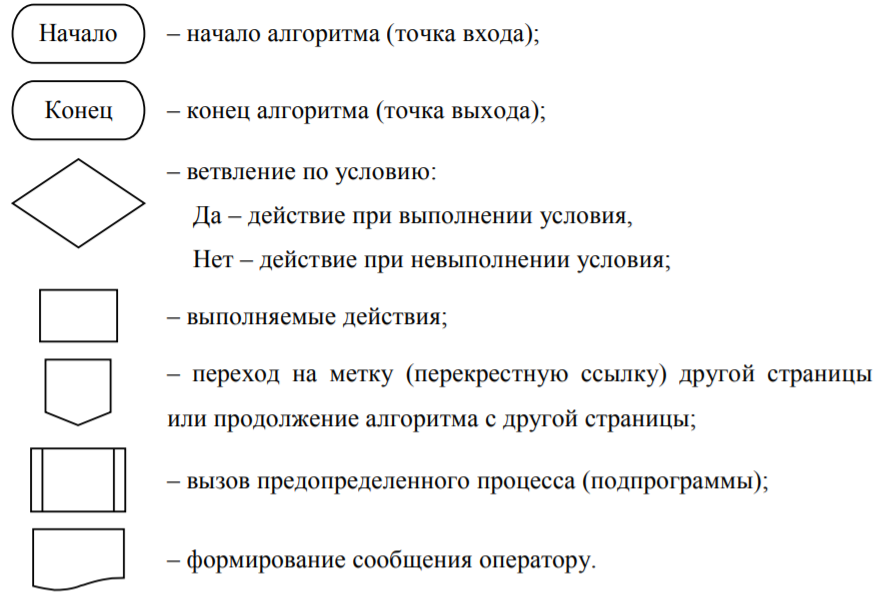
Таблица 3.10 – Отличительные характеристики электропривода

Регулирующий клапан показан на рисунке 3.13.

Рисунок 3.13 – Клапан КМР ЛГ с позиционером Sipart PS2 и фильтром

Таблица 3.11 – Технические характеристики клапана

3.4 Разработка схемы внешних проводок Схема соединений внешних проводок выполнена в соответствии с ГОСТ 21.408-2013. РМ 4-6-92 – это комбинированная схема, на ней изображены электрические и трубные связи между приборами и средствами автоматизации, установленными на технологическом, инженерном оборудовании и коммуникациях, вне щитов и на щитах, а также связи между щитами, пультами, комплексами или отдельными устройствами комплексов. Эта схема показывает соединения составных частей изделия (установки) и определяет провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода (разъемы, платы, зажимы и т.п.). Схема внешней проводки приведена в Приложении Г. Для передачи сигналов от датчиков температуры на щит КИПиА используются по 4 провода, а для датчиков давления, расхода и уровня – 3 провода. В качестве кабеля, выбран КВВГ. Это – кабель с медными токопроводящими жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с защитным покровом и предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от -50°С до +50°С. Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГ выполнены однопроволочными. Изолированные жилы скручены. Для прокладки кабеля будем использовать специальные трубы, для защиты от внешних факторов, таких как пыль, грызуны и др. 58 4 Разработка алгоритмов управления Разработка алгоритмов управления преследует следующие цели: – повышение уровня информированности персонала и достоверности данных по состоянию технологического оборудования; – повышение качества ведения технологического режима и его безопасности; – повышение оперативности действий персонала; – улучшение экологической обстановки на объекте; – повышение надежности управления объектом. Функционирование алгоритмов позволяет обрабатывать входные сигналы, и команды оператора, поступающие с АРМ оператора, а также выдавать управляющие воздействия на исполнительные механизмы и сообщения оператору. Входной информацией для алгоритмов является: – конфигурационные данные ПЛК; – значения аналоговых и дискретных сигналов, поступающих на модули ввода ПЛК с датчиков и преобразователей; – данные поступающие по интерфейсу; – данные, формируемые при управлении технологическим оборудованием с АРМ оператора. Кроме этого отдельные алгоритмы используют данные, полученные в результате функционирования других алгоритмов. Принятая модель построения АСУ ТП соответствует реальному процессу и обеспечивает последовательную работу ее частей (исполнительных механизмов) в следующих режимах: – автономное включение, настройка и проверка сети контроллеров; – включение, настройка, проверка и запуск системы контроля и управления; – текущая работа системы в режимах: 59 a) местном (ручном); b) дистанционном; c) автоматическом; d) настройки; – восстановление работы системы. При представлении алгоритмов в виде блок-схем использованы следующие элементы:



4.1 Алгоритм управления электрозадвижкой Входными сигналами состояния являются сигналы «Открыта», «Закрыта», «Отказ». Выходными сигналами являются сигналы «Открыть», «Закрыть», «Стоп», «Местное управление», «Дистанционное управление». Если сигналы «Открыта» и «Закрыта» активны одновременно, формируется сигнализация «Ошибка состояния электрозадвижки». Если активен сигнал «Отказ», формируется сигнализация «Отказ привода электрозадвижки». Если сигналы «Открыта» и «Закрыта» неактивны одновременно, задвижка находится в положении «Промежуточное». По команде «Открыть» выходной сигнал «Открыть» устанавливается в активное состояние на заданное время. При этом задвижка начинает двигаться в сторону открытия. Команда считается выполненной, когда состояние сигнала «Открыта» становится активным. Если за заданное время сигнал «Открыта» не переходит в активное состояние, формируется сигнализация «Отказ открытия электрозадвижки». Команда «Открыть» разрешена, если установлен дистанционный режим, не выполняется команда «Закрыть», нет активных сигнализаций «Ошибка состояния электрозадвижки», «Отказ привода электрозадвижки». По команде «Закрыть» выходной сигнал «Закрыть» устанавливается в активное состояние на заданное время. При этом задвижка начинает двигаться в сторону закрытия. Команда считается выполненной, когда состояние сигнала «Закрыта» становится активным. Если за заданное время сигнал «Закрыта» не переходит в активное состояние, формируется сигнализация «Отказ закрытия электрозадвижки». Команда «Закрыть» разрешена, если установлен дистанционный режим, не выполняется команда «Открыть», нет активных сигнализаций «Ошибка состояния электрозадвижки», «Отказ привода электрозадвижки». 61 По команде «Стоп» значение выходного сигнала «Стоп» устанавливается в активное состояние на время, достаточное для разрыва цепи пускателя и снятия самоподхвата. Команда «Стоп» разрешена, если установлен дистанционный режим. Управление положением задвижки осуществляется в местном и дистанционном режимах. Управление задвижкой в дистанционном режиме предусматривает либо открытие, закрытие и останов открытия или закрытия по командам оператора с панели управления задвижкой или по условию, либо автоматическое управление задвижкой (для задвижек с автоматическим управлением). В местном режиме дистанционное управление задвижкой блокируется, и управление осуществляется по месту. Установка дистанционного режима осуществляется командой «Дистанционный». В результате выполнения команды сигнал «Дистанционное управление» устанавливается в активное состояние, сигнал «Местное управление» устанавливается в неактивное состояние. Дистанционный режим является основным. Установка местного режима осуществляется командой «Местный». В результате выполнения команды сигнал «Местное управление» устанавливается в активное состояние, сигнал «Дистанционное управление» устанавливается в неактивное состояние. В местном режиме дистанционное управление задвижкой блокируется. Входами алгоритма являются сигналы, приведенные в таблице 4.1.

Выходами алгоритма являются сигналы, приведенные в таблице 4.2, а также сигнализации и сообщения оператору. Таблица 4.2 – Выходы алгоритма

На рисунке 4.1 представлена блок-схема алгоритма открытия электрозадвижки (подпрограмма «Открытие электрозадвижки») и блок-схема алгоритма закрытия электрозадвижки (подпрограмма «Закрытие электрозадвижки»).

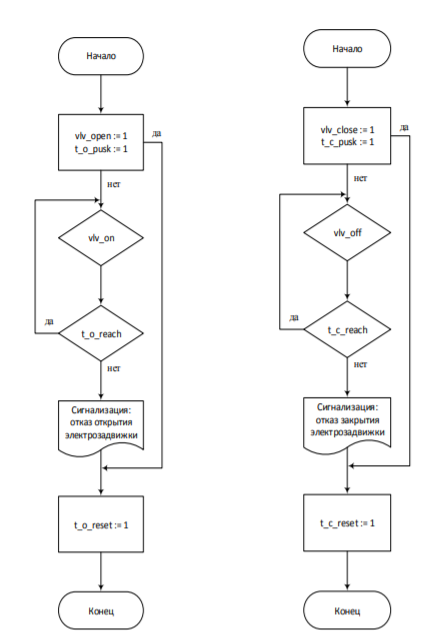
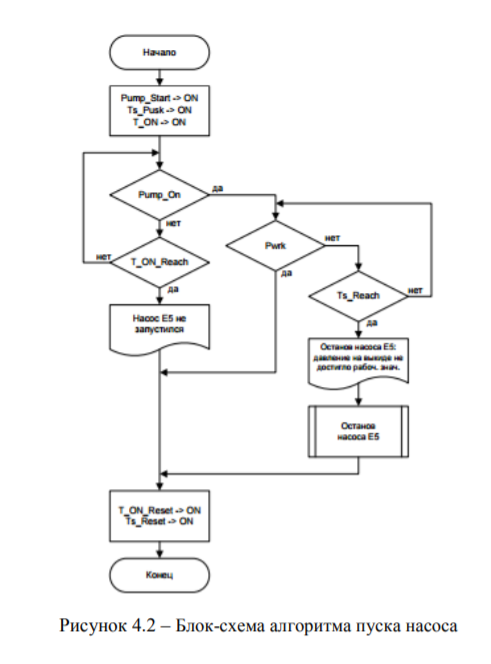


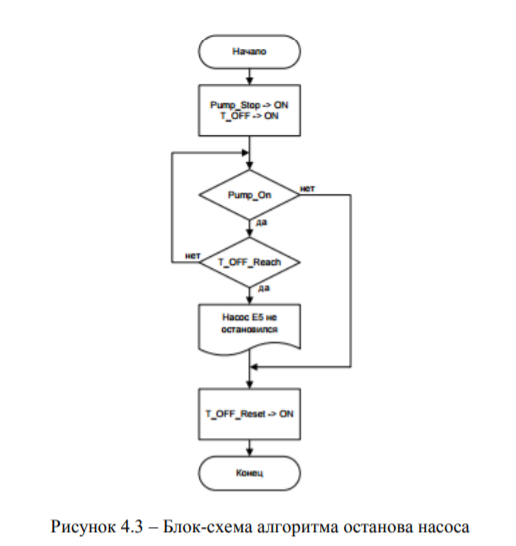
Рисунок 4.1 – Блок-схема алгоритма открытия электрозадвижки (слева) и блоксхема алгоритма закрытия электрозадвижки (справа)

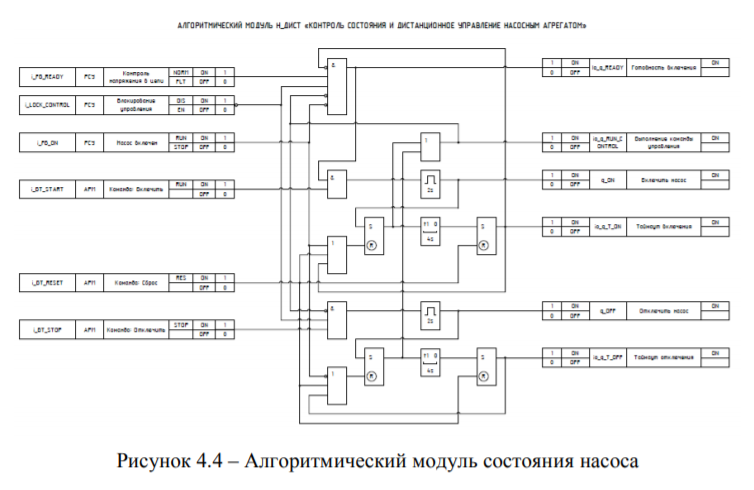
4.2 Алгоритм управления насосом Алгоритм предназначен для управления насосом. Входным сигналом состояния является сигнал насоса «Включен», «Дистанционное управление», «Местное управление». Выходными сигналами являются сигналы «Пуск», «Стоп». Управление насосом осуществляется как по месту, так и дистанционно с АРМ оператора. Если сигналы «Дистанционное управление» и «Местное управление» активны одновременно, формируется сигнализация «Ошибка режима управления насосом». Дистанционное управление насосом с АРМ оператора блокируется. При неактивном сигнале «Дистанционное управление» и неактивном сигнале «Местное управление» режим управления насосом не определен. В местном режиме управления дистанционное управление насосом с АРМ оператора блокируется. Управление осуществляется кнопками по месту. Управление насосом в дистанционном режиме предусматривает запуск, останов насоса по командам оператора с панели управления насосом. Производится опрос состояния насоса. Если насос работает, то производится опрос команды «СТОП» с АРМ оператора. При получении команды производится останов насоса. Если насос не работает, то производится опрос команды «ПУСК» с АРМ оператора. При получении команды производится пуск насоса. Предаварийный останов насоса осуществляется, если при пуске насос не вышел на рабочий режим за заданное время (давление на выкиде насоса не достигло рабочего значения). Значения уставок времени пуска, останова, выхода насоса на режим, а также рабочего давления уточняются во время пусконаладочных работ в соответствии с инструкцией по эксплуатации насоса. Входами алгоритма являются сигналы, приведенные в таблице 4.3

Выходами алгоритма являются сигналы, приведенные в таблице 4.4, а также сигнализации и сообщения оператору. Таблица 4.4 – Выходы алгоритма

На рисунке 4.2 представлена блок-схема алгоритма пуска насоса (подпрограмма «Пуск насоса»). На рисунке 4.3 представлена блок-схема алгоритма останова насоса (подпрограмма «Останов насоса»). На рисунке 4.4 представлен алгоритмический модуль «Контроль состояния и дистанционное управление насосным агрегатом».







4.3 Разработка программно-алгоритмического обеспечения Simatic Step 7 – программное обеспечение фирмы Siemens для разработки систем автоматизации на основе программируемых логических контроллеров Simatic S7-300. Программирование в Simatic Step 7 было проведено с помощью LAD линейных диаграмм. LAD (Ladder Diagram) – релейные диаграммы. Редактор отображает программу в графическом представлении, похожем на электрическую монтажную схему. Логические схемы позволяют программе имитировать протекание электрического тока от источника напряжения через ряд логических условий на входах, которые активизируют условия на выходах. Источником напряжения выступает шина, находящаяся слева. Основными элементами являются нормально замкнутые и нормально разомкнутые контакты. Соответственно, замкнутые контакты позволяют потоку сигнала протекать через них к следующему элементу, разомкнутые контакты — препятствуют протеканию потока сигнала. Логика делится на сегменты, т.н. нэтворки (Network), программа исполняется слева направо и сверху вниз. Особенностями редактора LAD является простота в использовании и понимании для начинающих программистов. На рисунке 4.5 реализован алгоритм управления электрозадвижкой с помощью ПО Simatic Step 7 на языке релейно-контактной логике LAD

Рисунок 4.5 – Алгоритм управления электрозадвижкой на LAD, Step 7 (лист 1 из 2)

Рисунок 4.6 – Алгоритм управления электрозадвижкой на LAD, Step 7 (лист 2 из 2)

5 Экранные формы АСУ ТП Управление в АСУ ТП блока термической подготовки нефтебитума НПЗ реализовано с использованием SCADA-системы WinCC. Эта SCADA-система предназначена для использования на действующих технологических установках в реальном времени и требует использования компьютерной техники в промышленном исполнении, отвечающей жестким требованиям в смысле надежности, стоимости и безопасности. SCADA-система WinCC обеспечивает возможность работы с оборудованием различных производителей с использованием ОРС-технологии. Другими словами, выбранная SCADAсистема не ограничивает выбор аппаратуры нижнего уровня, т. к. предоставляет большой набор драйверов или серверов ввода/вывода. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей. 5.1 Разработка мнемосхем SCADA-системы Приведенные в данном пункте мнемосхемы SCADA-системы демонстрируют функциональные возможности операторов в задачах управления технологическими процессами нефтеперерабатывающего завода. Разработанная SCADA система в WinCC (рисунок 5.1) позволяет оператору осуществлять переключение между экранными формы. Интерфейс АРМ оператора поддерживает все функции дистанционного контроля и управления технологическим процессом, доступные оператору на реальном АРМ

Рисунок 5.1 – Главное меню SCADA системы WinCC Оператор АРМ имеет доступ к управлению запорно-регулирующей арматурой как в автоматическом режиме. На каждой экранной форме оператор имеет возможность видеть показания датчиков, состояние исполнительных механизмов и осуществлять управление ими. При этом отслеживая тренды и просматривая оперативные сообщения. Графический интерфейс АРМ позволяет управлять технологическими режимами установки в целом, а также отдельными характеристиками сырья и продукта НПЗ.

Рисунок 5.2 – Мнемосхема нефтеперерабатывающего завода 72 5.2 Разработка процедур обработки сигналов в SCADA Визуализация выполнена в SCADA системе WinCC. Был реализован глобальный скрипт, который срабатывает по установленному триггеру (каждые 2 секунды), тем самым постоянно обновляются теги на возврат цвета насоса и оператор может наблюдать актуальное положение/состояние оборудования на представленных мнемосхемах. Например, возвращение цвета насоса, которым оператор АРМ в режиме реального времени может управлять включаю и отключая его. В случае неисправности согласно процедуре, приведенной на рисунке 5.3 возврат цвета объекта, в данном случае – насоса, будет серым, так как отсутствует реальное подключение к объекту. На рисунке 5.4 приведена мнемосхема насоса, в работу насос приводится в автоматическом режиме оператором АРМ. Данный блок реализован стандартным набором библиотек, который включает в себя уже продуманные и реализованные объекты, которые можно использовать непосредственно на мнемосхеме своего продукта. Из стандартных библиотек можно использовать как насосы, так электрозадвижки, электромагнитные задвижки, вакуумные переключатели и многое другое.

Рисунок 5.3 – Мнемосхема управления насосом