

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа

Кафедра технологических машин и оборудования нефтегазового комплекса

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Э.А. Петровский

«__» _____ 2017 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Конфигурация автоматизированных рабочих мест операторов оборудования
НГК

Руководитель _____ к.т.н., доцент Тынченко В.С.
подпись, дата ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ Коп В.А.
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2017

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Автоматизированное рабочее место операторов оборудования НКК» содержит 74 страницы текстового документа, 20 иллюстраций, 5 таблиц, 41 использованный источник.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО ОПЕРАТОРА, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, АСФАЛЬТЕНО-СМОЛО-ПАРАФИНИСТЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ, РЕЗЕРВУАР ВЕРТИКАЛЬНЫЙ СТАЛЬНОЙ.

В процессе длительной эксплуатации резервуаров с плавающей крышей, предназначенных для хранения сырой нефти на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) и нефтебазах, происходит значительное накопление на днище асфальтено-смоло-парафинистых отложений (далее АСПО).

Актуальность работы заключается в том, что для недавно разработанного эффективного способа очистки от данных отложений нет автоматизированной системы управления. Автоматизация процесса снизит риск возникновения аварий вследствие влияния человеческого фактора, а также позволит экономить на оплате труда работников.

Целью работы является повышение эффективности управления технологическим процессом очистки нефтяных резервуаров НПЗ от АСПО. К задачам относятся:

- Рассмотреть основы автоматизации технологических процессов;
- Изучить технологический процесс очистки РВС от АСПО;
- Выбрать средства автоматизации и контроля;
- Разработать автоматизированную систему управления технологическим процессом очистки РВС от АСПО;
- Разработать указания по вводу и эксплуатации автоматизированной системы управления технологическим процессом.

Разработан проект автоматизированной системы управления технологическим процессом очистки РВС от АСПО.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Аналитическая часть.....	6
1.1 Описание технологического процесса очистки РВС от АСПО.....	6
1.2 Описание технологического оборудования.....	7
1.3 Основные преимущества автоматизации технологических процессов...8	
1.4 Основные виды систем автоматизированного управления.....	19
1.5 Система Trace Mode.....	24
1.6 Взаимодействие с АСУ ТП.....	26
1.7 Сбор, первичная обработка информации.....	29
1.8 Обеспечение АСУ ТП.....	33
1.9 Установка первичных преобразователей.....	35
2. Практическая часть.....	40
2.1 Подбор оборудования и средств автоматизации.....	40
2.2 Разработка АСУ ТП.....	52
2.3 Программная часть.....	52
2.4 Графическая часть.....	55
2.5 Проверка АСУ на работоспособность.....	59
3 Эксплуатация АСУ ТП.....	60
3.1 Ввод в эксплуатацию АСУ ТП.....	60
3.2 Правила эксплуатации АСУ ТП.....	61
3.3 Расчет на надежность.....	64
Заключение.....	66
Список сокращений.....	67
Список использованных источников.....	68
Приложение А – схема напорно-размывных линий блока горячей циркуляции станции очистки РПСН	

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире человечество сталкивается с различными задачами, решение которых зачастую является достаточно тяжелым, а порой и опасным. В огромной степени это касается и нефтегазового производства, где существует большое количество технологических процессов (ТП), представляющих значительную опасность здоровью и жизни рабочего персонала, а также экономически затратных.

Автоматизация – основа эффективной производственной деятельности. Автоматизированные системы управления (АСУ) обеспечивают удаленный мониторинг протекания ТП, а именно таких параметров, как: температура, давление, расход ресурса и т.д. Также АСУ позволяет удаленно управлять ТП, что исключает присутствие человека на самом производстве, что в свою очередь снижает опасность жизни и здоровью персонала.

Автоматизация дает возможность повышения производительности труда, улучшения качества продукции, оптимизации процессов управления, а также позволяет отстранить рабочий персонал от опасных для здоровья производств.

Автоматизация, за исключением совсем простых случаев, требует комплексного и системного подхода к решению поставленной задачи. В состав систем автоматизации входят датчики (сенсоры), устройств ввода и вывода, управляющие приборы (контроллеры), исполнительные приборы, а также компьютеры. Применяемые методы вычислений иногда копируют нервные и мыслительные функции человека. Весь этот комплекс средств как правило называют системой. [1]

Главная тенденция развития автоматизированных систем идет в направлении создания автоматических систем, способных выполнять поставленные задачи или процедуры без участия рабочего персонала. Роль персонала заключается в подготовке исходной информации, выборе алгоритма (метода решения) и исследовании полученных результатов. Также

в таких системах предусматривается плавно увеличивающаяся защита от опасных событий (аварий), либо способы их обхода (с точки зрения науки катастроф это не есть одно и то же).

Тем не менее присутствие в осуществляемых функциях сложно программируемых процедур объясняет масштабное распространение автоматизированных систем. Здесь персонал участвует в процессе, например, управляя им, вводя промежуточную информацию. В таких случаях принципиально экономят на защите от редких и сложных нестандартных событий, отводя её роль рабочему персоналу.

На степень автоматизации влияют вероятность и разнообразность опасных событий (аварий), длительность времени, отведенного на выполнение функции, и её вид — типовая или нет. Так, при срочном поиске решения нестандартной задачи следует полагаться только на человека.

Целью работы является повышение эффективности управления технологическим процессом очистки нефтяных резервуаров НПЗ от АСПО. К задачам относятся:

- Рассмотреть теоретическую часть автоматизации технологических процессов;
- Выбрать средства автоматизации и контроля;
- Изучить технологический процесс очистки РВС от АСПО;
- Разработать автоматизированную систему управления технологическим процессом очистки РВС от АСПО;
- Разработать указания по вводу и эксплуатации автоматизированной системы управления технологическим процессом.

1 Аналитическая часть

1.1 Описание технологического процесса очистки РВС от АСПО

Суть процесса заключается в том, чтобы перевести АСПО в жидкое агрегатное состояние и затем вывести из резервуара. Для этого в стенки первого пояса резервуара монтируют по три нагнетательных и всасывающих патрубка напротив друг друга. Через нагнетательные патрубки в резервуар подается топливо маловязкое судовое (ТМС), предварительно разогретое до температуры 45-50 °С. После закачивания определенного объема ТМС, его подача прекращается и начинается закрытая подогреваемая циркуляция, повышающая температуру ТМС до 70-75 °С.

После достижения данной температуры АСПО переходит в жидкое состояние и смешивается с ТМС. Далее, не прекращая циркуляции, смесь с каждой циркуляционной линии путём частичного открытия задвижек № 5,6,11, поступает в центробежный пластинчатый сепаратор С-1, где отделяется от воды и механических примесей, после чего поступает в буферную ёмкость Е-1 из которой откачивается шестеренчатым насосом Н-4 в линию товарного мазута.

После откачки смеси ниже нижнего образующего патрубков напорно-размывной линии, предусмотрена подача в резервуар горячей воды и пара, что так же способствует разогреву смеси АСПО и ТМС, вовлечение воды в свою очередь обеспечит подъём уровня в резервуаре, а из за разницы плотностей воды и углеводородов произойдёт их расслоение, что позволит произвести откачку остатка отложений по предложенной схеме, после чего можно дренировать оставшуюся воду, и в зависимости от технического состояния резервуара провести необходимые работы.

1.2 Описание технологического оборудования

Станция очистки резервуарных парков сырой нефти включает в себя два блока:

- блок горячей циркуляции;
- блок сепарации и откачки шламодержащей смеси.

Блок горячей циркуляции состоит из трёх параллельных линий, каждая из которых включает в себя центробежный насос, теплообменник типа труба в трубе. По напорно-размывной линии, в которой объединяются все три потока, через вмонтированные в неё три напорных патрубка (рисунок 1) установленные в нижний пояс резервуара на высоте 50 см друг напротив друга, под высоким давлением, рабочая среда поступает в резервуар.

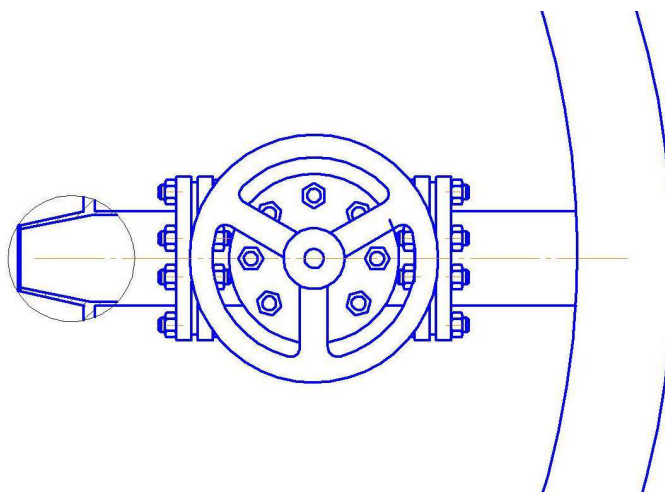


Рисунок 1 – Напорный патрубок напорно-размывной линии (вид сверху)

Напорный патрубок (рисунок 2) представляет собой вмонтированное в стенку резервуара сопло 2, оборудованного хлопушей 3 для предотвращения уноса рабочей среды обратным ходом в случае нарушения режима. Скорость и расход потока жидкости из напорно-размывной линии регулируется степенью открытия задвижки 1. Исполнение напорного патрубка в виде сопла гарантирует ускорение потока рабочей среды, что обеспечит

равномерный размыв и как следствие разогрев и растворение АСПО в ТМС с каждой из трёх рабочих зон резервуара.

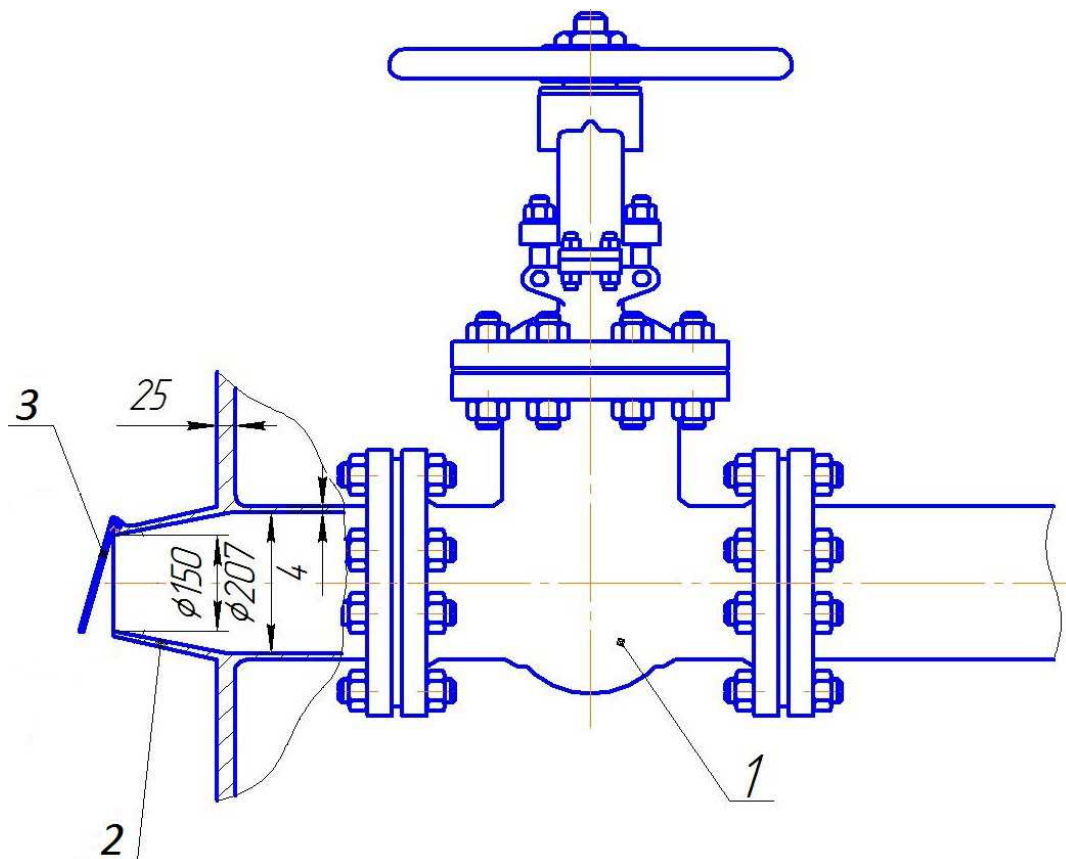


Рисунок 2 - Устройство напорного патрубка напорно-размывной линии

Общая схема технологического процесса представлена в приложении А.

1.3 Основные преимущества автоматизации технологических процессов.

Под автоматизацией технологических процессов подразумевается комплекс технических мероприятий, целью которых является разработка новых прорывных ТП и создание высокопроизводительного оборудования на их основе, которое выполняет все основные и вспомогательные операции, включающие в себя изготовление изделий без включения в работу оперативного персонала. Автоматизация технологических процессов

является комплексной конструктивно-технологической и экономически важной задачей создания принципиально новой техники.

Перед автоматизацией всегда шел процесс механизации — частичной автоматизации технологических процессов на базе такого технологического оборудования, которым управляет оперативный персонал. Кроме того, оперативный персонал производит контроль изделий, наладку и регулировку оборудования, а также загрузку-выгрузку изделий. Механизация может достаточно эффективно сочетаться с автоматизацией конкретного технологического процесса, но именно автоматизация технологического процесса создает позволяет обеспечить высокое качество продукции при высокой скорости ее изготовления [2].

Осуществляется качественная и количественная оценки состояния автоматизации и механизации технологических процессов. Одним из важнейших качественных показателей является уровень автоматизации. Этот уровень определяется в виде отношения числа автоматизированных операций к общему числу операций, выполняемых на автомате, линии, участке.

Автомат (в переводе от гр. *automatos* — самодействующий) — это самостоятельно действующий прибор или совокупность приборов, которые выполняют процессы получения, преобразования, использования и передачи энергии, данных и материалов по заданной программе без непосредственного участия оперативного персонала.

Последовательность, по которой автомат выполняет запрограммированные действия называют рабочим циклом. Если для возобновления рабочего цикла необходимо вмешательство рабочего персонала, то данный прибор называют полуавтоматом.

Производство, процесс или оборудование, которое не требует присутствия рабочего персонала в течение некоторого промежутка времени для выполнения определенного количества повторяющихся рабочих циклов,

называется автоматическим. Если часть процесса выполняется в автоматическом режиме, а другая часть требует присутствия оперативного персонала, то данный процесс называется автоматизированным.

Степень автоматизации технологического процесса определяется долей необходимого участия оперативного персонала для управления данным процессом [3]. При полной автоматизации присутствия оперативного персонала на протяжении некоторого промежутка времени совершенно не требуется. Чем больше данный промежуток времени, тем выше считается степень автоматизации.

Под режимом работы, не требующим участия оперативного персонала понимают такую степень автоматизации, при которой цех, производственный участок, станок или целый завод способен работать автоматически в течение по как минимум одной производственной смены (8 ч) в отсутствие оперативного персонала.

Технические преимущества технологических систем, которые управляются автоматически в сравнении с аналогичными системами с ручным управлением следующие: более высокое быстродействие, которое позволяет увеличивать скорость протекания процессов, и таким образом, производительность технологического оборудования; более стабильное и высокое качество управления процессами, которое обеспечивает более высокое качество продукции при более экономичном расходовании энергии и ресурсов; возможность работы автоматов в вредных, тяжелых и опасных для рабочего персонала условиях, а также стабильность ритма работы и возможность более длительной работы без перерывов ввиду отсутствия утомляемости, свойственной рабочему персоналу [4].

Экономические преимущества, которые достигаются во время использования автоматических систем в производстве, являются следствием технических усовершенствований [5]. К этим преимуществам можно отнести возможность немалого повышения производительности труда; более экономичное использование ресурсов (энергии, труда и материалов); более

стабильное и высокое качество продукции; уменьшение промежутка времени от начала проектирования до получения продукции, а также возможность расширения производства без необходимости увеличения трудовых ресурсов.

Автоматизация технологического процесса позволяет более экономично эксплуатировать труд, энергию и материалы. Автоматическое планирование и оперативное управление технологическим процессом способны обеспечивать лучшие организационные решения, а также сокращают запасы незавершенного производства. Автоматическое регулирование процесса позволяет предотвращать потери из-за поломок и вынужденных простоев оборудования. Автоматизация проектирования и производства изделий с использованием электронно-вычислительных машин дает возможность значительно уменьшить количество бумажных документов (схем, описания, графиков, чертежей и т.д.), требуемых в неавтоматизированном производстве, хранение, составление, передача и использование которых занимает очень много времени [6].

Автоматизированное производство требует более квалифицированное, технически грамотное обслуживание. Также значительно изменяется сам характер труда, который связан с ремонтом, наладкой, программированием и организацией работ в автоматизированном производстве [7]. Данная работа требует значительно более глубоких и разносторонних знаний, более разнообразна и, таким образом, интересна.

От качественного уровня развития производства зависит прогресс абсолютно всех отраслей промышленности [8]. Ввиду этого повышению эффективности производства и уровня автоматизации технологических процессов должна отводиться приоритетная роль.

Рассмотрим основные направления автоматизации контроля.

Контрольные операции в машиностроении занимают большой объем работ. Множество контролеров проверяют готовые детали, заготовки, полуфабрикаты и изделия с целью недопущения бракованной продукции на

последующие операции или к потребителю продукции. Автоматизация контроля не только снижает потребность в контролерах, но также позволяет стабильно совершать все запрограммированные действия по осуществлению контроля и достаточно тщательно проверять контролируемые характеристики (формы, размеры и т.д.) деталей и продукции в целом [9].

Контроль — это одна из эффективных мер улучшения качества продукции в соответствии с его основными функциями — отслеживанием брака при изготовлении продукции и недопущением выпуска бракованной продукции [10]. Организационно-технический контроль может быть классифицирован:

- по назначению, включающую в себя проверку линейных размеров, формы, шероховатости поверхности, химических и физико-механических свойств изделий, качества и взаимного расположения деталей в сборочных единицах (соблюдение требуемых натягов, зазоров и т.д.), соблюдения функциональных характеристик изделия и т.п.;

- количеству измеряемых изделий — на выборочный и сплошной;

- количеству контрольных операций — на окончательный и пооперационный;

- степени автоматизации — на автоматизированный, механизированный и ручной;

- характеру влияния на технологические процессы — на пассивный и активный;

- способу измерения — на косвенный, прямой и комбинированный.

Применение автоматизации контроля, также как и других операций технологического процесса, должно быть обосновано техническом и экономическом аспекте [11]. Основные требования, которыми следует руководствоваться во время выбора автоматизации контроля и используемых измерительных средств:

- рациональная схема контроля, которая обеспечивает проверку с определенной стабильностью и точностью показаний измерений;

- минимальные из возможных трудовые затраты на операции по контролю;
- достижение наименьшего времени операции по контролю;
- совмещение контроля нескольких характеристик в одном контрольном переходе, т.е. эксплуатация устройств для контроля нескольких показателей одновременно;
- использование более экономичных устройств и приборов;
- применение достаточно надежных и долговечных приборов, простых в эксплуатации и ремонте с максимальной продолжительностью работы до повторного ремонта.

При выполнении контрольных операций возникают погрешности измерений, которые образуются в результате некорректного базирования контролируемой детали, ограниченной точности контрольно-измерительных приборов, влияния температурных факторов, погрешностей отсчета, нерациональной схемы проведения измерения и др. Погрешности измерения разделяют на случайные, систематические и грубые.

Грубые погрешности — погрешности, по абсолютному значению превышающие допустимые и свидетельствующие о явном искажении результатов измерения [12]. Они возникают при неправильно настроенном устройстве, сбившейся шкале (в результате толчка, удара и т.д.), недостаточно закрепленных контрольных устройствах, неустойчивых фундаментах и т.д. Грубые погрешности измерения обнаруживаются методом проведения контрольных промеров.

Систематические погрешности измерения — погрешности, входящие с постоянным значением и знаком в измерения всех деталей [13]. Эти погрешности могут также меняться по определенному закону и возникать в результате неправильной установки прибора и измеряемой детали, несовершенной конструкции и градуировки прибора, ввиду изменения температуры в процессе измерения и прочих факторов [14].

Случайные погрешности измерения — погрешности, которые по знаку и значению могут быть большими или меньшими у каждой из деталей [15]. Они появляются по причине несовершенства конструкции устройства, погрешности расчета, колебания измерительных усилий, деформации деталей устройства, трения деталей устройства и т.д.

Для того, чтобы снизить влияние погрешностей, нужно выполнять измерения при постоянном усилии и температуре $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ инструментом, цена деления которого не превышает $1/6$ поля допуска измеряемого показателя. Инструмент должен быть годным (срок действия прибора по паспорту не истек) [16]. Проверка инструмента производится через определенное время. Наибольшее значение имеют систематические погрешности измерения: температурные и установки детали [17]. Для того, чтобы снизить влияние температурных погрешностей, измерения следует проводить при равной температуре инструмента и измеряемой детали. В противном случае необходимо на измеряемый размер вводить поправку.

Погрешности установки деталей в измерительные приборы соответствуют погрешности базирования, при условии, что деталь при измерении не закрепляется [18]. В некоторых случаях, когда измеряются детали, которые изготовлены с низкими допусками, рекомендуется пользоваться измерительными средствами с большей ценой деления, поскольку такие устройства дешевле и проще. Достичь этого возможно, если использовать схему расположения установочных элементов приспособления таким образом, чтобы перемещение измерительного штока было бы больше, нежели допуск на измеряемый размер детали [19]. Например, при измерении диаметра детали, установленной на призму с углом 60° , перемещение штока составит 1,5 при колебаниях размеров деталей на 4, т.е. если размеры деталей изменятся на 0,02, то шток переместится на 0,03. Следовательно, вместо измерения детали устройством с ценой деления 0,002 (поскольку цена деления прибора должна быть в шесть раз ниже допуска на измеряемый

размер детали) можно делать измерение устройством, цена деления которого составляет 0,005.

Все средства автоматизации контроля состоят из устройства для установки измеряемой детали, измерительного датчика, промежуточных приборов для усиления сигнала, который подается датчиком, иногда реле времени для задержки сигнала и исполнительного прибора для управления сортировочным прибором или станком, на котором обрабатывается и контролируется деталь, а также приборами для звуковой или световой сигнализации и счета деталей.

При автоматизации контроля требуется предусмотреть возможность наблюдения за работой контрольных приборов, чтобы вовремя производить настройку и не использовать устройства, которые начинают давать ошибочные показания измеряемых характеристик [20].

Пассивный и активный контроль

Автоматическим контрольным прибором называют такой, который без участия оперативного персонала выполняет все действия, требуемые для измерения изделия и сопоставления его реальных размеров с заранее заданными [21]. В автоматическом контрольном приборе имеется блок памяти, в который вносят предельные размеры характеристик изделия, чтобы прибор мог сравнивать измеренные размеры с заданными предельными. Если в результате такого сравнения прибор сортирует изделия по группам, то он называется автоматом пассивного контроля (рисунок 3, а). Если по результатам сопоставления размеров устройство изменяет ход протекания процесса (уменьшается подача, отводится шлифовальная бабка и др.), то его называют автоматом активного контроля (рисунок 3, б).

Автоматы пассивного и активного контроля включают ряд одинаковых по назначению деталей приборов, что делает возможным унификацию наиболее надежных и конструктивно совершенных видов таких приборов [22].

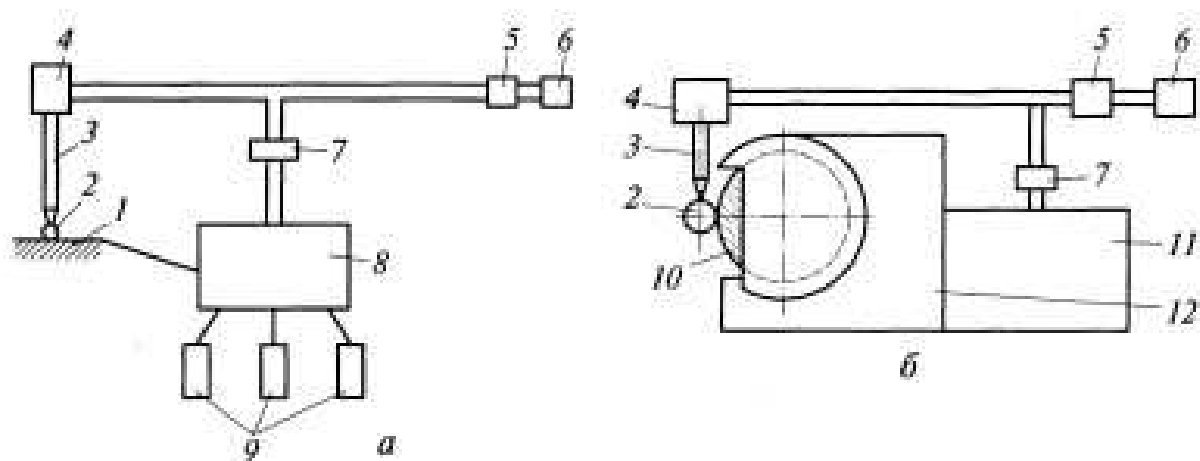


Рисунок 3 - Схемы автоматов пассивного {а) и активного {б) контроля: 1 — измерительное приспособление; 2 — деталь; 3 — шток; 4 — размерный датчик; 5 — счетчик; 6 — сигнализация; 7 — промежуточное звено; 8 — сортировочное устройство; 9 — ящик для рассортирования деталей; 10 — инструмент; 11 — исполнительный механизм; 12 — шлифовальная бабка

Автоматы пассивного контроля. В автоматах пассивного контроля (рисунок 3, а) можно не только сортировать изделия 2, характеристики которых измеряются в приспособлении 1, на годные и негодные по заниженным и завышенным размерам, но и сортировать (8 — сортировочный прибор) годные изделия по группам с заранее заданным групповым допуском (9 — емкости для рассортированных деталей), что особенно важно во время автоматической сборки деталей. В часовом производстве используют автоматы пассивного контроля для сортировки балансов часов по моменту инерции и спиралей по крутящему моменту на ряд групп, что дает возможность значительно снизить трудоемкость сборочных операций.

Для разделения деталей по группам применяют различные конструкции сортировочных устройств. Часто поток деталей сортируется при помощи флажков или шиберов, которые приводятся в действие с помощью электромагнитов [23].

Автоматы активного контроля. Измерения проводятся в процессе обработки детали. При этом измерять можно непосредственно обрабатываемую деталь (прямой метод), положение инструмента или части станка (косвенный метод), либо деталь и положение инструмента

(комбинированный метод). Иногда активный контроль производят не во время обработки, а после окончания обработки, когда сложно встроить измерительный штوك в зону обработки. После измерения детали автомат активного контроля может подать сигнал на остановку станка ввиду несоответствия заданных размеров, поломки инструмента и прочих причин. Он также может подавать сигнал и на поднастройку станка.

Активный контроль — это наиболее прогрессивный метод, поскольку он не фиксирует брак, а предотвращает его появление, позволяет освободить рабочего персонала от функций управления станком в зависимости от достижения заданных характеристик изделия и позволяет вводить автоматическую подналадку [24].

Автоматизация технологических процессов развивается в двух направлениях: первое - создание систем локальной автоматизации технологических процессов, обеспечивающих стабилизацию заданных рабочих режимов путем поддержания постоянными или изменяющимися по определенной программе характеристик процесса; второе - создание АСУ и производством в целом с применением вычислительной техники [25].

Автоматизацию производственных процессов в зависимости от поставленных задач разделяют на полную, частичную и комплексную.

Частичная автоматизация отдельных производственных процессов, приборов, частей оборудования реализуется несложными техническими средствами без комплексной подготовки автоматизируемого оборудования и процессов.

Комплексная автоматизация проводится на участке, в отделениях цеха которые функционируют как единый взаимосвязанный автоматизированный комплекс, т. е. при участии рабочего персонала [27]. Комплексная автоматизация является возможной при высокоразвитом производстве с развитой технологией и при прогрессивных методах управления с применением надежного производственного оборудования, действующего по

определенной или саморегулирующейся программе. При комплексной автоматизации функции рабочего персонала состоят в управлении и контроле работой комплекса [28].

Полная автоматизация предусматривает передачу всех функций контроля и управления производством автоматическим системам управления [29]. Полностью автоматизируют рентабельно устойчивые производства, режимы работы которых практически неизменны, особенно актуальна полная автоматизация в условиях, которые опасны для здоровья и жизни рабочего персонала.

При автоматизации технологических процессов, например, в пищевой промышленности, применяют локальные системы различных классов, среди них есть и системы автоматического управления.

В зависимости от уровня принимают отдельное устройство, машину, агрегат технологический участок технологическую линию или цех. Современный уровень автоматизации не обеспечивает полную автоматизацию предприятий (фабрик, заводов и т.д.) [30]. Устройством управления является комплекс технических средств, обеспечивающих получение данных о состоянии процесса, сравнении ее с заданными технологическими характеристиками и при рассогласовании параметров технологического процесса с заданием, выдаче управляющего сигнала в технологическом процессе

При этом качество работы может определяться несколькими технологическими характеристиками, такими, как и управляющие воздействия могут вводиться по нескольким каналам [31]. Технологические характеристики, которые определяют качество выпускаемых из объекта изделий называются качественными. Характеристики изделий и энергоносителей на входе в технологический процесс, которые влияют на качественные характеристики, являются качественными.

1.4 Основные виды систем автоматизированного управления

По своему назначению системы автоматизированного управления классифицируются на четыре основных вида:

- система автоматического регулирования
- система автоматической блокировки
- система программного управления
- система операторного управления

Система автоматического регулирования существует для автоматического управления объектом управления (поддержания величины качественной характеристики q с допускаемыми отклонениями) [32].

Система состоит из следующих частей:

- датчик (первичный преобразователь) - это прибор, который предназначен для регистрации величины качественной характеристики и ее преобразования в иную физическую величину, которая будет удобной для преобразования и передачи на расстояние.

- согласующий преобразователь, который предназначен для согласования выходного сигнала от датчика во входной сигнал следующего элемента системы (при наличии их рассогласования);

- измерительный прибор, который предназначен для преобразования выходного сигнала датчика или согласующего преобразователя в визуализированную информацию, если в ней нет необходимости, то в системе автоматического регулирования она может отсутствовать;

- блок формирования закона регулирования, который предназначен для сравнения текущего значения качественного параметра с заданным и при условии их рассогласования - выдаче управляющего воздействия в объект управления [33]. В одноконтурных системах автоматического регулирования в качестве блока формирования закона регулирования обычно используется регулирующее устройство приборного типа, а в многоконтурных - управляющий микропроцессор;

- исполнительный механизм, который преобразовывает управляющее воздействие блока формирования закона регулирования в механическое перемещение (возвратно-поступательное либо вращательное)

- рабочий орган - устройство непосредственного воздействия на потоки продукта либо энергоносителя (клапан, кран, задвижка или вентиль и т.д.)

Система автоматической блокировки создана для отключения либо переключения потоков продукта или энергоносителя в случае возникновения аварийной ситуации или резкого отклонения качественной характеристики от заданной [34].

Система программного управления в отличие от предыдущих (замкнутых систем автоматического регулирования) относится к разомкнутым системам управления. Эти системы Предназначены для управления объектом управления по заранее заданной временной программе, которая не зависит от величины качественной характеристики.

Примером системы программного управления служит автоматизированная система мойки технологического оборудования и трубопроводов [35].

Система операторного управления относится к человеко-машинным системам автоматизации, в которых данные о состоянии объекта управления поступают с помощью технических приборов, а управляющее воздействие в него вносится оперативным персоналом.

Понятие SCADA – системы.

Зачастую бесконтрольное протекание технологических процессов недопустимо ввиду вероятного нанесения травм, материального ущерба, создания опасной ситуации. Для решения данных проблем используется автоматизация процессов. Процессы автоматизируются с использованием современных аппаратов, что, например, позволяет более точно выставлять температуру печи, при этом позволяя снизить расходы на топливо. На данный момент имеют возможность развиваться, конкурировать на рынке

только те организации, которые используют актуальную технику, которая обеспечивает автоматизацию всех технологических процессов [37]. Поэтому большое распространение получили автоматизированные процессы.

Автоматизация ТП начиналась с создания систем автоматического регулирования [38]. Они обеспечивали контроль отдельных характеристик. Оборудование отслеживает значения отдельных характеристик, осуществляет программное управление процессом, стабилизацию различные характеристик ТП.

Дальнейшее развитие техники и науки в целом приводит к распространению вычислительной техники. Вычислительная техника позволяет автоматизировать технологические процессы. Появляется АСУ ТП (Автоматизированная Система Управления Технологическим Процессом). Сначала использовались микроконтроллеры, которые автоматизировали технологические процессы. Данные системы были пригодны для автоматизации относительно простых и небольших процессов, но не позволяли хранить, обрабатывать измерительные данные, полноценно взаимодействовать с персоналом. Также работники промышленной области отметили другие недостатки: недостаточная гибкость программных комплексов, недостаточная скорость обмена информацией, малое количество памяти. Появление ПК позволило обеспечить не только автоматизацию технологический процесс, но и хранение, обработку поступающих данных, повысить пропускную способность автоматизированных систем управления, решить проблему недостаточного объема памяти, улучшить визуальную часть. Автоматизированные системы управления технологическим процессом на базе современных вычислительных систем позволяют так же создавать различные документы, отчеты о состоянии процесса, удаленно управлять процессом. В дальнейшем будем рассматривать автоматизированные системы управления технологическим процессом на базе персонального компьютера. Схема связей и взаимодействий всех элементов сети автоматизации представлена на рисунке 4.

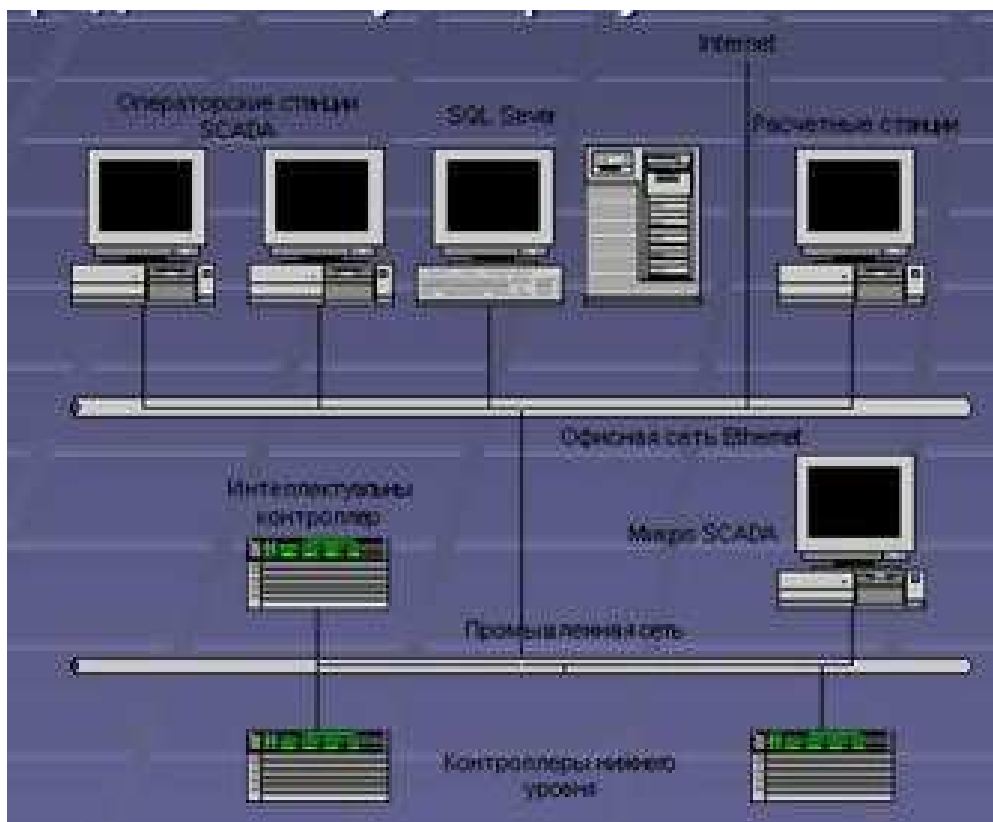


Рисунок 4 - Схема сети автоматизации

Можно использовать ПО, написанное на языке высокого уровня или в специальной среде разработки автоматизированной системы управления технологическим процессом. Создание программы на языке высокого уровня требует не только глубоких знаний языков программирования и навыков программирования, но также и понимания технологического процесса, который необходимо автоматизировать [39]. Программисты, создающие ПО для управления технологическим процессом на языках высокого уровня, должны изучить автоматизируемый процесс, что приводит к длительности создания АСУ ТП, делает разработку дорогостоящей. Данную проблему позволяют решить SCADA–системы. Технолог, который хорошо знает технологический процесс, не имеет навыков программирования и не может написать программу на языках высокого уровня для АСУ ТП. Поэтому необходима специализированная система, позволяющая автоматизировать любой технологический процесс. Такие системы называют SCADA–системами.

Под SCADA–системой следует понимать специализированное ПО, которое реализует интерфейс между оперативным персоналом и системой управления, коммуникацию с внешним миром. Широкое распространение получили такие SCADA–системы, как: Genesis, Trace Mode, InTouch, Citect, IGSS.

Практически все современные SCADA–системы выполняют следующие функции:

1. сбор информации о контролируемых технологически параметрах;
2. сохранение принятой информации в архивах;
3. вторичная обработка принятой информации;
4. графическое представление хода технологического процесса;
5. прием команд от оператора;
6. регистрация событий, связанных с контролируемым процессом;
7. оповещение персонала об аварийных ситуациях на производстве;
8. создание разного рода документов о ходе процесса;
9. автоматическое управление ходом технологического процесса.

SCADA–системы представляют следующие основные возможности:

1. предлагает кнопки, поворотные регуляторы и другие органы управления обеспечивая возможность управления технологическим процессом;
2. предлагает набор различных индикаторов, графиков, обеспечивая возможность индикации информации о процессах;
3. предоставляет возможность создания разного рода отчетов, архивов;
4. предлагает упрощенный язык для создания алгоритмов, что дает возможность создания АСУ ТП технологам, у которых нет опыта программирования на языках высокого уровня;
5. предлагает средства для документирования разрабатываемых алгоритмов и технологических процессов;
6. драйверы к оборудованию, обеспечивающие ввод, вывод аналоговых и дискретных сигналов;

7. сетевые функции, позволяющие производить обмен данными между вычислительными машинами, подключенными к одной сети, публиковать отчеты в сети или управлять процессом с удаленного компьютера через интернет [40].

1.5 Система Trace Mode

Среди широкого многообразия SCADA-систем следует выделить Trace Mode, которая создана в Российской Федерации. В сравнении с другими SCADA-системами, Trace Mode имеет следующие преимущества на территории РФ:

- осуществление поддержки на территории Российской Федерации;
- русифицированная документация
- программный продукт полностью на русском языке
- поддержка не только не только зарубежных, но и отечественных контроллеров.

Для среды Trace Mode характерны следующие термины:

Проект – графические или математические элементы системы, которые работают на различных операторских контроллерах и станциях, входящих в одну систему автоматизированного управления технологическим процессом и объединенных информационными связями и системой архивирования.

Узел – любое устройство в данном проекте, на которое работает ПО Trace Mode. Узлом может являться как микроконтроллер, осуществляющие сбор данных или управляющий технологическим процессом, так и станция оператора.

Канал – информационная структура, включающая в себя константы, переменные, способы формирования и преобразования значений переменных.

База каналов – объединение всех математических объектов, каналов, FBD и IL-программ, созданных для каждого узла.

Объект базы каналов – объединение любых каналов, которому приписаны определенные свойства и атрибуты.

Все многообразие каналов можно разделить на входные и выходные. У любого канала есть набор атрибутов, то есть набор переменных, постоянных идентификаторов.

Существуют четыре основных значения любого канала:

- In – входное
- A – аппаратное
- R – реальное
- Q – выходное

Входному каналу передается значение из внешних источников (например от микроконтроллера) или от системной переменной (например, длина архива).

От источника данные переходят во входное значение. Далее происходит масштабирование. После масштабирования значение переходит в аппаратное значение. Данное значение проходит трансляцию (первичную математическую обработку), экспоненциальное сглаживание, фильтрацию малых изменений или одиночных пиков.

Фильтрация пиков заключается в том, что изменение значения игнорируется на протяжении одного такта пересчета, при условии что изменение превысило установленное значение $DPic$ – пик.

Фильтрация малых изменений заключается в том, что игнорируются изменения значения, при условии что это изменение меньше данной величины $APert$. Производится экспоненциальное сглаживание, если значение $DSmoot$ принимает значение из диапазона (0;1). Для отмены данного сглаживания можно установить параметр сглаживания равным 0.

Результат сглаживания и фильтрации переходит в реальное значение. Выходное значение входного канала всегда будет неопределенно.

Выходной канал передает информацию внешнему или внутреннему применику.

Входное значение подвергается экспоненциальному сглаживанию, линейному сглаживанию и апертуре, а также клиппированию (ограничение

реального значения). Результат данных преобразований переходит в реальное значение. Это значение после трансляции переходит в аппаратное значение, которое, в свою очередь, проходит масштабирование и переходит в выходное значение.

В Trace Mode можно создать следующие типы каналов:

- FLOAT (4 байта, вещественное число);
- HEX 16 (2 байта, целое число, без знака);
- HEX 32 (4 байта, целое число со знаком);
- Double FLOAT (8 байт, вещественное число);
- TIME (время, дата);
- событие (мониторинг объекта с фиксацией исчезновения/возникновения события);
- CALL (вызов различных компонентов)

1.6 Взаимодействие оператора с АСУ ТП

В автоматизированной системе управления технологическим процессом на автоматические устройства выполняют прежде всего повторяющиеся действия, связанные с достижением таких целей, как поддержание технологических параметров на определенном уровне или их определенное изменение, автоматическая защита по заданным алгоритмам и т.п., а также более сложные действия, связанные с улучшением технологического процесса на различных стадиях его осуществления [41].

На человека (оператора, диспетчера и т.д.) возлагаются обязанности, которые пока нельзя возложить на автоматические машины, либо автоматическое исполнение которых экономически не оправданно. Более того, человек всегда является резервом на случай отказа автоматизированных систем управления.

Совокупность помещений для работы персонала, в котором размещается оборудование для контроля технологическим процессом, называют пунктом управления.

Управление человеком техническими средствами автоматизированной системы управления производится с помощью пультов оператора. Рабочие места операторов и прочего персонала оснащены вычислительной техникой для автоматизации процессов обработки и отображения информации, требуемой для выполнения производственного задания, являются автоматизированными рабочими местами оператора (АРМ).

Пульты операторов позволяют выполнение следующих действий:

- контроль технологического процесса при помощи монитора компьютера, лицевой панели программируемого логического контроллера или показывающего контролирующего прибора;
- контроль состояния оборудования (клапанов механизмов, электродвигателей и т.д.) при помощи сигнализации (светодиоды на мнемосхеме, сирены, световые табло и прочие устройства);
- ручной или аварийный контроль исполнительными устройствами при помощи переключателей, кнопок, блоков управления, тумблеров;
- контроль технологических параметров и действий обслуживающего персонала при помощи принтеров;
- Быстрая связь с диспетчерским персоналом при помощи компьютеров и телефонов.

ПО взаимодействие оператора со средствами автоматизированной системы управления можно разделить на две группы по искусственному интеллекту.

Первая группа включает системы, осуществляющие стандартные функции контроля и управления ТП.

1. БД реального времени, включает в себя средства приема информации, ее переработки, сохранения и отображения, представляет из себя закономерность распределения БД, несложно настраиваемых из

программы. БД можно адаптировать для решения любой задачи при помощи ее присоединения к источниками информации любого вида.

2. Открытый интерфейс С внешними приборами и приложениями позволяет поддерживать связь с объектами управления и контроля. С помощью открытого интерфейса система может быть подключена к БД, вычислительным программам, распределенным системам управления, пакетам статистики и т.д.

3. Мнемосхемы производятся при помощи векторной графики и компьютерной графики. Они могут перемещаться по экрану, при этом элементы мнемосхемы способны изменять свой цвет, фон, форму, могут вращаться или плавно изменять свое состояние. Это позволяет создавать эффективные способы отображения информации.

4. Предупредительная сигнализация. Система обладает развитым аппаратом для работы с данной сигнализацией, которую можно отображать разными способами, например генерируемым меню, элементами анимации или цветными пиктограммами.

5. Графики. В системе может храниться история поведения различных параметров в течение времени, которую можно вывести на экран в виде графика. На данных графиках обозначаются пределы, которые соответствуют предупредительной сигнализации. Это позволяет персоналу достаточно эффективно управлять процессом и принимать решения до возникновения предупредительной сигнализации.

6. Панели управления. Предназначены для подачи управляющих команд. Они настраиваются на определенный вид объектов. На них расположены: поля ввода с помощью клавиатуры, линейки ввода, кнопки и прочие инструменты, с помощью которых персонал может оперативно и достаточно эффективно контролировать сложные объекты.

Вторая группа включает в себя экспертные системы. В функции экспертных систем входит интеллектуальная поддержка оператора во время контроля процессом. Также, экспертные системы используют для

диагностики, исследования событий, предсказания поведения ТП и т.д. Экспертные системы основываются на качественной модели физических процессов, которые описываются в символах, похожих на понятия, применяемые человеком. Данная модель, работая синхронизированно с реальным ТП, исследует его поведение, определяет, какие причинно-следственные связи между имеющимися явлениями проявляются себя в определенный момент времени. Восстановленные связи запоминаются в БД. В режиме консультации с экспертной системой персонал может получать информацию возможных причинах отклонения характеристик процесса от нормальных показателей и т.д. Также качественная модель обеспечивает решение задачи прогноза. Тогда оператор может сделать запрос в экспертную систему о вероятных последствиях данных событий.

Функцией экспертной системы является режимная диагностика. Она предназначена для того, чтобы помочь персоналу в решении основных задач исследования ТП:

- первая задача – оценка правильности технологического процесса в реальном времени и определение характеристик с отклонениями от нормы;
- вторая задача – быстрое выявление мест и причин отклонения характеристик от нормы.
- третья задача – определение источника отклонений с помощью его отнесения к трем видам: поломка отдельных узлов ТП, неисправное функционирование системы управления, неправильные действия персонала.

1.7 Сбор, первичная обработка информации

В автоматизированных системах автоматизации технологическим процессом сбор и первичная обработка поступающей информации включает в себя следующие операции:

1. Периодический опрос измерительных преобразователей. Период опроса определяется особенностями технологического процесса (запаздывание, инерционность, пожаро- и взрывоопасность) и ресурсами вычислительного оборудования. Из-за этого период может колебаться от миллисекунд до часа. Технологической характеристике присваивают измеренное значение до следующего обращения к датчику.

2. Фильтрация и прогнозирование технологических характеристик. Опираясь на полученные результаты, нужно определить наиболее правдоподобные текущие и прогнозируемые значения технологических характеристик. Во время фильтрации отсеиваются явно неправдоподобные значения технологических характеристик (которые могли возникнуть, например, вследствие неисправностей информационно-измерительной системы), и до последующего опроса технологическим характеристикам присваиваются их расчетные значения.

3. Усреднение технологических характеристик за определенный промежуток времени. К примеру, определение средней температуры протекающего в трубопроводе нефтепродукта за сутки.

4. Расчет действительных значений технологических характеристик, используя данные, полученные от датчиков с учетом их параметров и введением изменений на состояние контролируемой среды.

5. Интегрирование параметров. Например, интегрирование показателей расхода для вычисления итогового количества вещества и израсходованного сырья.

6. Расчет количества продуктов в резервуарах и сборниках, используя значения измеренного уровня, учитывая текущие значения физико-химических характеристик продуктов.

Также существуют АСУ ТП, в которых все информационные и управляющие функции осуществляются без применения вычислительного комплекса. Основные функции подобных систем: измерение и контроль характеристик технологического процесса, стабилизация технологических

режимов на определяемом регламентом производства уровне, управление (например запуск и остановка технологического процесса), защита оборудования от ЧП и аварий, быстрая связь с другими ступенями контроля.

Режимы работы АСУ ТП.

Для АСУ ТП характерно наличие двух режимов функционирования: автоматического и автоматизированного.

Автоматизированный режим.

В зависимости от участия рабочего персонала в управлении возможно следующие варианты этого режима: режим «советчика», ручное управление и диалоговый режим.

Ручное управление.

На основе получаемым по каналам данным о состоянии технологического объекта управления персонал принимает решение о необходимости изменения технологического режима влияет на ТП. Оперативный персонал может либо менять задания автоматическим регулятором, либо менять управляющее воздействие (закрывать или открывать регулирующие органы, дистанционно из пункта управления).

Режим «советчика»

Эффективность данного режима определяется правильностью рекомендаций, выработанных электронно-вычислительной машиной. В данном режиме электронно-вычислительная машина рекомендует операторам оптимальные значения основных режимных технологических характеристик через монитор (например, расход исходного сырья, температура в резервуаре). Оператор, анализируя полученные рекомендации, полученные данные о ТП и учитывая собственные интуицию и опыт, должен принять решение о целесообразности изменения технологического режима. Принимая предложенный «совет», оператор изменяет технологический режим технологического объекта управления, меняя его либо

непосредственно, как в ручном режиме, либо меняя задания автоматическим регуляторам

Диалоговый режим.

Оперативный персонал запрашивает через электронно-вычислительную машину дополнительную информацию о предполагаемых показателях качества продукции, о наличии сырья, исследует ее и после этого принимает решение о целесообразности изменения технологического режима.

Автоматический режим.

В отличие от автоматизированного режима, данный режим эксплуатации АСУ ТП предусматривает создание и реализацию воздействия без участия оперативного персонала. Существуют следующие варианты данного режима: непосредственное цифровое управление и супервизорное управление.

В данной выпускной работе АСУ ТП будет использоваться в автоматизированном режиме, а именно в режиме ручного управления.

Супервизорное управление.

Электро-вычислительная машина автоматически изменяет задания и параметры настройки автоматических регуляторов. Синхронно на программном уровне решаются вопросы защита технологического объекта управления от ненужных и опасных изменений технологических характеристик.

Непосредственное цифровое управление.

В данном режиме электро-вычислительная машина реализует результаты расчетов по поиску подходящих режимов с помощью воздействия на исполнительные устройства. Требования к надежности управляющей подсистемы в данном режиме значительно возрастают, учитывая что управляющая подсистема должна учитывать все возможные технологические режимы технологического объекта управления и не

допускать его ухода в нестабильное состояние, где вероятны различные аварийные ситуации.

1.8 Обеспечение АСУ ТП

Для выполнения заданных функций, необходимы программное, информационное, техническое, организационное, математическое и метрологическое обеспечение автоматизированной системы управления технологическим процессом и оперативный персонал.

Термин «техническое обеспечение автоматизированной системы управления технологическим процессом» обычно определяют как комплекс технических средств, который обеспечивает работу автоматизированной системы управления технологическим процессом. Совокупностью технических средств и программ, используемых для создания автоматизированной системы управления технологическим процессом, называют программно-технический комплекс.

Техническое обеспечение.

В техническое обеспечение входят:

- инструменты получения, передачи, преобразования и отображение данных (нормирующие преобразователи, датчики, средства измерения);
- исполнительные приборы (реализующие органы, исполнительные механизмы)

Структура и состав комплекса технических средств зависят от особенностей технологического объекта управления, функциями и режимам автоматизированной системы управления технологическим процессом.

На объекте управления устанавливаются:

- первичные измерительные преобразователи, принимающие характеристики технологического процесса (расход жидкостей или газов, давление, уровень жидкости, температуру, электрическую мощность и т.д.)

- сигнальные двухпозиционные приборы, которые передают данные о состоянии (выключении или включении) того или иного технологического оборудования.

- исполнительные приборы, которые реализуют управляющее действие путем открытия заслонок и клапанов, изменением частоты вращения двигателя, режимов работы насосов.

Основа программно-технического комплекса современных автоматизированных систем управления технологическим процессом – микропроцессорные устройства и микроЭВМ. Условно их разделяют на программно-аппаратные, аппаратные и программируемые. Данная классификация имеет приближенный характер. Не существует определенных границ между классами программно-технических комплексов, а в последнее время они еще больше размываются, потому что стандартность и открытость отдельных элементов таких комплексов позволяет создавать их из разных средств, соединять разными типовыми сетями и образовывать систему управления из отдельных элементов, выпускаемых различными фирмами и относящихся к различным классам.

Аппаратные средства – это микропроцессорные приборы с жесткой логикой, реализуемой приложениями, записанными в ПЗУ. Эти средства применяют для выполнения следующих задач: представление информации, сбор информации, одноконтурное цифровое регулирование, индикация, сигнализация, программное логическое управление, обработка данных и т.д. Число обслуживаемых входов и выходов может быть относительно малым. В состав аппаратных средств входят интегральные микросхемы, таймер, память, устройство для перехода из автоматического режима управления в ручной режим и обратно, коммутатор, интерфейс. На их основе и создаются отдельные регуляторы и преобразователи.

Программно-аппаратные средства созданы на основе микропроцессорных комплексов и микроЭВМ. Они созданы для реализации задач средней сложности автоматизированной системы управления

технологическим процессом: многосвязное программно-логическое управление, многоконтурное цифровое регулирование, переработка и контроль технологических характеристик со средней производительностью и с высоким числом обслуживаемых входов и выходов. В состав программно-аппаратных устройств включены комплекты микропроцессоров, автономный источник питания, память, модули сопряжения с устройствами ввода и вывода и с электронно-вычислительными машинами верхнего уровня.

Промышленные контроллеры, обычно относящиеся к программно-аппаратным средствам, создаются по модульному принципу, а также являются multifункциональными.

Обычно промышленный контроллер включает в себя следующие элементы: интегральные схемы памяти, усилители, микропроцессор, жидкокристаллический дисплей и т.д. Особенность применяемых в автоматизированных системах контроля технологическими процессами промышленных контроллеров заключается в возможности хранения в памяти измеренных показателей технологических характеристик. Это позволяет отображать на экране историю изменения характеристики в течение достаточно длительного времени.

1.9 Установка первичных преобразователей и приборов

Установка датчиков температуры.

Во время установки датчиков и устройств на технологическом оборудовании и трубопроводах необходимо соблюдать определенные требования их установки. Они обеспечивают должную точность восприятия технологических характеристик и продолжительность эксплуатации технических средств.

Замер температуры связан с процессом теплообмена между контролируемой средой и датчиком. Поэтому при установке датчиков температуры нужно обеспечить условия оптимального конвекционного

теплообмена, снижение утечки тепла от чувствительного элемента через арматуру и защиту его от лучистого теплообмена. Следуя этим требованиям, при замере температуры контролируемой среды датчик следует опускать на такую глубину, чтобы его чувствительная часть располагалась в центре потока и была полностью погружена в него. Необходимо, чтобы ось защитной арматуры датчика всегда была направлена навстречу потоку. Если измерение температуры происходит в трубопроводе небольшого диаметра, то датчик устанавливают наклонно, либо в колене трубопровода.

Во время установки манометрических термометров дополнительно нужно учитывать правило: термобаллон необходимо устанавливать внутри защитного чехла. Во время измерения температуры движущихся с небольшими скоростями, либо неподвижных сред возможна установка термобаллона без чехла. Соединительный капилляр термодатчика нельзя изгибать под острым углом как по длине, как в местах его присоединения к измерительному прибору и термобаллону, так и по длине; избыточный капилляр нужно свертывать в бухту рядом с измерительным прибором. В целях защиты капилляра от механических повреждений по всей длине прокладки следует закрывать его прорезанной трубой или стальным уголком. Для избежания дополнительной погрешности измерений нельзя прокладывать капилляр в местах с повышенной температурой.

При монтаже термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей рабочий спай термоэлектрического преобразователя и среднюю точку чувствительного элемента необходимо располагать в центре контролируемого потока.

Приборы для измерения расхода.

Счетчики количества. Счетчик устанавливают исключительно на горизонтальных участках трубопровода и циферблатом вверх, также требуется, чтобы отводящий и подводящий участки трубопровода находились на общей прямолинейной оси. Направление, которое указано

стрелкой на корпусе должно совпадать с направлением потока воды в трубопроводе. Перед счетчиком устанавливается муфтовый пробковый кран необходимого условного прохода, а за счетчиком устанавливается вентиль для регулирования расхода.

Необходимо, чтобы прямой участок трубопровода до счетчика был длиной не менее 10-кратного размера внутреннего диаметра трубы.

Расходомеры переменного перепада давления. Точность и надежность показаний расходомеров, которые работают по принципу измерения перепада давления на сужающих устройствах в большой степени зависят от качества изготовления и установки данных устройств, импульсных линий и запорных вентилях.

Во время установке диафрагм очень важно выдерживать нормы на длину прямого участка трубопровода. Для корректной работы расходомера прямой участок до диафрагмы должен составлять $(15...20)d$, после диафрагмы - не менее $5d$. Непосредственно перед диафрагмой трубопровод должен быть абсолютно гладким, без вмятин, выступающих прокладок, швов, остатков от сварки вмятин и прочих дефектов. Центр отверстия диафрагмы обязан находиться ровно на оси трубопровода. Цилиндрическая расточка острым краем должна быть направлена навстречу потоку измеряемой среды.

Отбор давления при немалых диаметрах трубопроводов (более 0,4 м) нужно делать из четырех точек с обеих сторон диафрагмы.

При измерении расхода пара необходимо обеспечение постоянства и равенства уровней конденсата в соединительных линиях. Конденсационные сосуды устанавливают вблизи сужающего устройства, строго на одной высоте и горизонтально без каких-либо перекосов.

Соединительные линии от диафрагмы к дифманометру расходомера подвергаются испытаниям на плотность. Диаметр соединительных трубок должен быть минимум 12 мм при длине от места забора не более 30-40 м во избежание запаздывания показаний устройств. Изгибы трубок на поворотах

должны быть плавными и с уклоном сверху вниз для недопущения воздушных пробок). Дифманометр как правило располагают на высоте, меньшей высоты сужающего устройства. Но если по местным условиям нужно установить дифманометр на высоте, большей высоты диафрагмы, то импульсные трубки должны быть выгнуты над дифманометром. В верхних точках изогнутой части трубок устраивают вентили для обеспечения выпуска воздуха. Соединительные трубки, находящиеся между уравнительными сосудами у парометров и диафрагмой покрывают тепловой изоляцией, чтобы избежать образования пробки из парового конденсата.

Во время измерения расхода вязких и агрессивных жидкостей в соединительные линии врезают разделительные сосуды, которые должны защищать механизм дифманометра от неблагоприятного воздействия измеряемой среды. В данном случае давление передается при помощи предохранительной жидкости.

Индукционные (электромагнитные) расходомеры. Преобразователь расхода индукционного расходомера имеет возможность быть установленным на горизонтальном, вертикальном и наклонном трубопроводе, если труба полностью заполнена измеряемой жидкостью.

Вертикальное расположение (подача жидкости вверх) преобразователя расхода является наиболее предпочтительным, потому что оно лучшим образом обеспечивает заполнение всего сечения трубопровода преобразователя расхода даже при низком расходе. Помимо этого, уменьшается неравномерность износа покрытия трубы. в том случае, если в данной жидкости будут присутствовать абразивные частицы. Преобразователь расхода следует располагать вертикально при наличии возможности выпадения осадка из измеряемой жидкости

Преобразователь расхода устанавливают в разрыве трубопровода и прикрепляют к нему при помощи соединительной муфты. Условный диаметр преобразователя расхода должен быть равен диаметру трубы, прямолинейный участок трубы до преобразователя должен быть равен $5d$,

после него он должен быть равен $3d$. Участок трубы, на котором устанавливают преобразователь расхода, оборудуется запорными клапанами, обводной трубой и тройником. Данная установка позволяет с периодичностью прочищать преобразователь расхода без снятия его с трубопровода и без остановки технологического процесса.

При горизонтальной установке преобразователя расхода следует его размещать на максимально низкой отметке трубы. Это обеспечивает полное заполнение сечения трубы преобразователя расхода.

Измерительный блок расходомера необходим для утопленной щитовой установки. Электрическая установка осуществляется соответственно схеме внешних соединений при помощи штепсельных разъемов, которые расположены на задней стенке измерительного блока.

Приборы для контроля уровня.

При установке измерителей уровня необходимо соблюдать определенные требования:

- датчики поплавковых сигнализаторов типа ПрУ-5 необходимо располагать строго вертикально;

- датчики кондуктометрических и емкостных сигнализаторов уровня располагают на стенках резервуара в горизонтальном положении, а также следует исключить электрический контакт чувствительной части со стенкой резервуара;

- датчик емкостных индикаторов уровня устанавливается на крышке резервуара в вертикальном положении.

Существуют особенные требования к установке уровнемеров - дифманометров, которые зависят от типа резервуара. Основным их различием является подключение уравнительных сосудов. В открытых резервуарах они расположены ниже уровня контролируемой жидкости, а в закрытых резервуарах - выше. Также изменяется порядок подключения камер дифманометра к резервуару.

2. Практическая часть

2.1 Подбор оборудования и средств автоматизации

Для мониторинга параметров технологического процесса с помощью АСУ, необходимо подобрать подходящее оборудование, включающее в себя различного рода датчики и уровнемеры.

Выбор уровнемера.

Для рассматриваемого процесса необходим контроль уровня асфальтено-смоло-парафинистых отложений в РВС. Одним из возможных вариантов является рефлекс-радарный уровнемер Optiflex 1300С. (рисунок 5)



Рисунок 5 - Рефлекс-радарный уровнемер Optiflex 1300С

Это устройство представляет собой рефлекс-радарный уровнемер, предназначенный для измерения дистанции, уровня, границы раздела фаз, уровня и границы раздела фаз одновременно, объёма и массы. Его

особенностями являются более высокие динамические характеристики сигнала и более короткий импульс по сравнению с традиционными TDR-устройствами, что отражается в улучшенной воспроизводимости и точности измерений. Преобразователь сигналов отдельного исполнения может быть установлен на расстоянии до 14,5 м от сенсора. Устройство подходит для работы как при крайне низких, так и при крайне высоких рабочих температурах при условии соблюдения ограничений по температуре на технологическом присоединении.

Еще одним возможным вариантом является ультразвуковой уровнемер УЗУ-2 производства компании «Океанприбор» (рисунок 6).



Рисунок 6 - Ультразвуковой уровнемер УЗУ-2

Область. Применения данного прибора являются нефтегазодобывающие и химические предприятия, морские и железнодорожные узлы налива-слива продуктов.

Принцип действия уровнемер заключается в ультразвуковой эколокации с цифровой обработкой информации.

Согласно спецификации, представленной производителем, среди продуктов, которые измеряет данный уровнемер, есть нефть сырая, жидкие взрывчатые смеси и нефтеводная эмульсия.

Конструктивные особенности: наличие двух малогабаритных датчиков, которые установлены на оболочке емкости (сбоку или на днище), которые соединяются через кабельную коробку с блоком контроллера. Данный прибор сертифицирован по защите от пыли и влаги по стандарту IP68, а также взрывозащите 1ExsIIТ6.

Основные технические характеристики представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – основные характеристики УЗУ-2

Наименование параметра	Значение
Материал стенки	металл
Толщина стенки	40-50 мм
Минимальный измеряемый уровень	0,4 м
максимальный измеряемый уровень	3,2 м
Разрешение	3 мм
Время выдачи информации	17 с
Температура среды	от -40 до +70 град
Влажность	до 100%
Напряжение питания	12-24 В
Потребляемая мощность	10 Вт
Аналоговый токовый выход	4-20 мА
Состав и габариты:	
* датчик с нижним прижимным устройством	975x312x89 мм
* Датчик с боковым прижимным устройством	185x70x36 мм
* блок	345x275x147 мм
Масса блока	4,6 кг
Длина кабеля	до 200 м включительно

Для учета расхода ТМС и прочих продуктов решено использовать ультразвуковые расходомеры. В устройствах данного типа используется свойство звуковых волн изменять скорость своего распространения в

подвижной среде. Если установить источник (А) и приёмник (В) ультразвука со смещением (рисунок 7), то о скорости потока можно судить по изменению скорости распространения звуковой волны вдоль отрезка АВ.

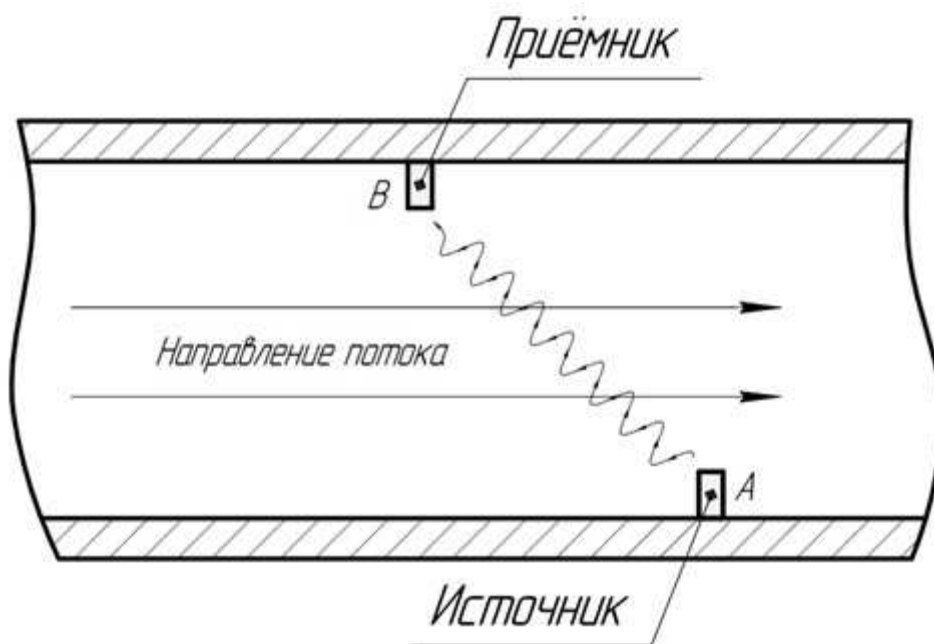


Рисунок 7 -. Общая схема расположения ключевых элементов ультразвукового расходомера

В качестве ультразвукового расходомера выбрано устройство Optisonic 3400 (рисунок 8) производства компании Krohne ввиду соответствия его параметров требованиям технологического процесса.

Параметры точности измерений указаны в Таблице 2

Таблица 2 – Точность измерений уровнемера Optisonic 3400

Условия поверки	Значение
Рабочий продукт	Вода
Температура	20 гр С / 68 гр F
Давление	1 бар / 14,5 фунт/кв. дюйм
Прямой входной участок	входной участок до стабилизатора потока: 10 DN
Максимальная погрешность измерений:	
Стандартное исполнение	0,3% 2мм/сек. От актуального измеренного расхода
Повторяемость	0,20%

Конструктивные особенности данного уровнемера указаны в Таблице

Отличительные особенности	3 параллельно расположенных полностью сварных акустических канала
Модульная конструкция	Измерительная система состоит из первичного преобразователя и конвертера сигналов
Компактное исполнение	OPTISONIC 3400
Раздельное исполнение	OPTISONIC 3400 F с конвертером сигналов UFC 400
Номинальный диаметр	DN25...3000/1...120"
Диапазон измерения	0,3...20м/сек / 0,98...65 фут/сек
Конвертер сигналов	
Входы/выходы	токовый выход, импульсный выход, частотный выход и/или выход состояния, предельный выключатель управления
Счетчик	2 (опционально 3) встроенных 8-значных счетчика (например, для суммирования объемного и/или массового расхода в нужных единицах измерения)
Проверка и самодиагностика	Встроенная проверка, диагностические функции: измерительный прибор, технологический процесс, измеряемые параметры, конфигурация прибора и т.п.

3.

Таблица 3 – Конструктивные особенности уровнемера Optisonic 3400

Выбор термопары.

Термопара является простым, широко используемым компонентом для измерения температуры.

Термопары используются в стандартных промышленных методах экономически эффективного измерения температуры в широком диапазоне с приемлемой точностью.



Рисунок 8 - Ультразвуковой расходомер Optisonic 3400

Они используются в разнообразных применениях вплоть до $+2500^{\circ}\text{C}$ в бойлерах, водонагревателях, печах и самолетных двигателях, и т.д. Наиболее популярной термопарой является термопара типа К, состоящая из хромеля и алюмели (марки сплава никеля, содержащие хром и алюминий, магний и кремний соответственно), с температурным диапазоном от -200 до $+1250^{\circ}\text{C}$

Требования к заземлению. Промышленность выпускает термопары и с изолированными, и с заземлёнными наконечниками для измерительного спая. Обработка сигнала термопары должны быть спроектирована так, чтобы избежать петель заземления при измерении заземлённой термопарой, а также

иметь контур для входных токов усилителя, когда измерение производится изолированной термопарой.

В данной работе предлагается использование термопары на основе патента № 2456560 ввиду пригодности его использования в долгих технологических циклах.

Выбор программируемого логического контроллера (ПЛК).

В настоящее время в промышленной автоматизации сформировалась устойчивая тенденция перехода от автономных систем управления, используемых в 90-х годах прошлого столетия, к интегрированным системам управления технологическими процессами и производством в целом. Этот подход в проектировании и реализации систем автоматизации сформировался в начале 2000-х годов. Современные аппаратно-программные средства позволяют объединить в единую структуру всех уровней информационно-управляющей системы предприятия любого профиля, включая разнородные системы.

Базовыми средствами систем автоматизации являются первичные преобразователи, устройства сбора и обработки данных, рабочие станции, серверы, промышленные сети, средства человеко-машинного интерфейса. Решающая роль в системах промышленной автоматизации принадлежит промышленным контроллерам. В системах промышленной автоматизации их доля составляет примерно 85%, 15% - ЭВМ. Только с помощью ПЛК можно обеспечить повышенную надёжность в жёстких условиях эксплуатации, высокую точность регистрации и преобразования данных, упрощённые приёмы обслуживания как аппаратной, так и программной составляющих систем автоматизации.

Для выполнения задач данной ВКР используется ПЛК ОВЕН ПЛК100. Технические характеристики приведены в Таблице 1.

Таблица 4 – Технические характеристики ПЛК ОВЕН 100

Наименование параметра	Значение
Степень защиты корпуса	IP20
Напряжение питания:	
ПЛК100-24	18... 29 В постоянного тока (номинальное напряжение 24 В)
ПЛК100-220	90... 264 В переменного тока (номинальное напряжение 220 В) частотой 47... 63 Гц
Потребляемая мощность, не более	
ПЛК100-24	6 Вт
ПЛК100-220	10 Вт
Индикация передней панели	1 индикатор питания
	8 индикаторов входов
	12 индикаторов выходов
Центральный процессор	32-разрядный RISC-процессор 200 МГц на базе ядра ARM9
Объем оперативной памяти	8 Мбайт
Объем энергонезависимой памяти хранения ядра CoDeSys, программ и архивов	4 Мбайт

Наименование параметра	Значение
Время выполнения цикла ПЛК	Минимальное 250 мкс (нефиксированное), типовое от 1 мс
Количество дискретных входов	8
Гальваническая развязка дискретных входов	есть, групповая
Электрическая прочность изоляции дискретных входов	1,5 кВ
Максимальная частота сигнала, подаваемого на дискретный вход:	
- при программной обработке	1 кГц
- при применении аппаратного счетчика	10 кГц
- при применении обработчика энкодера	1 кГц
Количество дискретных выходов в:	6 э/м реле
ПЛК100-24.Р и ПЛК100-220.Р	6 сдвоенных транзисторных ключей (всего 12 выходных сигналов)
ПЛК100-24.К	
Гальваническая развязка дискретных выходов	есть, индивидуальная
Электрическая прочность изоляции дискретных выходов	1,5 кВ

Наименование параметра	Значение
Интерфейсы	RS-232 - 2 канала
	RS-485
	USB 2.0-Device
Скорость обмена по интерфейсам RS	от 4800 до 115200 bps
Протоколы	ОВЕН
	Modbus-RTU, Modbus-ASCII
	DCON
	Modbus-TCP
	GateWay (протокол CODESYS)
Среда программирования	CODESYS 2.3.8.1 (и старше)
Интерфейс для программирования и отладки	RS-232
	USB-Device
	Ethernet

Выбор блока управления для электроприводов задвижек

Т. к. в представленной выше схеме предусмотрено частичное открытие некоторых задвижек, возникает необходимость в блоке управления для электроприводов для обеспечения регулирования степени открытия задвижек.

Для поставленных задач оптимальным выбором будет модель BUR-T1-RE_V2 производства компании ТОМЗЭЛ (рисунок 9)



Рисунок 9 – Блок управления электроприводов задвижек

Таблица 5 – Характеристики блока управления электроприводом

Наименование параметра	Ед. изм.	Значение
Мощность подключенного электродвигателя в зависимости от исполнения	кВт	0,37-7,5
Мощность, потребляемая блоком в режиме ожидания, не более	Вт	200
Диапазон рабочих напряжений		
-для силовых цепей	В	380
-для схем управления Т220	В	220
-для схем управления Т024	В	24
Отключение частоты питающей сети, не более	Гц	2
Рабочий диапазон встроенного датчика положения	об. вала датчика положения	16384
Погрешность встроенного датчика положения, не более	об. вала датчика положения	1

Наименование параметра	Ед. изм.	Значение
Погрешность ограничения крутящего момента на выходном звене электропривода от заданного значения в диапазоне от 20 до 100%, не более	%	10
Время готовности блока подачи питания, не более:		
-при температуре ниже минус 20 гр С	мин	30
-при температуре выше минут 20 гр С	мин	1
Степень защиты, обеспечивая оболочкой по ГОСТ 14254		IP67
Класс по способу защиты от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.007.0		I
Погрешность остановки выходного звена электропривода в заданном положении, не более	град	10
Сечение подключаемых проводников цепей питания 380 В и электродвигателя	мм	от 2,5 до 4,0
Сечение подключаемых проводников цепей управления, сигнализации, индикации и резервного питания	мм	от 0,2 до 2,5
Габаритные размеры, не более	мм	350x330x330
Масса, не более	кг	16
Электрическое сопротивление изоляции гальванически разделенных цепей питания:		
-при нормальных условиях, не менее	МОм	40
-при верхнем значении температуры для рабочих условий, не менее	МОм	10
-при верхнем значении относительно влажности, не менее	МОм	2

2.2 Разработка АСУ ТП.

Для создания АСУ ТП было использовано ПО компании ADASTRA Trace Mode.

Процесс создания АСУ ТП можно разделить на две части:

1. Программная – задание алгоритмов работы автоматизированной системы
2. Графическая – создание пользовательского интерфейса – именно его будет видеть оператор при эксплуатации АСУ ТП.

2.3 Программная часть

При создании данной АСУ ТП использовались различные каналы данных. В программе Trace mode каждый канал исполняет свою специфичную функцию.

Для мониторинга температуры в РВС использовался канал FLOAT (рисунок 10).

Имя: температура в резервуаре Кодировка: TC5 Справка

Комментарий: _____

Границы

Использовать

VP: 77 VA: 76 VG: 75 NG: 0 NA: 0 NP: 0 Гистерезис: 0

Контроль границ

Обработка

Использовать

Апертура: 0 Пик: 1 Сглаж.: 0 Множитель: 1 Смещение: 0

Масштабирование

Масштабирование

In: Min — Max Множитель: × 1 Смещение: + 0 A: Min — Max

Рассчитать

Системные

Основные

Тип: Input Размерность: град.С Период: 1 Единица измерения: сек

Автопосылка: Включить Индекс: _____

Отработать На старте: 0

Архивация

Дополнительно

Рисунок 10 - Параметры канала «Температура в резервуаре»

Для данного канала заданы следующие параметры:

Тип – Input

Размерность – град С

ВП – значение верхнего предела – 77

ВА – значение верхней аварийной границы – 76

ВГ – значение верхней предупредительной границы – 75

Данный канал был привязан к аргументу «температура» (рисунок 11), для последующей взаимосвязи с соответствующим графическим элементом на экране.

Имя	Тип	Тип данных	Значение по умолчанию	Привязка	Флаги	Группа	Ед.измерения	Комментарий	Кодировка
температура	IN/OUT	REAL		Канал_FLOAT:Реальное значение					

Рисунок 11 - Аргумент «температура»

Данный аргумент имеет тип IN/OUT и тип данных REAL.

Для регулирования степенью открытия задвижек 5, 6 и 11 было использовано по каналу HEX16 отдельно для каждой задвижки (рисунок 12)

The screenshot shows a configuration window for a channel named 'Открытие задвижки 11'. The window is divided into several sections:

- Имя (Name):** Открытие задвижки 11
- Кодировка (Code):** TC2
- Комментарий (Comment):** (empty field)
- Параметры (Parameters):**
 - Размерность в битах (Bit size): 16
 - Инверсия (Inversion)
 - Вид представления DEC (DEC representation)
- Системные (System):**
 - Основные (Basic):**
 - Тип (Type): Output
 - Размерность (Scale): отн.вес,% (rel. weight, %)
 - Период (Period): 1
 - Единица измерения (Unit): цикл CALC
 - Автопосылка (Auto-send):
 - Включить (Enable)
 - Индекс (Index): (empty field)
 - Отработать (Execute)
 - На старте (At start): 0
 - Архивация (Archiving):** (empty field)
 - Дополнительно (Additional):** (empty field)

Рисунок 12 – Канал «открытие задвижки 11»

Для данных каналов заданы следующие параметры:

Тип – Output

Размерность - %

Каналы для регулирования задвижек 5, 6 и 11 привязаны к аргументам «открытие задвижки 5», «открытие задвижки 6» и «открытие задвижки 11»

Имя	Тип	Тип данных	Значение по умолчанию	Привязка	Флаги	Группа	Единица измерения	Комментарий	Кодировка
открытие_задвижки_5_R	OUT	REAL		открытие задвижки 5:Реальное значение (Система.Процесс очистки РВС.Каналы)					
Открытие_задвижки_6_R	OUT	REAL		открытие задвижки 6:Реальное значение (Система.Процесс очистки РВС.Каналы)					
Открытие_задвижки_11_R	OUT	REAL		открытие задвижки 11:Реальное значение (Система.Процесс очистки РВС.Каналы)					

соответственно (рисунок 13).

Рисунок 13 – Аргументы регулирования задвижек

Данные аргументы имеют тип OUT и тип данных REAL.

Для контроля за количеством отложений АСПО в резервуаре был

Имя: Кодировка:

Комментарий:

Справка

Границы

Использовать

VP:
VA:
VG:
NG:
NA:
NP:
Гистерезис:

Контроль границ

Обработка

Использовать

Апертура:
Пик:
Сглаж.:
Множитель:
Смещение:

Масштабирование

Масштабирование

In: Мин Макс × Множитель + Смещение = Макс Мин А

Системные

Основные

Тип:

Размерность:

Период: Единица измерения:

Автопосылка

Включить

Индекс:

Отработать

На старте:

Архивация

Дополнительно

использован канал FLOAT (рисунок 14).

Рисунок 14 - Канал «высота отложений»

Для данного канала заданы следующие данные:

Тип – Input

Размерность – м

ВП – 5

ВА – 4

ВГ – 2

Данный канал привязан к аргументу «высота отложений» (рисунок 15)

Имя	Тип	Тип данных	Значение по умолчанию	Привязка	Флаги	Группа	Ед.измерения	Комментарий	Кодировка
высота_отложений	IN	REAL		высота отложений:Реальное значение (Система.Процесс отчистки РВС.Каналы)					

Рисунок 15 - Аргумент «высота отложений»

Данный аргумент имеет тип IN и тип данных REAL.

Контроль за уровнем расхода ТМС осуществляется через каналы FLOAT, по отдельному каналу на каждый расходомер в системе. Настройки каналов указана на рисунке 16.

Рисунок 16 – Канал «Расход по Н-1»

Для данного канала заданы следующие данные:

Тип – Input

Размерность – м куб.

2.4 Графическая часть

Графическая часть SCADA- системы представляет из себя рабочие экраны, на которых расположены графические элементы и инструменты управления системой.

Экран «Схема процесса»

Данный экран является основным экраном этого АРМ, представляет собой схематичное изображение всего технологического процесса, включающего в себя предварительный подогрев ТМС, последующий его подогрев вместе с АСПО, очистку получившейся смеси через систему сепаратора и буферной емкости и подачу обратно в систему трубопроводов. (рисунок 17)

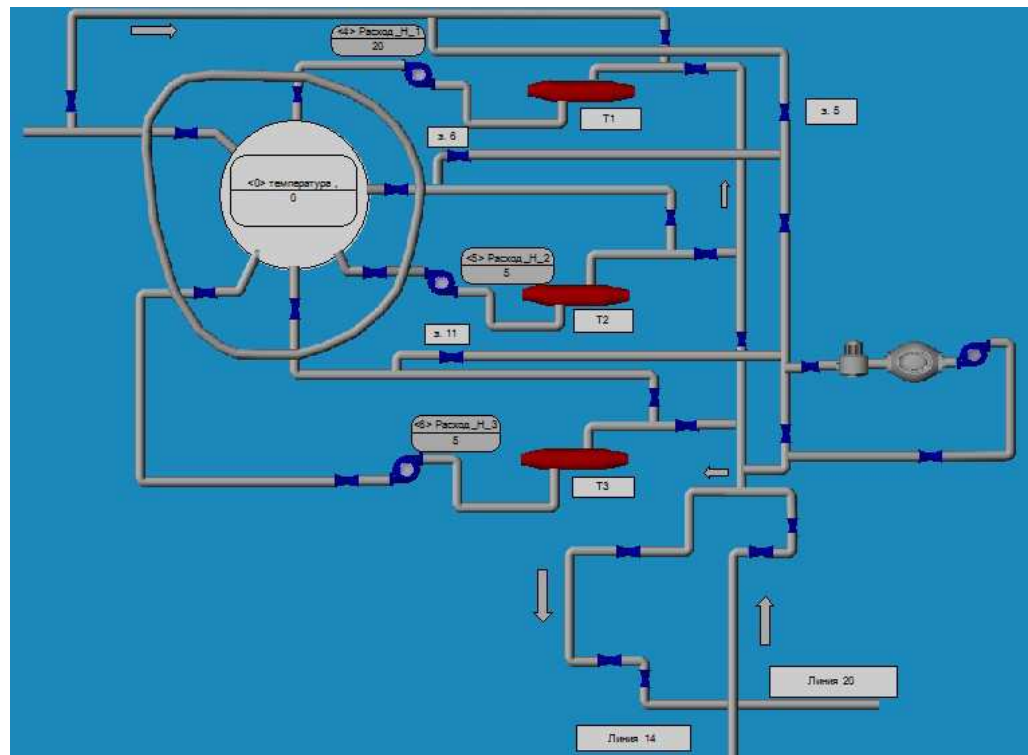


Рисунок 17 - Экран «схема процесса»

На данном экране производится мониторинг температуры внутри РВС при помощи графического инструмента «канал». «Канал» привязан к аргументу «температура», который, в свою очередь, обеспечивает его взаимосвязь с каналом «температура в резервуаре». Также на экране «схема процесса» можно наблюдать индикацию задвижек 5,6 и 11. Во время работы системы данные задвижки отображаются либо красным цветом,

показывающим, что на данный момент задвижки находятся в закрытом состоянии, либо зеленым, который показывает, что задвижка частично или полностью открыта. Данное решение достигается путем привязки графических элементов задвижек к соответствующим каналам и заданием функции `arg` больше либо равен `const`. Аргумент символизирует степень открытия задвижки в процентах. Таким образом, при достижении аргументом единицы и более, что означает открытие задвижки, цвет соответствующего графического элемента меняет свой цвет с красного на зеленый.

Помимо этого, на данном экране оператор может наблюдать уровень расхода ТМС отдельно на линии каждого насоса. Осуществляется это при помощи графического элемента «Канал», который привязан к соответствующим каналам через одноименные аргументы.

Экран «Управление задвижками»

На данном экране расположен блок управления частичным открытием задвижек 5,6 и 11 (рисунок 18).

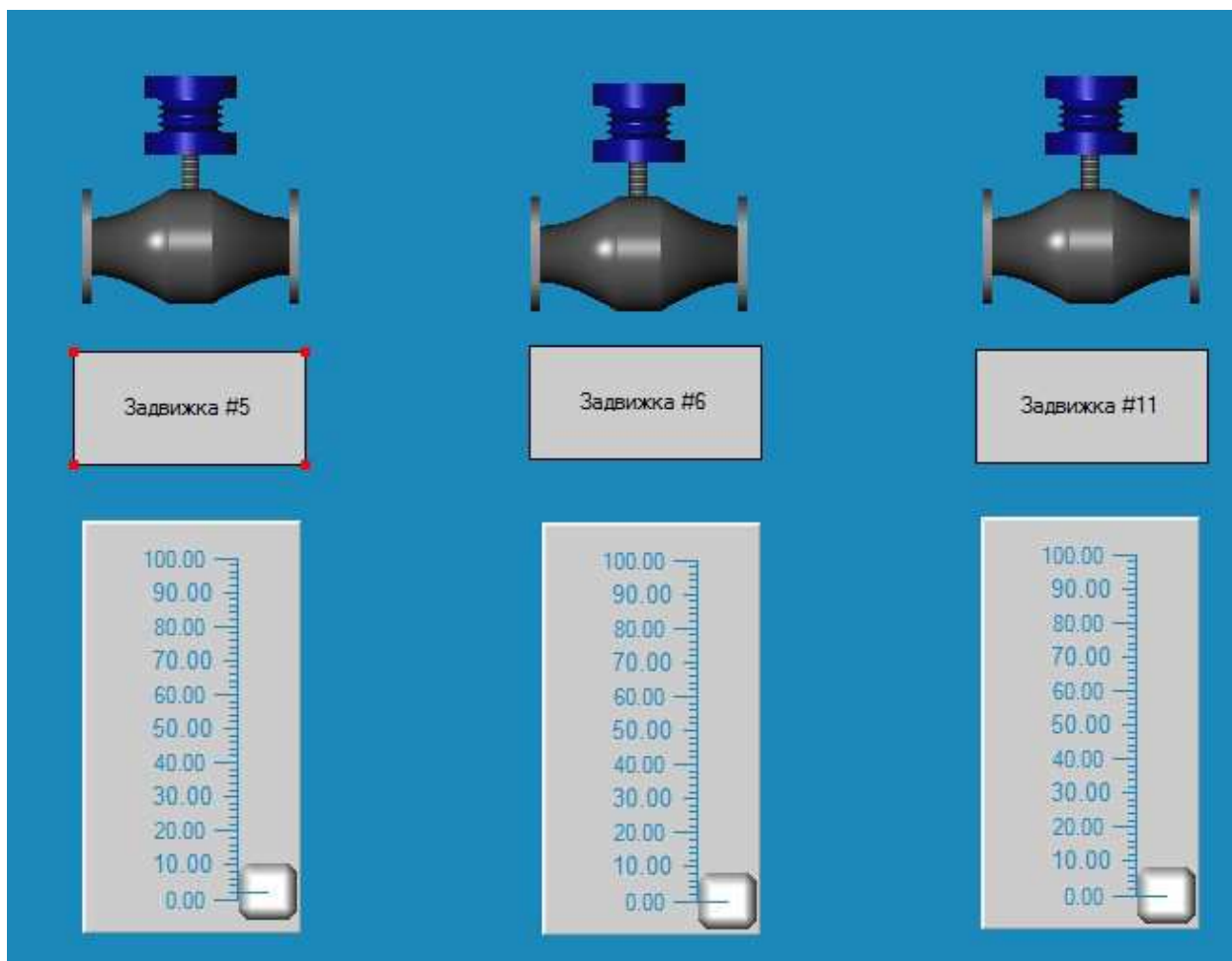


Рисунок 18 – Экран «Управление задвижками»

На данном экране элементами управления являются графические элементы «ползунок». Каждый ползунок привязан к отдельному соответствующему аргументу. На практике во время работы технологического процесса оператор имеет возможность регулировать степень открытия каждой из трех представленных задвижек по отдельности в процентном диапазоне от 0 до 100%. Соответствующие элементы на экране «мониторинг отложений» будут изменять свой цвет, тем самым отображая свое открытое, либо закрытое состояние.

Экран «Мониторинг отложений»

Данный экран предназначен для контролем за уровнем отложений АСПО в резервуаре (рисунок 19).

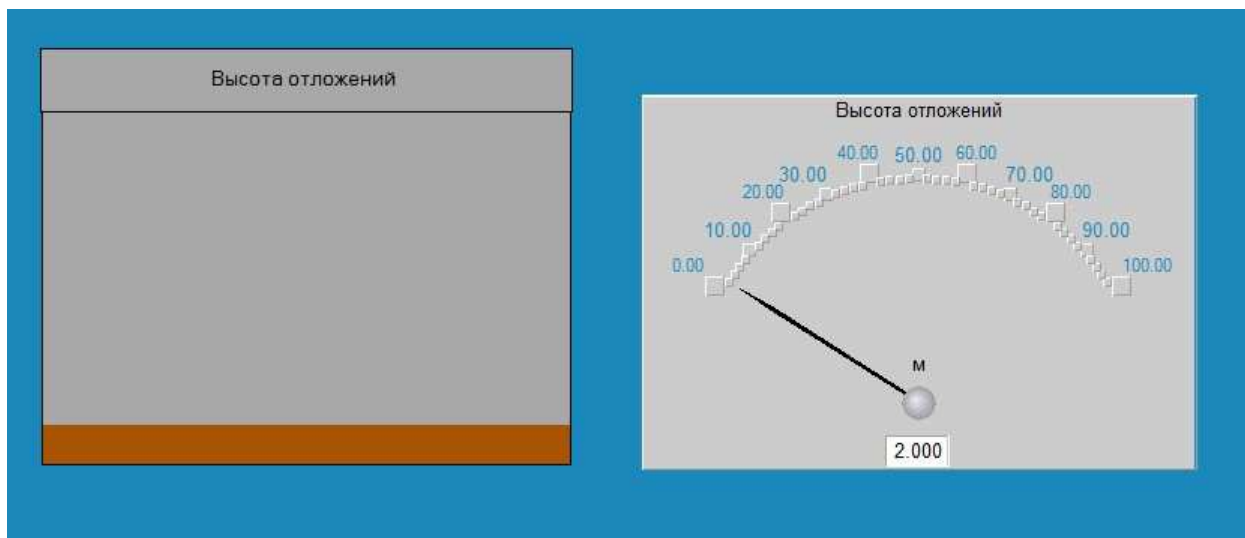


Рисунок 19 - Экран «Мониторинг отложений»

На данном экране для большей наглядности контроль за уровнем отложений осуществляется с помощью двух инструментов. Первый представляет собой схематичное изображение резервуара, в котором АСПО изображено коричневым цветом. По мере увеличения количества отложений в резервуаре уровень коричневой заливки будет увеличиваться. Рядом с ним расположен графический инструмент «Стрелочный прибор». Предназначен для более точного отображения уровня АСПО в резервуаре. Оба инструмента привязаны к аргументу «Высота отложений».

2.5 Проверка АСУ ТП на работоспособность

В Trace Mode существует возможность проверить работоспособность созданной системы при помощи функции «Симуляция». При ее использовании происходит искусственный старт технологического процесса, где можно отследить, все ли алгоритмы работают, как задумано.

Например, при симуляции экрана «Управление задвижками» появляется возможность управлять ползунками, а на экране «Мониторинг отложений» имитировать сигналы уровнемера, таким образом наблюдать,

как изменяются показатели стрелочного прибора и схематичное изображение резервуара слева.

Таким же образом можно отслеживать изменения показателя температуры РВС на экране «Схема процесса».

3 Эксплуатация АСУ ТП

3.1 Ввод в эксплуатацию АСУ ТП

Цель данной стадии заключается в физической реализации системы и ее передаче в эксплуатацию.

Основанием для начала ввода АСУ ТП в действие является готовность документации и устройств автоматизации.

Ввод АСУ ТП в эксплуатацию состоит из следующих этапов:

- подготовка организации к вводу АСУ ТП в эксплуатацию, подготовка рабочего персонала;
- строительно-монтажные работы;
- пуско-наладочные работы;
- проведение испытаний;
- ликвидация проблем, выявленных во время испытания АСУ ТП;
- внедрение АСУ ТП в промышленную эксплуатацию.

АСУ или отдельно взятая функция системы, при вводе ее в эксплуатацию, должна пройти предварительные и приемочные испытания. Помимо этого, они должны пройти испытания, предусмотренные нормативно-техническими документами заказчика. Перед приемочными испытаниями необходимо провести опытную эксплуатацию на объекте управления.

Предварительные испытания проводятся на действующем технологическом объекте управления, чтобы определить ее работоспособность и решить вопрос о возможности введения АСУ в опытную эксплуатацию.

Согласно результатам приемочных испытаний составляется соответствующий протокол и акт о внедрении АСУ в эксплуатацию, либо заключение о неприемке АСУ со списком требуемых доработок и желательными сроками их выполнения.

Во время анализа функционирования системы проверяется эффективность решений, которые были приняты при ее создании, а также определяется фактическая экономическая эффективность данной АСУ ТП.

3.2 Правила эксплуатации АСУ ТП

Находящаяся в эксплуатации АСУ ТП должна быть постоянно включена в работу.

Во время работы АСУ ТП необходим постоянный контроль электропитания оборудования аварийной предупредительной сигнализации на эксплуатируемых объектах, а также контроль предохранителей автоматов и цепей управления на предмет исправности.

Включение и выключение оборудования АСУ ТП, находящегося в ведении аварийно-диспетчерской службы эксплуатационной организации, производится исключительно с его разрешения, также необходима запись в эксплуатационном журнале.

Для избежания возможного доступа посторонних лиц к оборудованию АСУ ТП они должны быть закрыты, а также опломбированы, об этом должна быть сделана запись в эксплуатационном журнале. Оперативный персонал проверяет сохранность пломб во время примеки и сдачи дежурства.

Вскрытие оборудования может производить только обслуживающий персонал, либо оперативный персонал, при этом обязательно запись в эксплуатационном журнале.

Панели, щиты и пульта управления АСУ ТП должны иметь достаточно видимые надписи со стороны доступа к ним, которые указывают их назначение, соответствующие единым диспетчерским наименованиям, а установленная на них аппаратура – надписи или маркировку в соответствии со схемами.

Проводники, которые присоединены к рядам зажимов и к зажимам устройств и приборов, должны иметь маркировку в соответствии со схемами.

Необходимо наличие маркировок у кабелей на концах, в местах разветвления и пересечения потока кабелей, в переходе сквозь стены и

потолки, а также по трассе через 50-70 м. Обязательна изоляция концов свободных жил и кабелей.

На объектах, где установлено оборудование АСУ ТП, обязаны быть:

- совмещенные принципиальные и монтажные схемы оборудования с обозначением маркировок вводов электросети, линий связи, заземления, кабельных проводок и клеммников;

- монтажная схема размещения оборудования на объекте с обозначением внешних соединений оборудования и проводок, начиная с мест врезки проводок в технологические трубопроводы, мест нахождения запорной арматуры, а также органов управления. На схеме обязательно должны быть указаны положения этих мест, которые соответствуют различным режимам работы технологического оборудования.

На диспетчерском пункте аварийно-диспетчерской службы эксплуатационной организации, оборудованном устройствами АСУ ТП, должны быть:

- структурная схема оборудования АСУ ТП, в которой указаны объекты, на которых они размещены, а также схема организаций линий связи;

- принципиальная схема устройств АСУ ТП, которые установлены в диспетчерском пункте, с обозначением заземлений, вводов электросети, линий связи и клеммников;

- монтажная схема размещения оборудования на диспетчерском пункте с обозначением электропроводки, вводно-коммутационной аппаратуры, клеммников, внешних соединений, кабельной разводки, а также их положения при различных режимах работы;

- комплект технической документации на весь комплекс автоматизированной системы управления технологическим процессом;

- комплект эксплуатационной документации, в который входит: паспорта на оборудование и устройства, график ремонтных, регламентных

работ и технического обслуживания, журнал неисправностей и отказов, эксплуатационный журнал.

Техническое обслуживание оборудования АСУ ТП осуществляется с помощью проведения плановых проверок.

Полные плановые проверки необходимо проводить не реже одного раза в 3 года (если в инструкциях производителей оборудования АСУ ТП не указаны более частые проверки) в объеме:

- испытания изоляции;
- осмотр состояния коммутационных элементов и аппаратуры;
- проверка основных параметров работы;
- опробование устройств в работе.

Неполные проверки проводятся не реже раза в 3 месяца в соответствии с графиком, составленным с учетом технических возможностей эксплуатационной службы и местных условий и утверждаемому в установленном порядке техническим руководством в объеме:

- измерение сопротивления изоляции;
- осмотр состояния оборудования и вторичных цепей;
- опробование устройств в работе.

Периодичность частичных плановых проверок может быть увеличена по решению технического руководства организации, ввиду опыта эксплуатации аппаратов АСУ ТП.

Внеплановые проверки проводят после всех видов ремонтов, а также в случае неудовлетворительной работы системы или отказов отдельных устройств.

Проверки не должны препятствовать системе, проведение их рекомендуется совмещать с ремонтными работами на основном технологическом оборудовании.

После плановых и внеплановых проверок оборудования АСУ ТП необходимо составить протоколы (акты) и сделать необходимые записи в эксплуатационных журналах. Изменения в структуре устройств и установок,

а также схемах необходимо отобразить в технической документации АСУ ТП. При наличии изменений порядка производства работ в производственные инструкции и принципиальные схемы к ним необходимо внести соответствующие изменения.

Государственную поверку измерительного оборудования, входящего в комплект оборудования АСУ ТП, необходимо производить в сроки, установленные Госстандартом России.

Во время эксплуатации устройств АСУ ТП запрещается производить вблизи или на них строительные или ремонтные работы, которые могут вызывать вибрацию или сотрясения, которые, в свою очередь, способны привести к искажению показаний аппаратуры или выводу ее из строя.

В процессе работы средств АСУ ТП условия эксплуатации оборудования должны соответствовать инструкциям изготовителей по допустимой влажности, температуре, вибрации, давлению и др.

При возникновении необходимости необходимо принять соответствующие меры: подогрев, охлаждение, виброзащита и т.п.

3.3 Расчет на надежность

Произведем расчеты на надежность некоторых элементов оборудования.

Уровнемер Optiflex 1300С.

Заявленная производителем интенсивность отказов $\lambda = 2,22 \cdot 10^{-5}$ 1/час.

Найдем среднюю наработку на отказ по формуле:

$$T = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{2,22 \cdot 10^{-5}} = 45\,000 \text{ час} \quad (1)$$

Стабилизатор напряжения АРМ

Согласно справочным материалам, средняя интенсивность отказов стабилизаторов напряжения составляет $\lambda = 0,036 \cdot 10^{-6}$ 1/час. Найдем среднюю наработку на отказ:

$$T = \frac{1}{0.036 \cdot 10^{-e}} = 14\,520 \text{ час} \quad (2)$$

Следует отметить, что данный показатель актуален при полной нагрузке оборудования. Следовательно, при неполной нагрузке данный показатель может быть выше.

Электромагнитные реле АРМ.

Согласно справочным материалам, средняя интенсивность отказов электромагнитного реле составляет $\lambda = 0,3 \cdot 10^{-5}$ 1/час. Найдем среднюю наработку на отказ:

$$T = \frac{1}{0.3 \cdot 10^{-5}} = 333\,333 \text{ час} \quad (3)$$

Следует отметить, что данный показатель актуален при полной нагрузке оборудования и может значительно меняться при ее изменении. Следовательно, при неполной нагрузке данный показатель может быть выше.

Заключение

В данной квалификационной работе были выполнены следующие задачи:

- Была изучена теоретическая часть автоматизации технологических процессов.

- Был изучен технологический процесс очистки резервуаров для хранения и перекачки нефти от асфальтено-смоло-парафинистых отложений.

- Был осуществлен подбор оборудования для автоматизации изученной схемы очистки РВС от АСПО, а именно: термодары, расходомеры, уровнемеры и блок управления приводом запорной арматуры.

- Разработана система автоматизированного управления технологическим процессом очистки РВС от АСПО, в частности был обеспечен контроль температуры внутри резервуара, контроль количества АСПО в резервуаре, контроль за расходом ТМС по линиям насосов, а также была обеспечена возможность оператору регулировать степень открытия задвижек на вынос смеси к сепаратору.

- Составлено руководство по эксплуатации автоматизированной системы управления технологическим процессом.

На основании вышеперечисленных пунктов, считаю задачи данной ВКР решенными, а цель достигнутой.

Список сокращений

АРМ – автоматизированное рабочее место

АСПО - асфальтено-смоло-парафинистые отложения

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом

НПЗ – нефтеперерабатывающий завод

ПЛК – программируемый логический контроллер

ПО – программное обеспечение

САУ – система автоматического управления

ТМС – топливо маловязкое судовое

ТОУ – технологический объект управления

ТП – технологический процесс

ЭВМ – электронно-вычислительная машина

РПСН – резервуарный парк сырой нефти

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автоматизация и механизация технологических процессовковки и штамповки: учебное пособие / Норицын И.А. – Москва, 1967 – 124 с.
2. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник / Шишмарев В.Ю. – Москва, 2007 – 84 с.
3. Автоматизация технологических процессов: учебное пособие / Бородин И.Ф., Судник Ю.А. – Москва, 1986 – 49 с.
4. Автоматизация технологических процессов: учебное пособие / Хомченко В.Г., Федотов А.В. – Омск, 2005 – 81 с.
5. Автоматизация технологических процессов: учебное пособие / Бородин И.Ф., Недилько Н.М. – Москва, 1986 – 184 с.
6. Автоматизация типовых технологических процессов: учебное пособие / Кобылин А.М., Петров Н.К., Радимов С.Н., Шапарев Н.К. – Москва, 1988 – 234 с.
7. Автоматизированная система управления и информационно – телеметрического обеспечения. Документ Управления Интерфейсами (ICD). 154.12700 – 2011. – 78 с.
8. Автоматизированная система управления технологическим процессом брагоректификации с контуром лингвистического прогнозирования: автореф. дис. / к.т.н. Лунев Р.А. – Москва, 2002 – 47 с.
9. Автоматизированное проектирование технологических процессов механической обработки заготовок на станках с ЧПУ: учебное пособие / Самсонов Ю.И. – Москва, 2000 – 196 с.
10. Автоматическая загрузка технологических машин: справочник / Бляхеров И.С. – Москва, 1990 – 89 с.
11. Автоматическая оптимизация технологических систем получения сульфогипса: автореф. дис. / к.т.н. Айрапетов А.К. – Москва, 2003 – 63 с.

12. Автоматические загрузочно-ориентирующие устройства: учебное пособие / Усенко Н.А., Бляхеров И.С. – Москва, 1984 – 82 с.
13. Автоматическое управление режимами обработки деталей на станках: учебное пособие / Тверской М.М. – Москва, 1982 – 144 с.
14. Адаптивное управление температурным профилем ректификационной колонны тарельчатого типа: автореф. дис. / д.т.н. Шаровина С.О. – Москва, 2004 – 43 с.
15. Барков, А.В. Методы построения программного обеспечения автоматизации испытаний космических аппаратов связи и навигации/ Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/ Сиб. гос. Аэрокосм. ун-т имени акад. М.Ф. Решетнева, Красноярск, 2006. – 145 с.
16. Гибкие производственные системы, промышленные роботы: учебное пособие / робототехнические комплексы, Черпаков Б.И., Великович В.Б. – Москва, 1989 – 46 с.
17. ГОСТ Р 19.701-90 Схемы алгоритмов, программ данных и систем. – Введ. 01.01.1992. – М.: Стандартинформ, 2012. – 17 с.
18. Информационно-измерительная система технологического состояния ванны руднотермической печи на основе частного разделения каналов: автореф. дис. / к.т.н. Мясоедова Е.Ю. – Тула, 2006 – 57 с.
19. Классификация экспертных систем: Конспект лекций по Основам компьютерно-интегрированного управления, Бейцуг С.В. – Москва, 2007 – 42 с.
20. Математическое и программное обеспечение микропроцессорной системы управления потенциально опасными объектами: автореф. дис. / к.т.н. Тучинский С.В. – Воронеж, 2000 – 54 с.
21. Модели, методы и алгоритмы управления и обработки информации адаптивными реконфигурируемыми модулями в телеметрических системах: автореф. дис. / к.т.н. Говорухина Т.Н. – Курск, 2013 – 65 с.

22. Основы автоматизации машиностроительного производства: учебное пособие / Ковальчук Е.Р. – Москва, 1999 – 164 с.
23. Основы автоматизации технологических процессов и производств: учебное пособие / Соснин О.М. – Москва, 2007 – 92 с.
24. Основы автоматизации технологических процессов пищевых производств: учебное пособие / Яценко В.Ф. – Москва, 1983 – 109 с.
25. Основы Автоматики и автоматизации производственных процессов: учебное пособие / Хлытчиев С.М. – Москва, 1985 – 104 с.
26. Патент 2404912 Российская Федерация,. Резервуар для хранения нефти / Тагиров Р.Р., Николаева Н.И. Приоритет от 15.12.2008. Оpubл. 27.11.2010. По данным на 25.05.2017 – прекратил действие.
27. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования: учебное пособие / Петров И.В. – Москва, 2004 – 128 с.
28. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие / Ключев А.С., Глазов И.В. – 2-е изд. – Москва, 1990 – 154 с.
29. Проектирование систем автоматического манипулирования миниатюрными изделиями: учебное пособие / Иванов А.А. – Москва, 1981 – 168 с.
30. Протокол согласования интерфейса «Редактора и Интерпретатора ИП». Редакция 21.12.2011. – 64 с.
31. Разработка методов и средств автоматизированного контроля перемещений, деформаций и скорости внутренней коррозии при эксплуатации объектов транспорта и хранения жидких углеводородов: автореф. дис. / д.т.н. Кузяков О.Н. – Москва, 2003 – 58 с.
32. САПР технологических процессов: учебник / Кондаков А.И. – Москва, 2007 – 102 с.

33. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. СТО 4.2–07– 2014. СФУ, Красноярск, 2014. – 60 с.
34. Система управления с применением нейросетевых технологий для процесса очистки сточных вод производств свинцовых аккумуляторов: автореф. дис. / Ремизова О.А. – Санкт-Петербург, 2001 – 87 с.
35. Системы управления химико-технологическими процессами: учебное издание / Беспалов А.В., Харитонов Н.И. – Москва, 2007 – 56 с.
36. Системы числового программного управления: учебное пособие / Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. – Москва, 2005 – 85 с.
37. Современный электропривод станков с ЧПУ и промышленных роботов: учебное пособие / Михайлов О.П. – Москва, 1989 – 79 с.
38. Создание многоуровневых информационно-управляющих систем реального времени на основе методов оптимизации и математического моделирования: автореф. дис. / д.т.н. Костюков В.Е. – Нижний Новгород, 2008 – 74 с.
39. Средства автоматизации обратного проектирования встроенных систем: автореф. дис. / к.т.н. Мартынов А.И. – Ульяновск, 2005 – 49 с.
40. Теоретические основы, методы и средства адаптивного управления процессом приготовления товарного бетона: автореф. дис. / д.т.н. Беркут, А.И. – Москва, 2002 – 58 с.
41. Теория автоматического управления: учебное пособие для самостоятельной работы / Гордеев Е.Н., Сергеев Ю.С. – Челябинск, 2012 – 57 с.

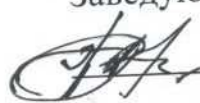
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа

Кафедра технологических машин и оборудования нефтегазового комплекса

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Э.А. Петровский
«06» июня 2017 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Конфигурация автоматизированных рабочих мест операторов оборудования
НГК

Руководитель


подпись, дата

к.т.н., доцент
ученая степень

Гынченко В.С.
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата

Коп В.А.
инициалы, фамилия

Красноярск 2017