

Реферат

Пояснительная записка содержит 109 страниц машинописного текста, 27 таблиц, 13 рисунков, 1 список использованных источников из 37 наименований, 3 приложения.

Объектом исследования является ГКНС.

Цель работы – разработка автоматизированной системы управления ГКНС с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В данной выпускной квалификационной работе была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров GE - Fanuc 90-70, с применением SCADA-системы WinCC.

В ходе работы были проработаны функциональные схемы автоматизации, перечень вход и выходных сигналов, схему соединения внешних проводок, моделирование САП в MATLAB, дерево экранных форм со SCADA экранами конкретных объектов, схема трехуровневой архитектуры и схема информационных потоков.

Ниже представлен перечень ключевых слов.

ГКНС, КОМПРЕССОР, НАГНЕТАТЕЛЬ, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ЛОКАЛЬНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, ДАВЛЕНИЕ, SCADA-СИСТЕМА.

Введение

Автоматизация технологических процессов играет очень важную роль в современном мире, так как является одним из факторов повышения производительности и условий труда. К способам увеличения эффективности относятся оптимизация и модернизация производства, снижение производственных издержек, экономия расхода энергоносителей, повышения качества и скорости получения информации от измерительных устройств. Все существующие технические объекты стараются в той или иной мере оснащать средствами автоматизации. Но создание эффективной автоматизированной системы является довольно сложной задачей.

Благодаря автоматизации производства технологические процессы могут осуществляться без участия обслуживающего персонала. Изначально автоматизация производства проходила лишь частично, но в современном обществе ее применение приобретает все большее значение и делится на основные и вспомогательные операции. При полной автоматизации производства оператору необходимо только наблюдать за работой оборудования, проводить настройку и наладку аппаратуры.

В современном обществе возможности автоматизации постоянно растут. Часто их задачей становится настройка оборудования при изменении условий работы для повышения эффективности процессов и оптимизации режимов работы установок. Растет число аппаратов, комплексов, цехов и предприятий работающих без непосредственного участия персонала.

К видам автоматизации относятся:

1. Частичная автоматизация, используемая при необходимости автоматизировать отдельные процессы, не связанные друг с другом.
2. Комплексная автоматизация состоит в автоматизации всех операций технологического процесса согласованных между собой и выполняемых по определенной программе.

3. Полная автоматизация связана с автоматизацией, как основных, так и вспомогательных процессов с выбором оптимальных режимов работы оборудования.

Цель работы – разработка автоматизированной системы управления ГКНС с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка автоматизированной системы управления газокompрессорной насосной станции с использованием программируемого локального контроллера, на основе SCADA-системы Simatic WinCC с применением полученных теоретических и практических знаний в области проектирования автоматизированных систем, объектов нефтегазовой отрасли, полученных в университете за время обучения.

1. Техническое задание

1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП

Основными целями создания АСУ ТП являются:

- комплексная автоматизация объектов газокompрессорной станции, создание на базе АСУ ТП малолюдной и энергосберегающей технологий, позволяющих повысить рентабельность и эффективность производства;
- оптимальное и безаварийное ведение технологических процессов в автоматическом режиме;

АСУ ТП реализуют следующие задачи:

- выполнение установленных производственных заданий по объемам и качеству продукции, снижение непроизводительных потерь материально-технических и топливно-энергетических ресурсов и сокращение эксплуатационных расходов;
- оптимальное управление технологическими режимами работы газокompрессорной станции в соответствии с устанавливаемыми производственными заданиями по объемам и качеству газа;
- обеспечение комплексной противоаварийной защиты объектов и локализация нештатных ситуаций на основе алгоритмов взаимодействия со смежными системами;
- обеспечение производственных служб необходимой информацией для решения задач планирования, контроля и управления производством;
- обеспечение высокой экологической безопасности производства;
- формирование отчетных документов по функционированию технологического оборудования за отчетный период.
- представление информации оперативно-диспетчерскому персоналу.

1.2 Назначение и состав ГКНС

Технологическая обвязка компрессорного цеха предназначена для:

- приема на компрессорную станцию технологического газа из магистрального трубопровода;
- очистки технологического газа от мехпримесей и капельной влаги в пылеуловителях и фильтр-сепараторах;
- распределения потоков для последующего сжатия и регулирования схемы загрузки ГПА;
- охлаждения газа после компремирования в АВО газа;
- возвращение газа в магистральный трубопровод;
- транзитного прохода газа по магистральному трубопроводу, минуя компрессорную станцию;
- при необходимости сброса газа в атмосферу из всех технологических газопроводов компрессорного цеха через свечные краны[2].

Газокомпрессорные станции представляют собой площадочный комплекс сооружений, включающий объекты:

- компрессорный цех, содержащий установки для компремирования газа,
- установки пылеуловителей, попутной очистки газа от вредных примесей,
- установки охлаждения газа.

Основным элементом газокомпрессорной станции является газоперекачивающий агрегат (ГПА). К задачам системы автоматического регулирования ГПА относится поддержание заданного режима работы газотурбинной установки, т.е. обеспечение требуемой мощности при установлении частот вращения валов турбин и температуры продуктов сгорания ниже предельно допустимых значений. Необходимая мощность ГТУ, частота вращения силового вала и температура продуктов сгорания

перед ТВД регулируются САР путем изменения количества топлива, подаваемого в камеру сгорания.

Другой важнейшей функцией, выполняемой САР, является экстренная остановка ГТУ в ситуациях, предвещающих аварию.

1.3 Цели создания системы

Цель создания данной системы – это формирования необходимого уровня качества для решения основных технологических и экономических задач, таких как:

- Своевременное получение достоверной информации с измерительных приборов на объекте;
- Оптимизация режимов работы технологических объектов;
- Повышение точности и оперативности измерений технологического процесса;
- Создание автоматизированного контроля и управления технологическим объектом;
- Улучшение условий работы обслуживающего персонала, за счет снижения трудоемкости;
- Улучшение мер безопасности на производстве, снижение загрязнений окружающей среды
- Минимизация технологических и производственных потерь.
- Предотвращение аварийных ситуаций.

1.4 Требования к техническому обеспечению

Установки, расположенные на открытых площадках, должны быть устойчивы к воздействию экстремальных температур от -45 °С до +45 °С и при температуре 35°С к влажности не менее 80% в зависимости от географического месторасположения.

Для возможности дальнейшего развития и модернизации программно-технического комплекса АС необходимо предусмотреть резерв по каналам ввода и вывода в размере не менее 20%

Чувствительные части датчиков, контактирующие с внешней агрессивной средой, должны быть сделаны из коррозионностойких материалов или для защиты иметь разделитель среды. Датчики, используемые в АС, обязаны соответствовать требованиям взрывобезопасности и иметь искробезопасные цепи.

Уровень защиты технических устройств от пыли и влаги должен быть не менее IP56.

Для получения необходимого показателя надежности датчики следует выбирать на основе показателей мирового уровня или лучших образцов среди отечественных изделий. Такими показателями являются:

- 1) время наработки на отказ не менее 100 тыс. час;
- 2) срок службы не менее 10 лет.

Для свободной компоновки каналов ввода и вывода следует выбирать контроллер, имеющий модульную архитектуру. Для обеспечения взрывобезопасности необходимо использовать модели с искробезопасными входными цепями или барьеры искробезопасности.

Для реализации технического задания необходимо, чтобы комплекс технических средств ГКНС строился на основе специализированных программно-технических элементов:

- Датчики, исполнительные устройства, микропроцессорные регуляторы, анализаторы качества
- Подсистемы управления или контроллеры
- Диспетчерские и инженерные станции по обслуживанию
- Сетевое оборудование
- Специализированная микропроцессорная техника

- Средства для метрологической проверки оборудования

Система измерений получается на основе электронных датчиков.

Средства измерений расходов газа, давлений, уровней и перепадов давлений должны иметь стандартные сигналы диапазона 4-20мА.

Для реализации сбора и обработки информации в составе подсистем управления должны быть предусмотрены модули:

- Ввод сигналов 4-20 мА со встроенными барьерами искрозащиты и без них;
- Вход милливольтовых сигналов со встроенными барьерами искрозащиты;
- Ввод дискретных сигналов;
- Ввод по протоколу RS-422/RS-485 от периферийных микропроцессорных устройств.

2 Разработка оптимизированной АС ГКНС

2.1 Описание технологического процесса

2.1.1 Описание технологического процесса ГКНС

Газокомпрессорная станция - это станция, где происходит рост давления природного газа в ходе его хранения, транспортировки или добычи. В зависимости от назначения выделяют: головные и линейные газокомпрессорные станции магистрального газопровода, газокомпрессорные станции подземных газохранилищ, а также газокомпрессорные станции для закачивания газа обратно в пласт.

Также Газокомпрессорные станции делят по типу центрабежных нагнетателей:

- схема с последовательной обвязкой, характерная для неполнонапорных нагнетателей;
- схема с параллельной обвязкой, характерная для полнонапорных нагнетателей.

Проточная часть неполнопарных нагнетателей рассчитана на степень сжатия от 1,23 до 1,25, в то время как у полнопарных нагнетателей проточная часть сконструирована так, что при номинальной частоте вращения ротора степень сжатия достигает 1,45. Но неполнопарные нагнетатели также могут достичь степень сжатия 1,45 и более при двух- и трехступенчатом сжатии.

Схема газокомпрессорной станции с параллельной обвязкой газоперекачивающего агрегата представлена на рисунке 1.

Технологический газ из магистрального трубопровода с условным диаметров 1220 мм поступает на узел подключения к газокомпрессорной станции через охранный кран под номером 19. Данный кран необходим для автоматического отключения газокомпрессорной станции от магистрального трубопровода при возникновении аварийных ситуаций на узле подключения или на комплексе газокомпрессорной станции.

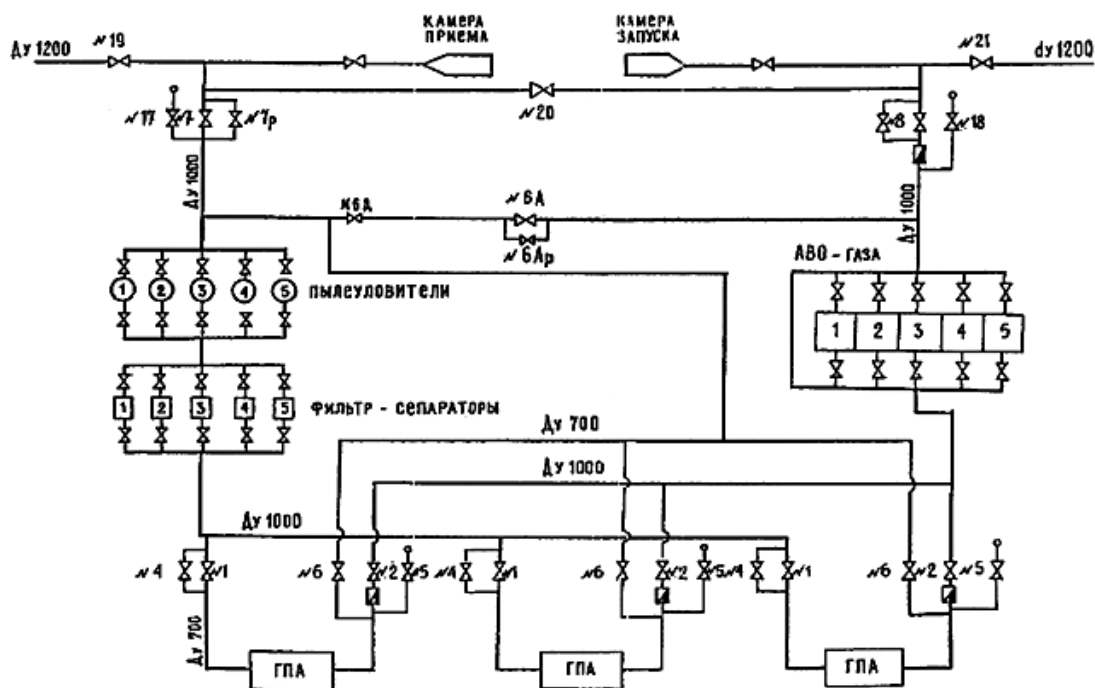


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема КС с параллельной обвязкой ГПА

За краном №19 следует входной кран под номером 7, расположенным на узле подключения. Кран №7 нужен для автоматического отключения газокompрессорной станции от магистрального газопровода. Рядом с входным краном №7 расположен обводной кран №7р, предназначенный для осуществления заполнения газом всей системы обвязки станции. Это необходимо для избегания газодинамического удара, возникающего при открытии крана №7 без предварительного заполнения газом всей системы коммуникаций станции и выравнивания давления между станцией и газопроводом.

Также на узле подключения расположен свечной кран №17, необходимый для стравливания излишнего газа в атмосферу или при проведении профилактических работ на газокompрессорной станции. Также он необходим при возникновении аварийных ситуаций.

Для очистки газа от механических примесей и лишней влаги после крана №7 установлены пылеуловители и фильтр-сепараторы.

Далее очищенный газ поступает по трубопроводу во входной коллектор компрессорного цеха, где он распределяется по входным трубопроводам газоперекачивающих агрегатов через кран под номером 1 на вход центробежных нагнетателей

После сжатия газа для получения необходимого давления в центробежных нагнетателях проходит через кран под номером 2 и попадает на установку охлаждения газа (АВО газа). Далее охлажденный газ через выходной кран № 8 попадает обратно в магистральный трубопровод.

Перед краном №8 устанавливается обратный клапан. Он необходим для того, чтобы предотвратить обратный поток газа из газопровода. Если возникает данный поток при открытии крана №8, то это может привести к обратной раскрутке центробежного нагнетателя и ротора силовой турбины, что ведет к аварии и серьезным последствиям.

Рядом с краном №8 также расположен свечной кран №18. Он установлен по ходу газа перед краном №8 и служит для тех же целей, что и свечной кран №17.

В периоды отключения газокompрессорной станции на профилактические мероприятия на узле имеется перемычка между входным и выходным узлом станции. Данная перемычка производит транзитную подачу газа минуя газокompрессорную станцию. На ней расположен кран под номер 20 для предотвращения транзита газа в период работы компрессорной станции.

На узле подключения газокompрессорной станции расположены камеры пуска и приема очистного оборудования магистрального трубопровода. Очистное устройство состоит из поршня со щетками и скребками. Очистное устройство, проходя от одной станции к другой, очищает трубопровод от механических примесей, влаги и конденсата, движется оно за счет разности давлений.

На магистральном газопроводе, после газокompрессорной станции, установлен и охранный кран № 21, назначение которого такое же, как и охранный кран № 19.

2.1.2 Описание технологического процесса ГПА

Газоперекачивающие агрегаты предназначены для повышения давления газа, транспортируемого по магистральному газопроводу. Выполнение этих функций обеспечивается определенной схемой обвязки центробежных нагнетателей. Нагнетатель природного газа типа 370-18-1 - это центробежная одноступенчатая компрессорная машина, имеющая степень сжатия 1,22-1,24. Начальное давление газа - давление газа при входе во всасывающий патрубок нагнетателя. Конечное давление газа - давление при выходе из нагнетательного патрубка. Степень повышения давления (или степень сжатия) - отношение конечного давления газа к его начальному.

На газокompрессорных станциях используют одно - и двухступенчатые схемы (группы ГПА) компримирования газа. Группа ГПА состоит из двух неполнонапорных центробежных нагнетателей, соединенных последовательно по газу с помощью крановой обвязки («гитары»). Расчетная степень сжатия в этой схеме (группе) обеспечивается двумя нагнетателями и составляет 1,45-1,50.

Газоперекачивающий агрегат ГТК-10-4, сконструированный и изготовленный на Невском машиностроительном заводе, предназначен для сжатия природного газа, транспортируемого по магистральным газопроводам.

Газотурбинная установка, входящая в состав агрегата, выполнена по открытому циклу, с регенерацией тепла по схеме с «разрезным валом». Это позволило получить установку, отличающуюся сравнительно простой конструкцией, высокой экономичностью и маневренностью.

Газоперекачивающий агрегат состоит из газотурбинной установки и нагнетателя природного газа (рисунок 2).

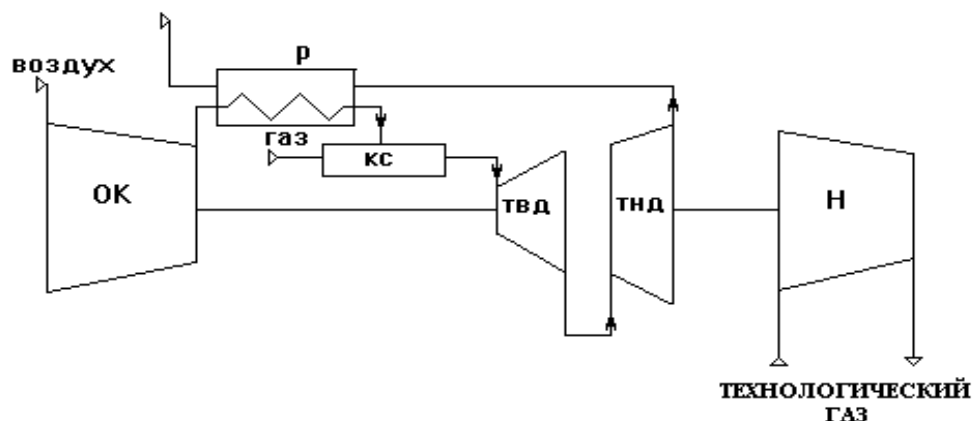


Рис. 2 - Принципиальная схема ГПА

,где ОК - осевой компрессор; ТВД - турбина высокого давления; ТНД - турбина низкого давления; Н - нагнетатель; Р - регенератор; КС - камера сгорания

Газотурбинная установка представляет собой две механических турбины, одна из которых турбина высокого давления для привода воздушного компрессора, а другая силовая турбина для привода газового нагнетателя, воздушный компрессор, камеру сгорания, воздухоподогреватель, кроме того, системы смазки, регулирования, защиты и управления.

Обе турбины сделаны в литом корпусе с внутренней тепловой изоляцией и являются одноступенчатыми. Ротор турбины высокого давления представляет из себя одновенечный диск, укрепленный на консоли вала воздушного компрессора и вращающийся в двух подшипниках. Одновенечный диск турбины низкого давления крепится на консоли силового вала, и также вращается в двух подшипниках. Передний подшипник силового вала принято считать опорным, а задний – опорно-упорным.

2.2 Выбор архитектуры АС

Для разработки архитектуры пользовательского интерфейса проекта АС существуют наборы стандартов, ориентированных на выполнение конкретной задачи. Такие наборы называются профилем. Профили используются для:

- снижение затрат труда обслуживающего персонала;
- повышение эксплуатационных характеристик оборудования;
- обеспечение возможности масштабируемости автоматизированной системы по набору прикладных функций;
- обеспечение возможности внедрения задач информационных систем;

Профили автоматизированной системы делятся на следующие виды:

- прикладного программного обеспечения;
- среды автоматизированной системы;
- защиты информации;
- инструментальных средств автоматизированной системы.

В качестве профиля прикладного программного обеспечения будет использоваться открытая и готовая к использованию SCADA-система фирмы Siemens - Simatic WinCC. Профиль среды основывается на операционной системе Windows XP. Профиль защиты информации состоит из стандартных средства защиты Windows. Профиль инструментальных средств базируется на среде OpenPCS.

Концептуальная модель архитектуры OSE/RM ГКНС представлена на рисунок 3.

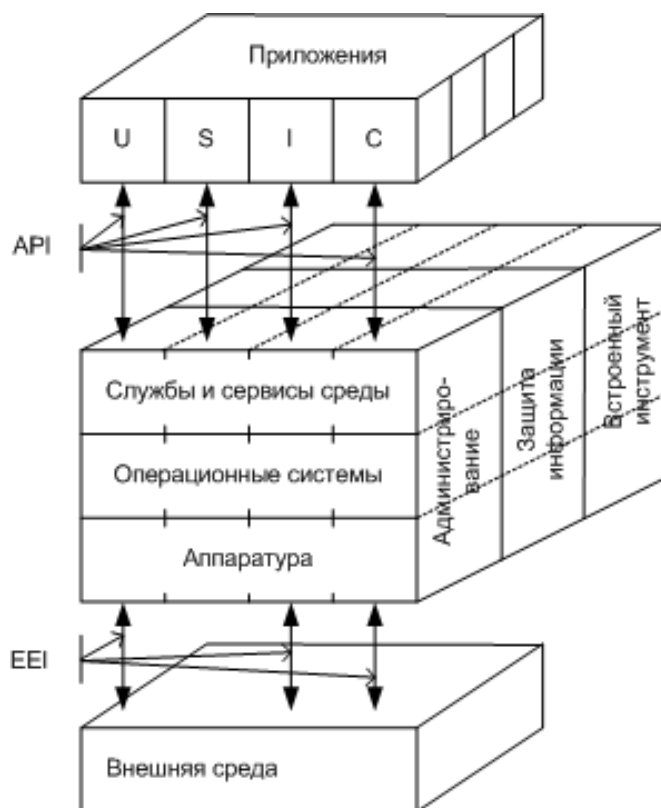


Рис. 3 Концептуальная модель архитектуры OSE/RM ГКНС

Концептуальная модель архитектуры OSE/RM предусматривает разбиение ПО на три уровня:

- компоненты служб и сервисов, предлагаемых средой для функционирования приложений (оконные оболочки, утилиты, системы программирования и системы управления базами данных);
- компоненты операционных систем;
- аппаратура: функциональные блоки и модули средств вычислительной техники и передачи данных (которые, например, видит системный интегратор при составлении спецификаций на оборудование ИС).

Модель предполагает, что взаимодействие между средой ОИС и внешней средой осуществляется с помощью трех типов интерфейсов (U, I и C).

Составные части ОИС разделены интерфейсом взаимодействия прикладных программ со средой ОИС, называемым интерфейсом прикладного программирования API. В отличие от интерфейса ОИС с внешней средой, этот (внутренний) интерфейс определяет сопряжение двух взаимодействующих объектов (функциональной части и среды ОИС) при выполнении функций не только групп U, I и C, но и функций среды по организации процессов обработки данных (System — S).

Полевой уровень автоматизированной системы еще называют внешней средой.

Верхний уровень представляет из себя SCADA-системы, СУБД и HMI.

К современным прикладным программным системам автоматизированных систем относятся открытые распределенные системы клиент-сервер. Для коммуникаций и решения задач между сервером и клиентом используют стандарты OPC. Основная задача OPC сводится к предоставлению разработчикам промышленных программ универсальных интерфейсов с набором функций обмена данными.

На рисунке 4 приведена структура OPC-взаимодействий SCADA ГКНС.

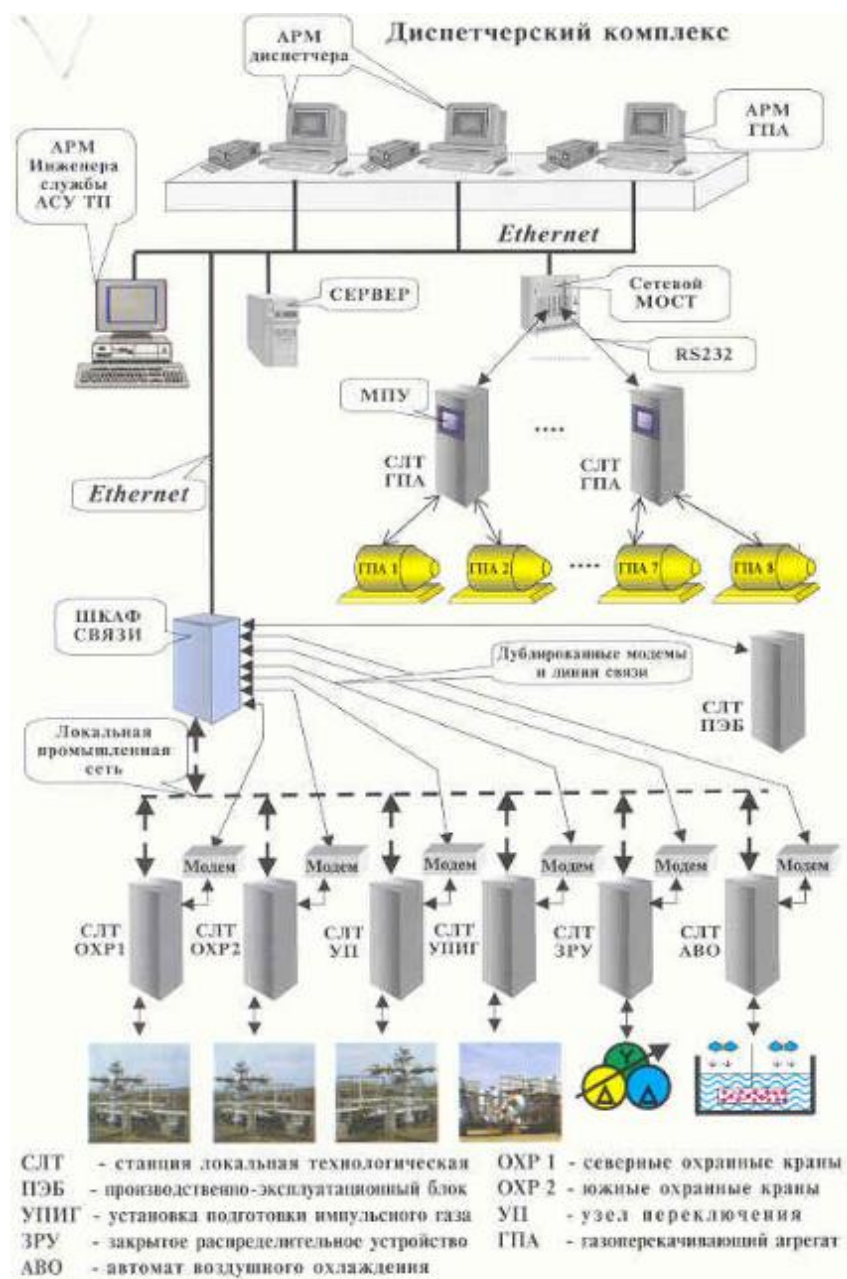


Рис. 4 Структура OPC-взаимодействий SCADA ГКНС

Взаимодействие программируемого логического контроллера с элементами систем SCADA происходит за счет OPC-серверов.

Специализированное программное обеспечение основывается на комплексе программных средств диспетчерского контроля и анализа данных. Данный комплекс строится на базе единых принципов и технологий Windows с использованием средств открытой распределенной архитектуры и пользовательских стандартных интерфейсов. Комплекс состоит из взаимосвязанных наборов приложений и библиотек Windows,

обеспечивающих решение большинства задач диспетчерского контроля и информационного обслуживания.

Набор приложений и библиотек, входящих в комплекс, располагаются на одной машине или в локальной сети связанных между собой компьютеров.

Компоненты комплекса ПО функционируют на ЭВМ архитектуры IBM PC.

SCADA-система:

1) Базируется на распространённой модели объектов, лежащей в основе Windows – DCOM.

2) Имеет возможность написания приложений на различных языках программирования, соответствующих международным стандартам IEC-1131/3.

3) Может легко подключиться и настроиться на любой контроллер отечественный или зарубежный благодаря открытому коммуникационному интерфейсу.

4) Имеет возможность создания многоуровневых автоматизированных систем управления технологическим процессом в масштабе предприятия, основываясь на сетевых ОС с обменом по протоколу TCP/IP и др.

2.3 Разработка структурной схемы АС

Объектом управления является ГКНС, в соответствии с ТЗ разрабатываем систему автоматизированного управления данным технологическим процессом.

Особенность каждой системы управления является программно-аппаратная платформа, используемая на каждом из трех уровней:

– Нижний уровень: первичные датчики такие, как расходомеры, датчики давления и температуры, а также исполнительные устройства, например, регулирующий клапан.

- Средний уровень: локальный контроллер под управление операционной системы, выполняющий функции по сбору, учету и хранению информации с нижнего уровня, а также управление исполнительными устройствами.

- Верхний уровень: коммуникационного контроллера, компьютеров и базы данных, объединенных в одну локальную сеть Ethernet, благодаря которым диспетчер и оператор могут контролировать и управлять автоматизированной системой.

Связь автоматизированных рабочих мест оперативного персонала между собой, а также с контроллером верхнего уровня осуществляется посредством сети Ethernet.

2.4 Выбор средств реализации ГКС

Выбор программно-технических средств реализации автоматизированной системы газокompрессорной насосной станции является задачей анализа вариантов и выбора среди них наиболее подходящего.

Среди программно-технических средств автоматизированной системы газокompрессорной насосной станции следует выделить измерительные и исполнительные устройства, а также контроллерное оборудование системы.

Измерительные устройства необходимо для получения информации о ходе технологического процесса. Исполнительные устройства осуществляют преобразование электрической энергии в механическую или физическую величину для воздействия на объект управления в соответствии с выбранной программой. Контроллерное оборудование необходимо для выполнения задач вычисления и логических операций.

2.4.1 Выбор контроллерного оборудования ГКС

В данном проекте в качестве контроллерного оборудования рассматривались следующие варианты:

- Контроллер GE Fanuc Automation (серии 90-30,90-70, Versa Max);

- Контроллеры Series 3 Plus, Series 4 и Series 5, выпускаемые фирмой CCC (Компрессор Контроллер Корпорейшн – США);

Представленные варианты схожи по основным техническим и функциональным качествам, однако контроллерное оборудование GE Fanuc Automation имеет коммутационные процессоры для связи по сетям Ethernet и Genius. Программный пакет - (Scada- система) -Cimplicity Software.

САУ ГПА на базе GE - Fanuc 90-70 прошли межведомственные испытания и рекомендованы к применению. Выпускаются САУ ГПА и системы централизованного контроля и управления компрессорным цехом для «Газпрома» и «Укргазпрома».

В основе системы автоматизированного управления ГКСБ будем использовать симплексный контроллер GE - Fanuc 90-70 (рис.5).



Рис. 5. - Series 90-70 PLC (Programmable LogicController) .

Модули 90-70 устанавливаются в 5 или 9 слотовую корзину. Корзина крепится на монтажную панель или непосредственно в 19" стойку. Для замены модуля требуется открутить 2 винта. Системная шина контроллеров Series 90-70 выполнена в стандарте VME, контроллер поддерживает VME-устройства третьих фирм. Допускается использование блоков питания на 24В, 48В (постоянного тока) и 120/240В (переменного тока).

2.4.2 Выбор датчиков

2.4.2.1 Выбор датчика давления

Согласно приписанным нормам технологического режима газокompрессорную станцию необходимо оборудовать датчиками избыточного давления (давление на выходе) и давления-разряжения (давление нагнетания). В таблице 3 представлены технические характеристики наиболее подходящих датчиков давления.

Таблица №3

Название датчика	Основная приведённая погрешность, %	Максимальное значение давления, кг/см ²	Цена, руб.	
			Для избыточного давления	Для разности давлений
Метран-100	±0,1	10	11000	12990
Сапфир–22М	±0,15	10	15390	16890
МИДА-ДИ	±0,25	12	14900	12990
СДГ	±0,5	15	21000	26020

Промышленная группа «Метран» является одной из ведущих отечественных компаний по проектированию, разработке, производству и обслуживанию средств автоматизации, таких как датчики, метрологическое оборудование и комплексные проекты автоматизации. При выборе средств измерений оборудованию «Метран» зачастую отдается приоритет. Технические решения, примененные в датчиках измерения давления, является одними из передовых, но при этом соотношение цены и качества довольно оптимально[6]. Поэтому для измерения давления в газокompрессорной станции выбираем датчики фирмы «Метран».

Принцип действия датчиков Метран-100 основан на использовании пьезорезистивного эффекта в гетероэпитаксиальной плёнке кремния, выращенной на поверхности монокристаллической пластины из искусственного сапфира. При изменении формы чувствительного элемента из-за влияния измеряемой величины, а именно давления, изменяется также и электрическое сопротивление на поверхности этого элемента, после чего

данное изменение преобразуется в стандартный аналоговый сигнал постоянного тока и отсылается в виде данных на контроллер.

Так как датчик Метран-100-Ех-ДИ имеет довольно высокую стойкость к вибро- и гидроударам, а также при этом стабильность сигнала, то используем его для измерения давления в нагнетателях. Суть датчика состоит в преобразовании избыточного давления в стандартный токовый выходной сигнал для дистанционной передачи в системы автоматического управления для регулирования технологических процессов. Помимо всего прочего, данный датчик имеет высокую точность преобразования сигнала [7].

Технические характеристики:

- агрегатное состояние измеряемых объектов: жидкости, пар, газ;
- взрывозащищенный;
- предельный диапазон измеряемого давления: 100 МПа(сверху);
0,04 кПа(снизу);
- погрешность измерений: $\pm 0,1\%$;
- уровень защиты от пыли и влаги: IP65;
- выходной аналоговый сигнал: 4-20 мА [7].

Для определения давления всасывания используется датчик давления-разряжения Метран-100-Ех-ДИВ.

Технические характеристики:

- агрегатное состояние измеряемых объектов: жидкости, пар, газ, в том числе, газообразный кислород и кислородосодержащие газовые смеси;
- взрывозащищенный;
- предельный диапазон измеряемого давления: -100 – 150 МПа;
0 – 0,04 кПа;
- погрешность измерений: $\pm 0,1\%$;
- уровень защиты от пыли и влаги: IP65.

Для подачи сигнала будем использовать реле давления РД100, РД1600 и РД400. Данные реле являются оборудованием фирмы «Метран», они

подходят по требованиям, но при этом их цена намного ниже, чем у аналогов.

К техническим характеристикам относятся:

- к агрегатным состояниям измеряемого объекта относятся газ и жидкость;
- диапазон уставок равен от -90 до 1600 кПа;
- уровень защиты от пыли и влаги IP54

Суть работы данных реле состоит в том, что упругая деформация чувствительного элемента при влиянии на него давления или разрежения среды передается на коммутирующее устройство. При разряжении среда через штуцер воздействует на чувствительный элемент, который из-за деформации перемещает магнит, действующий своим магнитным полем на контакты геркона, замыкая или размыкая цепь.

Чтобы настроить реле на определенную уставку необходимо вращением регулировочной гайки установить нужное значение благодаря манометру, как в сторону повышения и понижения давления, так и на замыкание или размыкание электрической цепи[7].

2.4.2.2 Выбор датчика температуры

В автоматизированной системе газокompрессорной станции необходимо также измерять температуру некоторых элементов, например, насоса, температуру воздуха в блок-боксах и температуру газа. Для проведения сравнительного анализа были отобраны датчики температуры наиболее подходящие для нашей системы.

Основные характеристики датчиков занесём в таблицу 4.

Таблица №4

Название датчика	Измеряемый диапазон, оС	Погрешность, %	Цена, руб.
TR 70	-50...+200	1	6900
ТСМУ Метран-243	-50...+120	0,5	2450
Jumo	-200...+600	1	8900
ТСМУ - 205Ex	-50...+150	1	5000

Для определения температуры подшипников электродвигателя используем термопреобразователь сопротивления ТСМ Метран-243 (50М), он наиболее точный и выигрывает по стоимости.

К техническим характеристикам относятся:

- диапазон выходного сигнала равный от 0 до 50 Ом;
- класс точности равный 0,5;
- диапазон измеряемых температур равный от -50 до 120 °С

Чтобы получить сигнал в унифицированном виде используем измерительный преобразователь Ш9321 в качестве вторичного.

Преобразователи в системе необходимы для преобразования данных полученных от термопреобразователей сопротивления типа ТС-медных и ТС-платиновых в унифицированный сигнал постоянного тока 4-20 мА.

К техническим характеристикам относятся:

- допустимый диапазон температур окружающей среды равен от 5 до 60 °С;
- допустимый диапазон относительной влажности воздуха равен от 30 до 80%;
- диапазон давления атмосфер равен от 84 до 106,7 кПа;
- класс точности равен 0,25;

Для получения других температур, например, температуры масла, воздуха в АВО и наружного воздуха, возьмем термопреобразователи ТСМУ-205Ех[8].

К техническим характеристикам относятся:

- допустимый диапазон температур окружающей среды воздуха равен от - 50 до + 50 °С;
- выходной сигнал равен от 4 до 20 мА;
- сопротивление нагрузки равно 700 Ом;
- предельный диапазон преобразуемых температур равен от -50 до 150 °С;

- предельное рабочее давление равно 20 МПа

Термопреобразователи разработаны для получения температуры твердых, жидких, газообразных и сыпучих веществ и изменение данных в унифицированный токовый сигнал. Кроме того, данные преобразователи могут проводить измерения, как в нейтральных, так и в агрессивных средах.

2.4.2.3 Выбор расходомера

Для регулирования необходимого расхода газа в газоперекачивающих агрегатах проанализируем несколько типов расходомеров и выберем наиболее подходящий нам. В таблице 5 приведены технические характеристики некоторых из них.

Таблица №5

Тип датчика	Диаметр прохода, мм	Погреш ность, %	Цена, руб.
ДРС-300	300	1,5	27200
Метран-331	50...100	0,5	33250
СВГ.М	25...350	1	40000

Из 3 датчиков представленных на сравнение самым точным оказался датчик фирмы «Метран». Принцип действия Метран-331 основан на определении частоты вихрей, которые образуются в результате обтекания тела специальной формы, установленного в проточной части преобразователя, в потоке среды. Частота вихрей пропорциональна объемному расходу и определяется при помощи двух датчиков, которые фиксируют пульсацию давления в зоне образования вихрей[8].

К техническим характеристикам относятся:

- диапазон допустимых температур окружающей среды равный от -40 до 85 °С;
- предельное значение избыточного давления в трубопроводе равное 25 МПа;
- условный диаметр присоединяемого трубопровода равный от 15

до 300 мм;

- диапазон измерений расхода газа равный от 0,4 до 1395 м³/ч;
- выходной сигнал равный от 4-20 мА.

2.5 Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.408-13

Функциональная схема автоматизации (ФСА) состоит из чертежей, на которых схематично или условными обозначениями отображены:

- технологическое оборудование;
- коммуникации;
- органы управления;
- средства автоматизации, такие как приборы, регуляторы и вычислительные устройства

На функциональной схеме указываются связи между технологическим оборудованием и отдельными элементами автоматики. Чтобы не нагромождать чертеж принято не отображать на функциональной схеме автоматизации вспомогательных устройств, как источники питания, соединительные коробки и другие монтажные элементы.

Принято выполнять ФСА на одном чертеже, где будут отображены аппаратура всех систем управления, регулирования и сигнализации, относящиеся к данной технологической установке. Более подробные и детальные чертежи, а также ведомости и заказные спецификации выполняются уже на основе функциональной схемы автоматизации.

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям ГОСТ 21.208–2013 и приведена в Приложении А

2.6 Разработка схемы информационных потоков ГКНС

Схема информационных потоков состоит из 3 уровней:

- уровень сбора и обработки (нижний)
- уровень текущего хранения (средний)

- уровень архивного хранения (верхний)

Нижний уровень включает в себя данные, полученные от физических устройств (датчиков, исполнительных элементов системы):

- данные аналоговых сигналов
- данные дискретных сигналов
- данные о вычислениях и преобразованиях

Средний уровень является своего рода базой данных, которая может быть как приемником для запрашивания данных от внешних систем, так и источником для отправки данных. Буферная база данных является маршрутизатором информационных потоков от системы автоматики и телемеханики до графических экранных форм АРМ-приложений. На этом уровне полученные данные ПЛК преобразуются в пакетные потоки информации. Передача данных пакетов между средним и верхним уровнем осуществляется по протоколу Ethernet.

Параметры, передаваемые в локальную вычислительную сеть в формате стандарта OPC, включают в себя:

- давление газа на входе, МПа,
- давление газа на выходе, МПа,
- разница давлений на входе и на компрессорной станции, МПа,
- температура газа, °С,
- мощность, передаваемая редуктору нагнетателя, кВт,
- частота вращения ведущего вала колеса редуктора, об/мин,
- давление после центробежных нагнетателей, МПа,
- уровень в емкостях,
- расход газа,
- содержание механических примесей,
- сигнализация о неправильной работе оборудования.

Каждый элемент контроля и управления имеет свой идентификатор (ТЕГ), состоящий из символьной строки. Структура шифра имеет следующий вид:

AAA_BBB_CCC

где

1. AAA – место установки датчика источника сигнала или название узла приема сигнала, 3 символа, может принимать следующие значения:

- UZL - узел подключения;
- KRN –кран;
- NAG – коллектор-нагнетатель
- AVO – установка охлаждения газа;

2. BBB – уточнение, 3 символа:

- OHR – охранный;
- OBV – обводной;
- CVH – свечной;
- ALARM – аварийная;
- RAZ – разность;

3. CCC – название природы измеряемой величины или описание управляемого параметра, не более 3 символов:

- DAV – давление;
- TMP – температура;
- RAS – расход;
- VLG – влага;
- PRM – примеси;
- ОТК – открыт;

– ZKT – закрыт;

Знак подчеркивания _ в данном представлении служит для отделения одной части идентификатора от другой и не несет в себе какого-либо другого смысла.

Кодировка всех сигналов в SCADA-системе представлена в таблице №6.

Таблица №6

Кодировка	Расшифровка кодировки
UZL_RAZ_DAV	Перепад давлений на узле подключения
KRN_OHR_ZKT	Охранный кран закрыт
KRN_OHR_OTK	Охранный кран открыт
KRN_OBV_ZKT	Обводной кран открыт
KRN_OBV_OTK	Обводной кран открыт
KRN_CVH_ZKT	Свечной кран открыт
KRN_CVH_OTK	Свечной кран закрыт
KRN_CVH_RAS	Расход газа на свечном кране
KRN_ALARM_DAV	Аварийное значение давление в кране
NAG_ALARM_DAV	Аварийное значение давления на нагнетателях
NAG_RAZ_DAV	Разность давлений на коллекторе-нагнетателе
NAG_RAS	Расход газа, проходящего через нагнетатели
AVO_RAZ_TMP	Разность температур на установке охлаждения газа

Верхний уровень включает в себя, как уже говорилось, коммуникационный контроллер, компьютеры и сервер базы данных, объединенных в одну локальную сеть.

Данные полученные от датчиков с полевого уровня поступают на средний уровень управления к программируемому локальному контроллеру, который выполняет функции:

- Сбор, анализ и хранение информации о состоянии оборудования и параметров технологического процесса;
- Управление и регулирование процессами согласно программе;
- Исполнение команд с диспетчерского пункта;
- Обмен информацией между пунктами.

После среднего уровня информация с локального контроллера поступает на коммуникационный контроллер, находящийся на верхнем уровне, который занимается следующими функциями:

- Сбор информации с локального компьютера;
- Обработка данных, включая масштабирование;
- Регулирование единого времени системы;
- Синхронизация работы подсистем;
- Архивирование выбранных параметров системы;
- Обмен информацией между средним и верхним уровнями.

ДП включает несколько станций управления, представляющих собой АРМ диспетчера/оператора. Также здесь установлен сервер базы данных. Компьютерные экраны диспетчера предназначены для отображения хода технологического процесса и оперативного управления.

2.7 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешней проводки приведена Приложении Б. Первичные и внешитовые приборы включают в себя 2 пары датчиков давления Метран-

150, первая пара расположена на «входе» в комплекс газокompрессорной насосной станции, а вторая пара расположена на участке коллекторов-нагнетателей для регулирования перепада давления, датчик температуры Метран-286, расположенный в блоке установки охлаждения газа, пара расходомеров, установленных на свечных кранах и после нагнетателей. Датчики давления и температуры серии «Метран» имеют встроенный преобразователь сигнала, таким образом, на выходе имеем токовый сигнал 4-20 мА. В расходомерах сигнал с диафрагмы преобразуется в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА.

2.8 Алгоритм сбора данных измерений

В качестве канала измерения выберем канал измерения уровня нефти в резервуаре. Для этого канала разработаем алгоритм сбора и отображения данных. Алгоритм представлен на рисунке 6.

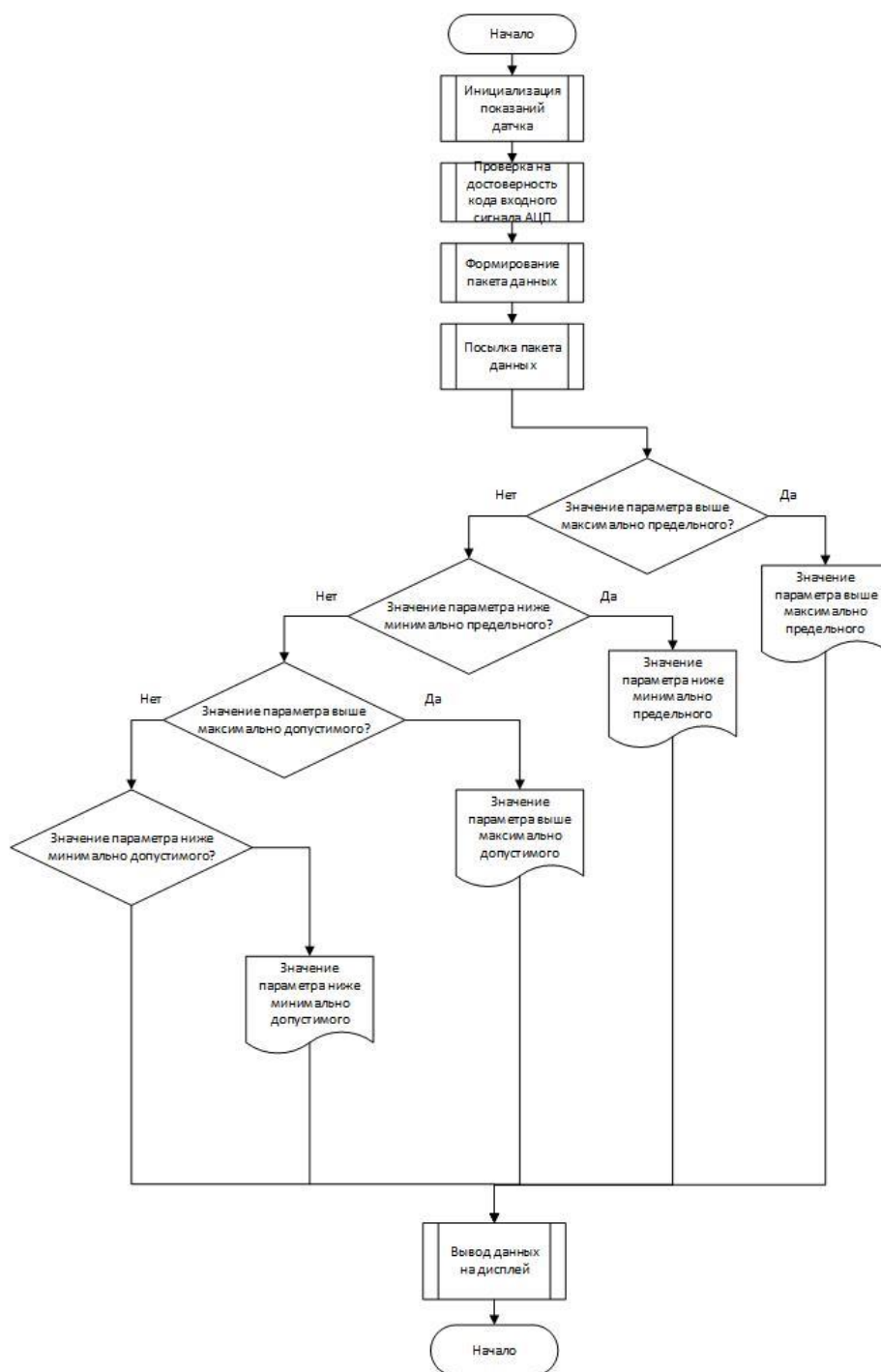


Рис. 6. Общий алгоритм сбора и отображения данных

2.9 Алгоритм пуска/останова технологического оборудования

Объектом автоматизации является ГКНС. Для выбранного технологического оборудования разработан алгоритм пуска/останова, с учётом останова по состоянию агрегатных защит. В зависимости от пусковых характеристик электродвигателя и схемы электроснабжения могут быть предусмотрены различные программы пуска агрегата, отличающиеся положением задвижки на выходе насоса в момент пуска электродвигателя:

- на открытую (полностью) задвижку;
- на закрытую задвижку;
- на открывающуюся задвижку (задвижка сдвинулась с закрытого положения или находится в промежуточном положении).

В данном алгоритме используется пуск двигателя на открытую задвижку.

Алгоритм аварийного останова ГКС представлен на рисунке 7.

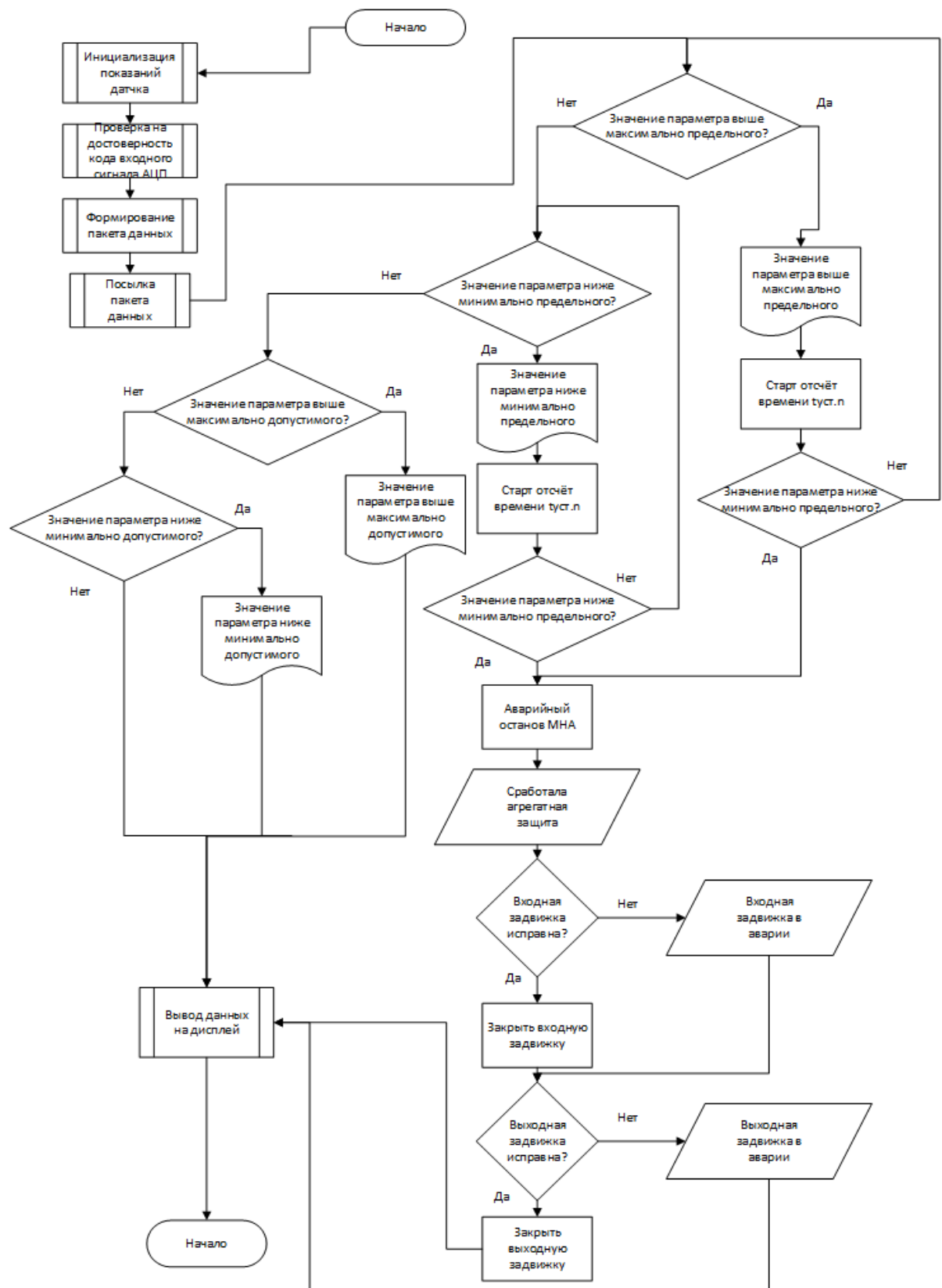


Рис.7 Алгоритм опроса датчика и аварийного останова

2.10 Алгоритм автоматического регулирования давления

В процессе работы ГКНС необходимо поддерживать давление в трубопроводе нагнетательного коллектора, чтобы оно не превышало заданного уровня, исходя из условий прочности трубопровода, но и не падало ниже заданного уровня, исходя из условий кавитации насосных агрегатов.

В качестве регулируемого параметра технологического процесса выберем давление газа в компрессоре. Для обеспечения заданного качества регулирования за достаточно малое время выхода на уставку и с невысокой чувствительностью к внешнему воздействию выберем алгоритм ПИД регулирования.

ПИД-регулятор измеряет отклонение от заданной величины и выдает необходимое управляющее воздействие для поддержания величины на заданном значении.

Структурная схема автоматического регулирования давления приведена на рисунке 9. Данная схема состоит из следующих основных элементов: задание функции, ПЛК с ПИД-регулятором, регулируемый орган, объект управления.

Функциональная схема системы поддержания давления в трубопроводе приведена на рисунке 8:

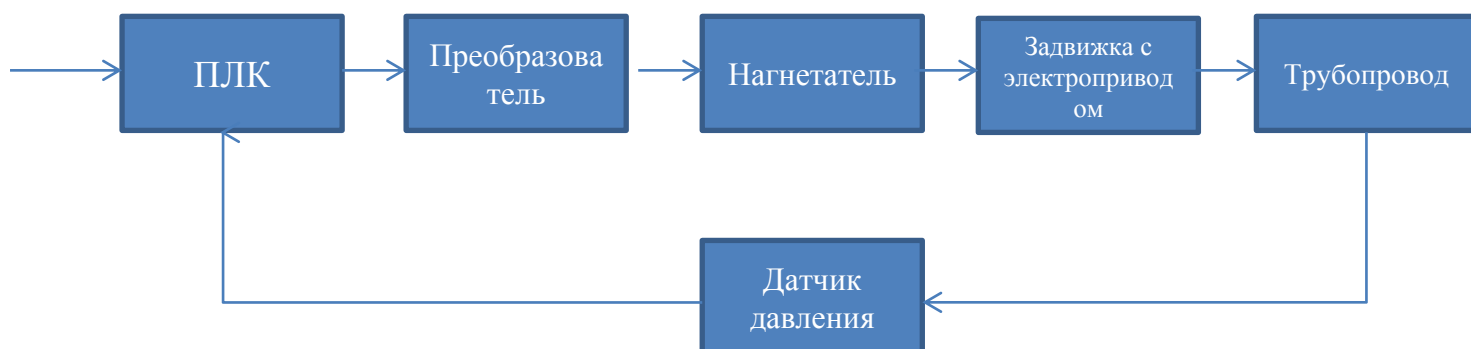


Рисунок 8 – функциональная схема

Объектом управления является участок трубопровода после нагнетателя. С панели оператора задается давление, которое необходимо поддерживать в трубопроводе. Далее это давление приводится к унифицированному токовому сигналу 4-20мА и подается на ПЛК. В ПЛК также подается значение с датчика давления, происходит сравнение значений, и формируется выходной сигнал. Этот сигнал подается на преобразователь, на выходе которого имеет напряжение подаваемое питанием от нагнетателя. На выходе нагнетателя получаем угловую скорость, задаваемую движущимися лопастями, пропорционально которой изменяется газ. Далее в зависимости от открытия или закрытия задвижки происходит изменение давления в трубопроводе.

В процессе управления объектом необходимо поддерживать давление газа на выходе равное 4.5 МПа, поэтому в качестве передаточной функции задания выступает ступенчатое воздействие, которое в момент запуска программы меняет свое значение с 0 до 4.5.

Модель приведена на рисунке 9:

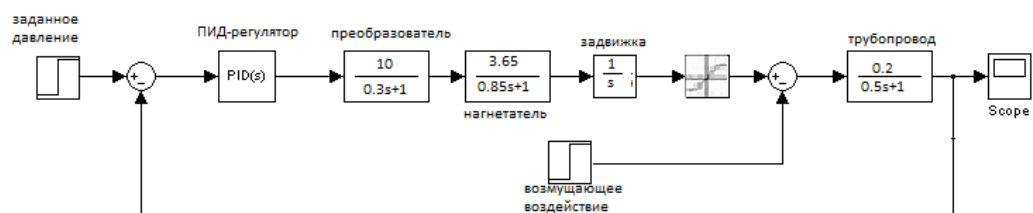


Рисунок 9

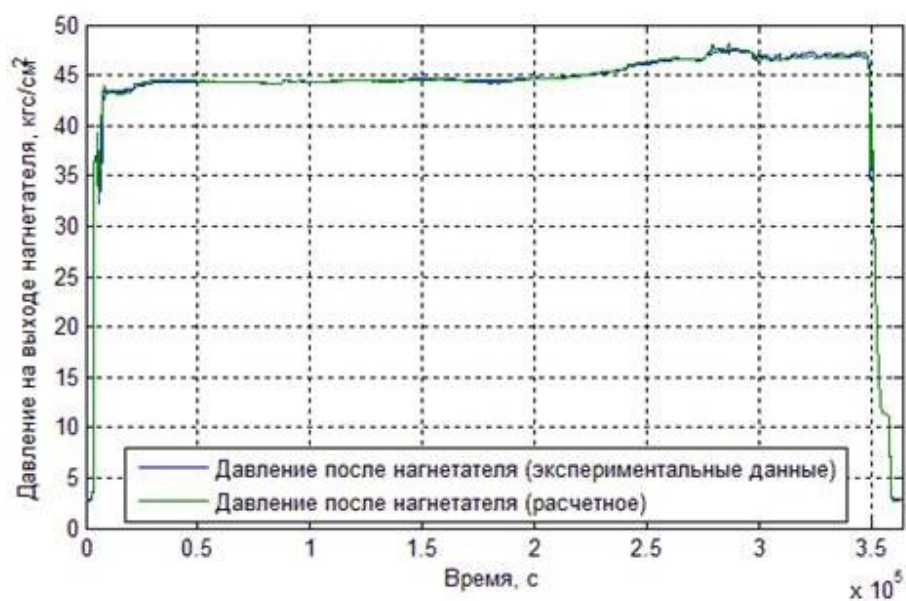


Рисунок 10 - Зависимости давления на выходе нагнетателя ГПА от времени (на основании экспериментальных данных и расчетная)

2.11 Экранные формы АС ГКНС

Управление в АС ГКНС реализовано при помощи набора экранных форм (мнемосхем), на которых наглядно представлен ход технологического процесса, значения его параметров и состояния устройств.

2.11.1. Разработка экранных форм ГКНС

2.11.1.1. Разработка главной экранной формы ГКНС

Интерфейс оператора содержит рабочее окно, состоящее из следующих областей:

- область видеокadra;
- окно оперативных сообщений;
- строка пользователя;
- строка времени;
- строка даты.

Видеокадры предназначены для контроля состояния технологического оборудования и управления этим оборудованием. В состав видеокadров входят:

- мнемосхемы, отображающие основную технологическую информацию;
- дополнительные мнемосхемы установки параметров технологического и контрольно-измерительного оборудования.

В области видеокadra АРМ оператора доступны следующие мнемосхемы:

- Мнемосхема ГКНС (Приложение В);

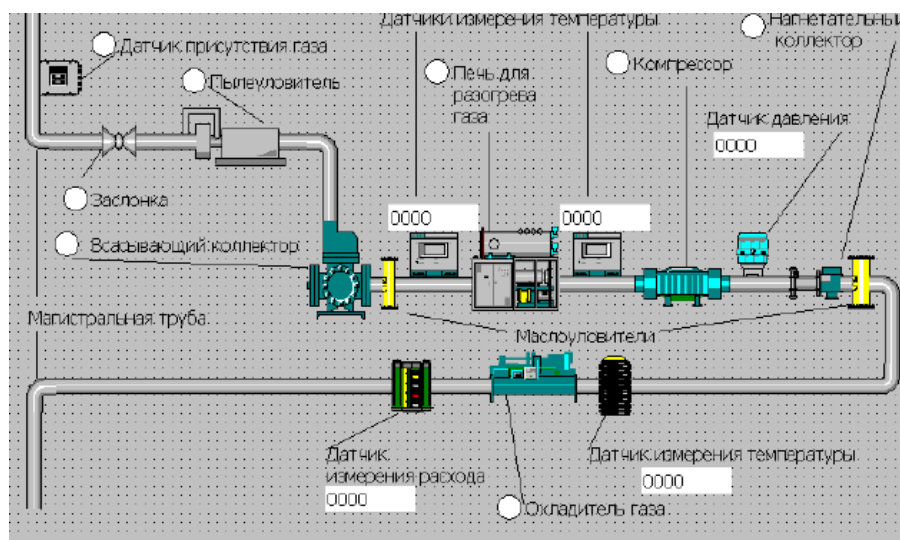


Рис.11 Мнемосхема ГКНС

На мнемосхеме ГКНС отображается работа следующих объектов и параметров:

- измеряемые и сигнализируемые параметры;
- измеряемые параметры коллекторов-нагнетателей;
- состояние и режим работы заслонки.

При помощи данной мнемосхемы может быть выполнено следующее:

- выбор режима работы и управление заслонкой;
- маскирование, имитация и квитирование измеряемых и сигнализируемых параметров.
- выбор режима работы и управления компрессором
- отслеживание аварийных ситуаций
- отслеживание состояний объектов ГКНС

2.11.1.2. Разработка экрана управления заслонкой

Экран управления задвижками приведен на рисунке 13:

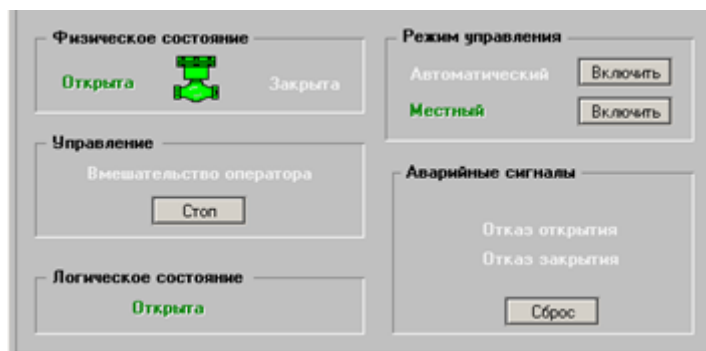


Рис. 12 – экран управления заслонкой

Экран включает в себя 5 частей:

- физическое состояние;
- управление;
- режим управления;
- аварийные сигналы;
- логическое состояние.

«Физическое состояние» показывает рабочее состояние задвижки: «открыто» или «закрото». Также «физическое состояние» может отображать состояние «аварии», когда на входах контроллера присутствуют одновременно оба состояния или же наоборот.

«Режим управления» показывает текущий режим управления клапаном: «местный» и «автоматический». При нажатии соответствующей кнопки напротив режима работы, можно переключатся между ними.

«Управление» отображает состояние задвижке во время вмешательства оператора в работу заслонки при аварийных ситуациях. Кнопка «Стоп» останавливает «автоматическое» управление и переходит в «местный» режим.

«Логическое состояние» показывает текущее состояние заслонки: «открыта», «закрота», «открытие заслонки», «закрытие заслонки».

Аварийные сигналы – отображает аварийные сигналы. Кнопка «Сброс» сбрасывает все аварийные сигналы и инициализирует алгоритм управления. Работает во всех режимах управления. Если оборудование находится в состоянии «авария», то после устранения причин аварии, необходимо нажать

кнопку «Сброс».

2.11.1.3. Разработка экран управления компрессором

Экран управления компрессором приведен на рисунке 14:

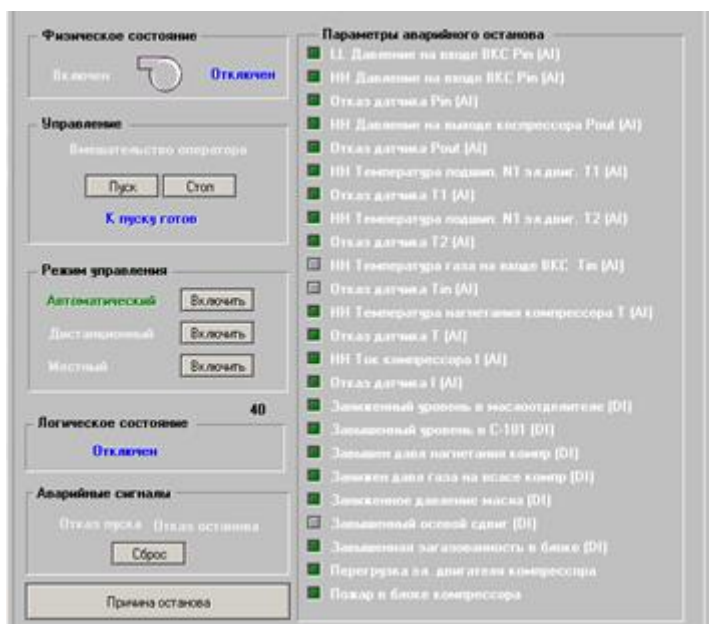


Рис. 13 – Экран управления компрессором

Экран включает в себя 6 частей:

- физическое состояние;
- управление;
- режим управления;
- аварийные сигналы;
- логическое состояние;
- параметры аварийного останова.

«Физическое состояние» показывает рабочее состояние компрессора: «включен», «отключен». Также «физическое состояние» может отображать состояние «аварии», когда на входах контроллера присутствуют одновременно оба состояния или же наоборот.

«Управление» показывает «готовность компрессора к пуску» или «вмешательство оператора». На данной панели присутствуют кнопки «Пуск» и «Стоп» для осуществления «дистанционного» управления или переход в «местный режим» управления соответственно.

«Режим управления» показывает текущее состояние режима

управления оборудованием: «местный», «дистанционный» и «автоматический». Для перехода между режима необходима нажать на соответствующую кнопку напротив необходимого режима работы.

«Логическое состояние» показывает текущее состояние компрессора: «включен», «отключен», «включение», «отключение».

«Аварийные сигналы» показывают момент аварии и прерванный процесс компрессора. Если оборудование находится в состоянии «авария», то после устранения причин аварии, необходимо нажать кнопку «Сброс».

«Параметры аварийного останова» показывает причины аварии и останова компрессора. Напротив причин аварийного останова имеются лампы. Зеленый цвет лампы говорит о том, что параметр подтвержден и по нему будет проводиться проверка. Серый цвет лампы говорит о том, что параметр не подтвержден и проверка проводиться не будет.

Также на экране управления компрессором присутствует кнопка «Причина останова», нажатие на которую приводит к открытию диалогового окна, содержащего информацию о последнем аварийном останове с указанием даты и причины останова.

Заключение

В результате проделанной работы была разработана оптимизированная АС управления газокompрессорной насосной станции. В ходе выпускной квалификационной работы был изучен технологический процесс изменения давления газа на ГКНС для дальнейшей его транспортировки по магистральному трубопроводу. Была разработана функциональная схема автоматизации ГКНС, в которой описаны состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. Автоматизированная система газокompрессорной насосной станции была спроектирована на базе датчиков фирмы Метран, промышленного контроллера GE Fanuc Automation серии 90-70 и программного пакета SCADA систем: WinCC, Mi8 Bentley. В данной выпускной квалификационной работе была разработана схема внешних проводок, позволяющая понять систему передачи сигналов от полевых устройств на щит КИПиА и АРМ оператора и, в случае возникновения поломок, легко их исправить. Для разработанных алгоритмов было разработано программное обеспечение для ПЛК на языке FBD. Для поддержания давления газа в трубопроводе на выходе коллектора-нагнетателя был выбран способ регулирования давления (дресселирование) и разработан алгоритм автоматического регулирования давления (разработан ПИД-регулятор). В заключительной части выпускной квалификационной работы были разработаны дерево экранных форм, мнемосхемы ГКНС и объектов ГКНС.

Таким образом, спроектированная САУ СКН не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и имеет высокую гибкость, позволяющую изменять и модернизировать разработанную САУ в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиями. Кроме того, SCADA-пакет, который используется на всех уровнях автоматизации СКН, позволяет заказчику сократить затраты на обучение персонала и эксплуатацию систем.

[illegible]