

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СВЯЗИ, ИНФОРМАТИЗАЦИИ И
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

**ФЕРГАНСКИЙ ФИЛИАЛ ТАШКЕНТСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

На правах рукописи

УДК 66.012-52

КАДИРОВ ФЕРУЗ САБИРОВИЧ

**Проектирование и разработка автоматизированной
системы управления технологическим процессом в
химической промышленности.**

5А330201 – Компьютерные системы и их программное обеспечение.

Диссертационный проект на соискание степени магистра

Научный руководитель:

зам. нач. производства АС-АК72М:

Измирян А.В.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	23
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА, КАК ЭЛЕМЕНТА АВТОМАТИЗАЦИИ.	31
2.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТАХ УПРАВЛЕНИЯ	31
2.2 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПРОИЗВОДСТВ.	33
<i>2.2.1 Производство синтетического аммиака (NH₃)</i>	<i>33</i>
<i>2.2.2. Производство слабой азотной кислоты HNO₃)</i>	<i>38</i>
<i>2.2.3. Производство нитрата аммония (аммонийная (аммиачная) селитра) — H₄NO₃, соль азотной кислоты.</i>	<i>45</i>
2.3 ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ	51
3. КОНЦЕПЦИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ.	53
3.1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ	53
3.2 АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ	53
3.3 СБОР И УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ	57
3.4 БАЗА ДАННЫХ СИСТЕМЫ	58
3.5 КОНФИГУРИРОВАНИЕ	58
3.6 СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ	60
<i>3.7.1 Интерфейс с оператором</i>	<i>66</i>
<i>Решения по оживлению мнемосхем управления</i>	<i>79</i>
<i>Решения по оживлению мнемосхем ПАЗ</i>	<i>86</i>
<i>Структурные схемы обработки параметров ввода/вывода</i>	<i>90</i>
<i>3.7.2 Устройство ввода и управления позицией</i>	<i>92</i>
<i>3.7.3 Операторские функции</i>	<i>93</i>
<i>3.7.4 Уровни доступа</i>	<i>97</i>
<i>3.7.5 Стандартные экраны системы</i>	<i>98</i>
<i>3.7.6 Потребительские экраны</i>	<i>99</i>
<i>3.7.7 Работа с трендами</i>	<i>101</i>
<i>3.7.8 Отчеты</i>	<i>102</i>
3.8 ЗАЩИТА	104
3.9 РЕЗЕРВИРОВАНИЕ	105
3.10 ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ И УСЛОВИЯМ РАБОТЫ ПЕРСОНАЛА	106
3.11 ТРЕБОВАНИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ И УНИФИКАЦИИ	107
3.12 ТРЕБОВАНИЯ К БЫСТРОДЕЙСТВИЮ	109
3.13 ХАРАКТЕРИСТИКА УРОВНЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ И СРЕДСТВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В АВТОМАТИЗАЦИИ	111
3.14 ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ	119
4. РЕАЛИЗАЦИЯ АСУ ТП	121

4.1 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА.	121
4.2 ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ	138
4.3 ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ВЕДЕНИЯ ТП	140
4.4 ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ	153
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	154
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	157
ПРИЛОЖЕНИЕ	162
Приложение 1 - Национальные и международные стандарты и нормативные материалы	162
Приложение 2 – Расшифровка аббревиатур, используемых в проекте.	163
Приложение 3 – Схемы автоматизированной вент/систем	167

*«Дерзать! Ценой дерзаний достигается прогресс.
Все блистательные победы являются в большей или
меньшей степени наградой за отвагу.»*

Гюго В.

ВВЕДЕНИЕ

Комплексной автоматизации и механизации производств химической промышленности уделяется огромное внимание, поскольку протекание химико-технологических процессов характеризуется сложностью, высокой скоростью и чувствительностью к отклонениям от заданных режимов, вредностью среды рабочей зоны, взрыво-, пожароопасностью перерабатываемых веществ.

Проблемами автоматизации химической промышленности являются недостаток информации о протекании высоко-сложных технологических процессов химической промышленности, а также трудности при сопоставлении имеющихся данных для проведения качественного анализа деятельности предприятия химической промышленности с целью оптимизации его работы.

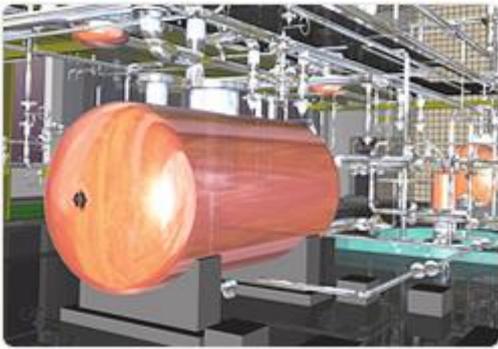
Современная автоматизация предприятия химической промышленности широко используется для оптимизации таких важных показателей работы химического предприятия, как уровень безопасности персонала, защита окружающей среды, соответствие стандартам контроля качества. Внедрение автоматизации технологических процессов химической промышленности приводит к снижению себестоимости продукции, а также максимальному повышению эффективности производства товаров массового потребления, спец. химикатов, органических (неорганических) продуктов, как с непрерывными, так и периодическими процессами предприятий химической промышленности.

На основе современных технологий автоматизации химической промышленности ее производственные данные становятся базой для



принятия управленческих решений. Предприятия химической промышленности широко применяют различные технологические схемы, главным образом использующие химические методы, в основе которых лежат глубокие качественные изменения, а также превращения веществ и материалов, их состава, свойств, состояния, внутренней структуры. Химические методы производства позволяют применять разнообразное сырье, включая различные отходы. Некоторые предприятия химической промышленности, использующие горнохимическое сырье, выполняют его переработку, а также добычу, что существенно усложняет структуру таких предприятий и организацию производственного процесса. Поскольку в результате химических преобразований меняют состояние веществ и целенаправленно получают продукты, обладающие специально заданными свойствами, высокие требования предъявляются к качеству сырья, а также подготовке сырьевой базы. Поэтому правильная организация технического контроля используемого сырья на предприятиях химической промышленности имеет огромное значение. Ряд производств химической промышленности характеризуется значительным потреблением тепловой, а также электрической энергии, это определяет повышенные требования к организации качественного энергоснабжения предприятия для обеспечения его четкого и бесперебойного функционирования.

Предприятия химической промышленности работают в условиях постоянного присутствия различных опасных веществ; многие технологические процессы протекают при высоких давлениях и температурах. Это определяет повышенные требования к охране труда и технике безопасности на химическом предприятии. Вредные производства особенно требуют внедрения надежных систем автоматизации химических процессов. Большинство технологических процессов химического



производства протекают непрерывно в пределах цеха и всего предприятия в целом. Непрерывность протекания химико-технологических процессов обуславливает большое значение бесперебойного обеспечения химического производства сырьем и материалами, а также особой организации работы обслуживающего персонала. Особенностью технологического оснащения химических предприятий является применение закрытых аппаратов непрерывного либо периодического действия, что затрудняет непосредственное наблюдение за ходом химико-технологических процессов, состоянием технологического оборудования, а также учетом количества полуфабрикатов, используемых на различных этапах производства. Это обуславливает оснащение технологических аппаратов современными контрольно-измерительными приборами совместно с автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУ ТП) химической промышленности. Особые требования предъявляются системам автоматизации химических предприятий для обеспечения систематического контроля исправности технологического оборудования, а также проведения своевременных осмотров и ремонтов.

Сложность, а также разнообразие химико-технологических процессов и технологического оборудования, наличие сложных систем автоматизированного управления технологическими процессами (АСУ ТП) предприятий химической промышленности предъявляют высокие квалификационные требования к обслуживающему персоналу.

Современные и надежные системы автоматизации широко внедряются рядом химических производств, среди них:

- *автоматизация химического производства неорганических веществ (АСУ ТП химического производства серной кислоты, АСУ ТП химического*

- производства суперфосфата, АСУ ТП химического производства аммиака, АСУ ТП химического производства аммиачной селитры);*
- автоматизация химического производства органических веществ (АСУ ТП химического производства ацетилена, АСУ ТП химического производства бутадиена, АСУ ТП химического производства стирола из этилбензола);*
 - автоматизация химического производства полимеров и эластомеров (АСУ ТП химического производства полиэтилена высокого давления, АСУ ТП химического производства полипропилена, АСУ ТП химического производства бутадиен-стирольного латекса);*
 - автоматизация производства химических волокон (АСУ ТП химического производства вискозного волокна, АСУ ТП химического производства полиамидного волокна — капрона);*
 - автоматизация химического производства резиновых изделий (АСУ ТП химического производства автомобильных шин, АСУ ТП химического производства резиновых технических изделий);*
 - автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП) переработки пластмасс.¹*

Объёмы производства химических предприятий измеряются сотнями тысяч тонн в год. Даже небольшие отклонения в измерении технико-экономических показателей производства могут принести предприятию ощутимые экономические убытки. Условия, в которых осуществляются технологические процессы, характеризуются высокими значениями параметров проведения процессов. Всё это приводит к тому, что химические предприятия представляют повышенную опасность для окружающей среды, масштабы последствий аварийных ситуаций могут быть очень значительными. Для того чтобы предотвратить появление подобных проблем, химические производства проходят техническое перевооружение,

¹ Кадиров Ф.С., Абдуллаев Т.М. – “Информационные технологии в автоматизации химической промышленности.”

согласно постановлению Президента Республики Узбекистан от 27 июля 2007 года, в которой указаны цели и задачи программы модернизации, технического и технологического перевооружения предприятий химической промышленности². Учитывая рост цен на сырье и энергоресурсы, а также невозможность большинства предприятий финансировать модернизацию имеющихся производственных мощностей и ввод новых, в ближайшее время выпускаемая продукция может стать неконкурентоспособной из-за более высоких затрат на производство аммиака по сравнению с конкурентами в других странах. Основными затратами при производстве аммиака являются сырье (природный газ) и энергоресурсы. Основными поставщиками сырья для предприятий-производителей аммиака являются дочерние предприятия НХК «Узбекнефтегаз», поставляющие природный газ. Именно поэтому имеет смысл эффективному использованию существующих мощностей и снижению времени простоев производств, а также производства должны иметь совершенные системы управления, которые брали бы на себя большинство функций управления, технологическими процессами, а в нештатных ситуациях предотвращали аварийные ситуации. В результате возникают задачи точного измерения и контроля технологических параметров, поддержания средств КИП и А в работоспособном состоянии и обеспечения их высокой надёжности.

АСУТП разрабатывается с целью:

- *достижения максимальной производительности и качества продукции за счет оперативного управления технологическим процессом и соблюдения требований регламента;*
- *получения достоверной оперативной информации с технологических объектов для решения задач рационального управления и согласования режимов работы в рамках производственной цепочки;*

² Постановление Президента Республики Узбекистан – «О Программе модернизации, технического и технологического перевооружения предприятий химической промышленности на период 2007-2011 годы» от 31-07-2007, 16:04

- *увеличения межремонтного периода работы оборудования, сокращение простоев, увеличение коэффициентов полезного использования технологического оборудования и сооружений благодаря повышению оперативности и надёжности контроля и диагностики;*
- *снижения трудоёмкости управления технологическими процессами и эксплуатационных затрат;*
- *повышения безопасности производства, в т.ч. обеспечение безопасной и безаварийной эксплуатации технологических объектов, сооружений и оборудования.*
- *повышения надёжности работы оборудования, возможности предупреждения его поломок с целью своевременного проведения плановых ремонтов, на основе предоставляемых информационных и программных средств автоматизации химической промышленности.*

Актуальность работы. Себестоимость в химическом производстве зависит от точности поддержания технологических параметров, соответственно за цель автоматизации принимаем повышение точности поддержания технологических параметров. Повысить надёжность можно за счет повышения точности поддержания технологических параметров. Поэтому за цель автоматизации принимаем повышение точности поддержания технологических параметров. Согласно постановлению Президента Республики Узбекистан – «О Программе модернизации, технического и технологического перевооружения предприятий химической промышленности на период 2007-2011 годы» от 31.07.2007 был дан старт значительным переменам в ведении и контроле технологических процессов отечественных производств. В их числе переход от старых систем регулирования на современные системы управления технологическими процессами – АСУ ТП, демонтаж старых систем релейно-пневматического регулирования и монтаж систем современного требования безопасного и эффективного ведения технологического процесса – АСУ ТП, регулирование и управления посредством считывания данных с интеллектуальных датчиков,

отслеживающих технологические параметры и отправки регулирующих сигналов на исполнительные механизмы для поддержания регламентных норм или перевода оборудования узла в безопасное состояние. Сегодня на мировом рынке присутствует достаточно компаний поставщиков систем АСУ ТП, которые имеют солидный опыт и эффективные технологии. Переход от старой системы сопровождается рядом задач, решение которых занимает немало времени, а порой требует кардинально нового подхода. В данном диссертационном проекте применим новый подход по переходу от старого управления технологией на современную систему автоматизированного управления технологическим процессом АСУ ТП – модернизация и техническое перевооружения производственных цехов на примере ОАО “FARG’ONAAZOT”. Цена вопроса – переход на энергосберегающие системы, более эффективному использованию существующих мощностей предприятия, сокращения времени на реконструкцию старых ПУ и перевода цехов на РСУ, возможность статистического и динамического анализа ведения режима, контроль и сокращение выбросов вредных веществ в атмосферу путем нейтрализации, разложения и конверсии в вещества менее канцерогенные или вообще безвредные – современный тренд экологичность и всем этим будет управлять современные системы управления процессами. В данной магистерской диссертаций использованы следующие программные обеспечения компаний “Honeywell”: Experion^{PKS} Station, TotalPlant® Solution (TPS), FSC Navigator, Application Editor, Application Generator, HMI Web Builder, Control Builder, Knowledge Builder; Borland Software Co.: Delphi 7; и компании ССС: Train Tools, Train View, Project Builder. А также другие утилиты, используемые для синхронизации и адаптации программных продуктов, таких как ActiveX, NTP, и другие.

Объект и предмет исследования. Объект исследования – цеха ОАО “FARG’ONAAZOT”: агрегат аммиака – “Аммиак-3”, цех слабой азотной кислоты и цех аммиачной селитры, объединенные в одно производство –

“АС-АК-72М”. Предметом исследования станет модернизация используемого ныне ПУ на систему АСУ ТП – создание индикационных и регуляторных точек, прорисовка мнемосхем, построение логических схем блокировок, создание трендов, групп и т.д.

Цель и задачи исследования. Целью создания системы автоматизированного

управления технологическими процессами является обеспечение оперативности, надежности, безопасности и эффективности управления.

Система управления призвана выполнять следующие функции:

Измерение технологических параметров, таких как:

- Температура
- Давление/ дифференциальное давление
- Расход
- Уровень
- Загазованность (Аналитические измерения)
- Концентрация (Аналитические измерения)
- и др.

Регистрация результатов измерений;

Контроль отклонений процесса от нормы и, при необходимости, оповещение оператора о нарушениях;

Мониторинг действий обслуживающего персонала и самодиагностику технических средств систем РСУ, ПАЗ, РНД;

Предоставление оператору-технологу информации о любой точке процесса в виде, облегчающем принятие решений для выполнения операций управления;

Отображение (индикация) измеряемых величин на экранах в различных формах:

- Детальная
- Рабочая группа
- Технологическая схема

Отображение состояния регулирующих клапанов или электроприводов;
Историзация регистрации и отображение в виде трендов;
Историзация событий (действий обслуживающего персонала, аварийных ситуаций процесса, работы системы) и отображение в соответствующих протоколах.

Расширенное архивирование данных, событий PHD;

Расчет действительного значения параметров;

Стратегии управления:

- Стабилизационное регулирование;
- Регулирование с коррекцией (каскадное);
- Регулирование с разделенным диапазоном выходного сигнала;
- Управление с подавлением.

Все перечисленные выше стратегии обеспечивают безопасный останов контура управления в случае обрыва связи регулятора с исполнительным механизмом (перевод регулятора в ручной режим с сохранением последнего хорошего выходного значения). Управление состоянием электрифицированного оборудования; (электроприводные клапаны, задвижки, насосы, вентиляторы); статистика обслуживания электрифицированного оборудования; логическое управление, блокировка; блокировка ПАЗ, безопасный останов.

Методы исследования. Они основаны на надежности и безопасности перехода и монтажа нового оборудования и ПО. Необходимо:

- собрать инженерные и операторские руководства систем управления технологическими процессами, краткие описания технологий – принципиальные технологические схемы, описания и характеристики эксплуатируемого оборудования – механического, электрического и КИП.
- проанализировать точки старой системы
- создать переходной журнал, где будет использовано новая политика имен и нумерация

- определить точки, в основном блокировочные (аварийные), которые, непременно, будут перемонтированы и распределены по контролерам в соответствии с логикой повышения надежности, отказоустойчивости и возможности “горячей” замены вышедшего из строя оборудования
- сформировать определенные правила в построении операторского интерфейса

Новизна состоит в упорядочении операций, производимых при модернизации производства в плане перехода на АСУ ТП и систематизации всего опыта накопленного и будучи полученного с возможностью его применения на практике. Имеет большое значение – возможность перестроения уже работающей АСУ ТП при появлении рациональных решений, применяемых в технологическом процессе. Применение симуляторных программ для обучения персонала и обкатки новых идей и/или возможных развитий событий при определенных манипуляциях в АСУ ТП – перезагрузка контрольного модуля, прогрузки новой блокировочной точки и т.д. Будет рассмотрен проект по внедрению электропривода в качестве аварийного для паровых турбин типа – “ПЦПЛ-700” с колесом “Кёртиса” с составлением соответствующей мнемосхемы, точек, регулирующих арматур, емкостей и системы блокировок.

Научно-теоретическая и практическая значимость. Проект имеет практическую основу и нововведения, применение которых нацелено на обеспечение непрерывного и безопасного ведения технологического процесса. Сформирована теоритическая и практическая основа для перенастройки АСУ ТП в условиях непрерывного технологического процесса, что имеет особое значение на непрерывных производствах химической отрасли.

Опубликованные материалы по проекту:

- Кадиров Ф.С., Абдуллаев Т.М. – “Информационные технологии в автоматизации химической промышленности.” на конференции талантливых студентов, прошедшей 3-го апреля 2013 года в Ферганском

Политехническом Институте. В ней изложено виденье эффективного применения АСУ ТП на производственных мощностях химической отрасли;

- Кадиров Ф.С., Иминов С.Т. – “Информационные технологии в рационализации энергопотребления химической промышленности.” на конференции по достижениям в промышленности 17-го апреля 2013 года в Ферганском Политехническом Институте, в которой Я продолжил мысль эффективного использования мощностей производств за счет применения АСУ ТП;
- Кадиров Ф.С., Турсунов С. – “Информационные технологии и энергетика в химической промышленности.” на конференции посвященной годовщине независимости РУз 15-го мая 2013 года. В ней изложена взаимосвязь смежных служб и отраслей в частности АСУ ТП и электриков, работающих на производстве по выпуску определенной продукции, их эффективной кооперации в целях снижения себестоимости выпускаемой продукции;
- Совместно с куратором диссертационной работы Измиряном А.В. в заводской газете “Кимёгар” – “Современные технологии в промышленности”;
- В областной газете “Ферганская Правда” от 3-го апреля 2014 года за № 14 (21.345) – “Информационные технологии”.

Структура и объём магистерской диссертационной работы.

Диссертационная работа включает в себя краткую аннотацию на двух языках, 7-ми иллюстрированных материалов, 42-х рисунков, 3-х принципиальных схем (дополнительно схема сети в отдельном файле), 12-ти таблиц (внешних 4-х таблиц), 28-ми формул, 14-ти сносок, а также список литературы из 37-ми наименований со списком использованных интернет ресурсов.

В первой главе дана характеристика объекта автоматизации химической промышленности. В частности, агрегата и двух смежных цехов с кратким описанием технологий и принципиальных схем.

Во второй главе рассмотрена концепция автоматизации – вопросы правил и порядка разработки АСУ ТП, предложены технические решения на основе программного обеспечения компаний HONEYWELL. Приведена характеристика уровня автоматизация и средств, используемых в автоматизации, требования к средствам АСУ ТП.

В третьей главе спроектирована схема аварийного привода паровых турбин на примере двух узлов агрегата “Аммиак-3” - спроектирован алгоритм перехода по АВР в СУ отделения “Очистка” и реализован аварийный привод на электротяге отделения “Риформинг” на платформе VMware Workstation - VMware, Inc. Также разработан симулятор СУ Train View компании ССС турбоагрегатом цеха АК-72М на платформе Borland - Delphi 7.

В ходе выполнения диссертационной работы получены следующие результаты:

1. Созданы кабельные журналы ПАЗ³, РСУ⁴ и ССС⁵;
2. Создана политика имен точек – [Ready Политика имен точек.xls](#);
3. Разработка схема подключений линий связи АСУ ТП – [Ready FTE Optic cable.xls](#);
4. Создан контроллер (PLC) СРМС300, точки, модули ввода/вывода и линии связи;
5. Спроектированы технологические схемы узла “Абсорбция” и “Дымососы БТА” со схемами логических блокировок, а также симулятор ССС;
6. Разработан симулятор СУ турбоагрегатом;
7. Изучены различные комбинаций построения логических блоков;

Основные виды выпускаемой продукции отечественной химической промышленности – аммиачная селитра, карбамид, аммиак, хлорат натрия, хлорат магниевый дефолиант, диацетат целлюлозы, ацетатное волокно, нитрат натрия, карбамидно-аммиачная смесь (КАС), САФУ, бикарбонат

³ [Ready Кабельный журнал ПАЗ.xls](#)

⁴ [Ready Кабельный журнал РСУ.xls](#)

⁵ [Ready кабельный журнал ССС.xlsx](#)

натрия, дефолиант, сульфат аммония, волокно нитрон, цианистый натрий, метанол ректификат, соляная кислота, полиакриламид, аргон газообразный, формалин, хлор жидкий, унифлок, КФ смолы (продукт поликонденсации карбамида с формальдегидом), ацетилен, фосфатизированная аммиачная селитра, метанол-ректификат марки А, диметиловый эфир, калий хлористый ГОСТ 4568-95, соль техническая, аммофос, аммоний сульфат фосфат, супрефос, сульфат аммония, ДВП, электролит, серная кислота, кормовой фосфат аммония, тринатрийфосфат (ТНФ), нитрат аммония низкой плотности (пористая селитра), катализаторы для производства аммиака, фосфомочевина, сульфат магния. Основное сырье, необходимое для производства - природный газ, соляная кислота, соль техническая, магний хлористый, сода каустическая, метилдиэтанолламин, серная кислота, хлопковая целлюлоза, красители катионные, катализаторы, сорбиталь, сорбитан, гидроксинон, моноэтанолламин, сода кальцинированная, порофор, спирт изопропиловый, эфир диизопропиловый, кислота итаконовая, железный купорос, сера, термолан, триамон, сильвинитовая руда, фосмука, фориалин [38].

Многое сырье добывается непосредственно в республики (сода каустическая, природный газ, сальвинитовая руда), некоторые поставляются из-за рубежа, ныне поставлена программа по локализации производств и возможному импорту замещению. Природный газ - это сырьё, которое будет использовано в получении синтетического аммиака, который в последующем станет сырьем для получения:

1. Слабой азотной кислоты – HNO_3
2. Нитрата аммония (аммонийная (аммиачная) селитра) — химическое соединение NH_4NO_3 , соль азотной кислоты.

Так же синтетический аммиак – может быть и товарным продуктом, используется в качестве дешевого хладагента в промышленных холодильных установках, для получения синтетических волокон, например, нейлона и капрона, в легкой промышленности он используется при очистке и крашении

хлопка, шерсти и шелка, в нефтехимической промышленности аммиак используют для нейтрализации кислотных отходов, а в производстве природного каучука аммиак помогает сохранить латекс в процессе его перевозки от плантации до завода и в медицинской промышленности. Показатели качества получаемого технического водорода не всегда удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям ГОСТа.

Экономика Узбекистана сегодня стала неотъемлемой частью мировой экономической системы. Страна из года в год наращивает свой экспортный потенциал, при этом последовательно меняя структуру поставок на внешние рынки с сырьевой направленности на высокотехнологичную готовую продукцию с высокой добавленной стоимостью. Благодаря системной и последовательной реализации важнейших приоритетов программы социально-экономического развития страны, комплексных программ опережающего развития и модернизации отраслей и сфер экономики, несмотря на усиливающиеся кризисные явления в мировой экономике и замедление темпов ее роста, в Узбекистане обеспечиваются высокие и устойчивые темпы экономического роста, укрепление макроэкономической стабильности. Слагаемыми такого успеха стала ориентация экономики страны на импортозамещение и локализацию, которые выступили катализаторами национальной промышленности, позволили снизить зависимость экономики от внешних факторов и наиболее полно использовать внутренние производственные резервы и сырьевые ресурсы.

Логическим продолжением осуществляемого в стране процесса модернизации, технического и технологического обновления производства является постановление Президента страны «О приоритетах развития промышленности Республики Узбекистан в 2011-2015 годах» от 15 декабря 2010 года, направленное на устойчивое, динамичное и сбалансированное развитие отечественной индустрии. [1,38]

Важным направлением является также системное внедрение международных стандартов качества и технических регламентов при

производстве промышленной продукции, обеспечивающих ее конкурентоспособность на внешних рынках. Примечательно, что оборудование, материалы и комплектующие изделия, не производимые в стране и завозимые в рамках реализации проектов, освобождены от таможенных платежей (кроме таможенных сборов) до 1 января 2016 года. В целом постановление предусматривает реализацию свыше 500 крупных инвестиционных проектов в промышленности общей стоимостью около 50 миллиардов долларов.

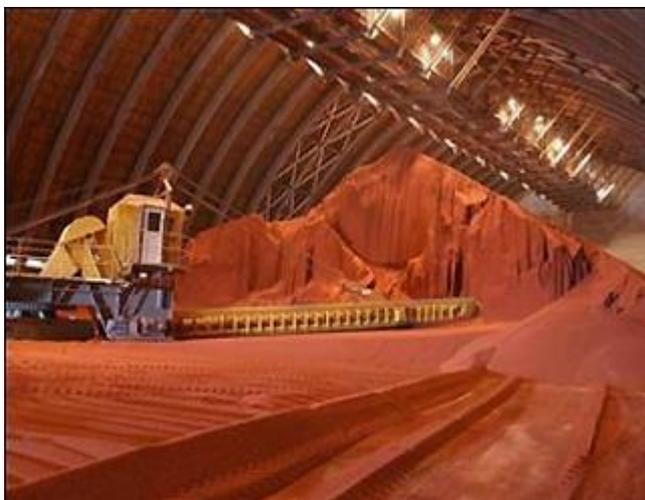
Особое внимание обращается на реализацию проектов в области высоких технологий, таких, как организация производства синтетического жидкого топлива, строительство новых современных газохимических комплексов по производству полиэтиленовой и полипропиленовой продукции, сжиженного и сжатого природного газа, производство минеральных удобрений и новых видов химической продукции по современным энергосберегающим технологиям, динамичное развитие энергетики за счет замены устаревшего оборудования на современные парогазовые установки.

Намеченные приоритеты развития отечественной индустрии неразрывно связаны с осуществляемой в стране инвестиционной политикой. Инвестиционная привлекательность нашей страны обусловлена обширным рынком сбыта и развитой транспортной инфраструктурой, интегрированной в мультимодальную систему коммуникаций Евразии, предопределяющей перспективность инвестиционного и торгово-экономического сотрудничества.

Основой правового регулирования в области привлечения иностранных инвестиций в Республику Узбекистан являются законы «Об иностранных инвестициях», «Об инвестиционной деятельности», «О гарантиях и мерах защиты прав иностранных инвесторов», а также ряд нормативно-правовых актов, принимаемых в форме решений главы государства и постановлений правительства. В частности, в целях создания максимально благоприятного инвестиционного климата для иностранных инвесторов, осуществляющих

прямые вложения в развитие высокотехнологичных производств, усиления стимулирования привлечения иностранных инвестиций для реализации проектов по модернизации, техническому и технологическому обновлению производства, а также ликвидации имеющих место **бюрократических барьеров и препон в работе** с иностранными инвесторами, недопущения незаконного вмешательства со стороны государственных и контролирующих органов в деятельность предприятий с иностранными инвестициями 10 апреля 2012 года был принят Указ Президента Ислама Каримова «О дополнительных мерах по стимулированию привлечения прямых иностранных инвестиций». [1,6]

Расширение производственных мощностей Дехканабадского завода строительству второй очереди завода стоимостью \$254 млн, следует сказать, что по официальным данным, в 2011 году Дехканабадский завод калийных удобрений произвел 180 тыс. тонн калийных удобрений, согласно заключенным контрактам с ЗУМК и китайской компании СІТІС внедрение



современных информационных технологий повысит технический уровень и обеспечит безопасные условия труда. Строительство Дехканабадского завода калийных удобрений на базе Тюбегатанского месторождения калийных солей началось в 2007 году. В 2008 году ГАК «Узкимёсаноат» заключил

контракты с ЗАО УК «Западноуральский машиностроительный концерн» (Россия) и СІТІС Pacific Ltd. (Китай) на строительство объекта «под ключ». Государственно-акционерная компания (ГАК) "Узкимесаноат" (Узхимпром) завершила строительство второй очереди Дехканабадского завода калийных удобрений (Кашкадарьинская область, юг Узбекистана), завершено строительство перерабатывающего комплекса, идет отладка технологических

линий. К выпуску продукции на новых мощностях завод приступит до конца марта. Строительство второй очереди Дехканабадского завода стоимостью 254,5 миллиона долларов завершено в первом квартале 2014 г., предусматривает увеличение мощностей завода в три раза - до 600 тысяч тонн калийных удобрений в год, из которых порядка 350 тысяч тонн будет экспортироваться. Финансирование проекта осуществляется за счет кредита Эксимбанка КНР в размере 110,5 миллиона долларов, займа Фонда реконструкции и развития Узбекистана - 128,1 миллиона долларов, а также собственных средств ГАК "Узхимпром" - 16,1 миллиона долларов. В рамках проекта, помимо перерабатывающих мощностей, предусматривается строительство грузовой канатной дороги протяженностью 33 километра и производственной мощностью 2,1 миллиона тонн руды в год до 2015г. Дорога позволит соединить Тюбетаганское месторождение калийных солей - сырьевую базу предприятия - с перерабатывающим комплексом. До третьего квартала текущего года - планируемого срока ввода в строй канатной дороги - транспортировка руды с горнодобывающего комплекса будет осуществляться автотранспортом. Работы по расширению мощностей добывающего комплекса завода стоимостью 128 миллионов долларов осуществляет российское ЗАО "Западно-Уральский машиностроительный концерн" (ЗУМК). Особую значимость также имеют проекты по расширению Кунградского содового завода, завода по производству синтетического жидкого топлива на Шуртанском газохимическом комплексе, расширение Талимарджанской ТЭС со строительством двух парогазовых установок. Наряду с этим активным ходом ведется работа по совершенствованию и развитию производственной и инженерной инфраструктуры, осуществляемая в соответствии с утвержденной Президентом Республики Узбекистан в декабре 2010 года Программой об ускорении развития инфраструктуры, транспортного и коммуникационного строительства в 2011-2015 годах.

В центре внимания остаются меры по ускорению реализации проектов по строительству и реконструкции дорог, входящих Узбекскую национальную

автомагистраль, надежно соединяющую все регионы страны, обеспечивающую выход на региональные и мировые рынки. В этих целях в 2012 году осуществлено строительство и реконструкция 517 километров автомобильных дорог, двух крупных транспортных развязок, 544 погонных метров мостов и путепроводов. Экспортно-импортный банк (Эксимбанк) Китая выделил кредит на проектировании и строительстве 19-километрового железнодорожного тоннеля, который свяжет центральную часть Узбекистана с областями Ферганской долины. Туннель будет возведен китайской компанией «China Railway Tunnel Group Co. Ltd», которая заключила контракт с ГАЖК «Узбекистон темир йуллари». Туннель станет частью строящейся сейчас электрифицированной железнодорожной линии «Ангрен-Пап», общая стоимость которой составляет порядка \$481,7 млн. Высоко



оценивая стратегическое значение модернизации автомагистрали не только для Узбекистана, но и всего

Центральноазиатского региона, в реализации проекта активное участие принимают

международные финансовые структуры – Азиатский банк развития, Исламский банк развития, члены Арабской Координационной группы, которые предоставили льготные кредиты в объеме около 1,4 миллиарда долларов для строительства и реконструкции 742 километров автомобильных дорог, приобретения современной дорожно-строительной техники. Реабилитированы железные дороги протяженностью сотни километров, проложены 68 километров новых железнодорожных путей, реконструированы и оборудованы железнодорожные вокзалы в Ташкенте и Самарканде.

Активизировалась деятельность созданных логистических центров. Через международный интермодальный центр логистики «Навои» только в 2011 году перевезено более 50 тысяч тонн грузов. Объем перевозок через перевал Камчик компанией ЗАО «Центр логистики Ангрен» составил свыше 4 миллиона тонн грузов, что в 1,3 раза больше, чем в 2010 году. Следует отметить, что международный интермодальный центр логистики «Навои» – единственный на территории СНГ, где осуществляется скоростная отгрузка и погрузка разнообразных товаров, их распределение и складирование. Грузы, отправляемые из Азии в Европу и обратно, проходят через этот центр, который представляет собой важное звено глобальных транспортных перевозок. В соответствии с Указом Президента Ислама Каримова от 13 апреля 2012 года создана еще одна специальная зона «Ангрен» в Ташкентской области. Срок функционирования специальной индустриальной зоны «Ангрен» составляет 30 лет с возможностью последующего продления. В течение этого срока на территории СИЗ будут действовать особый налоговый режим и таможенные льготы. Статус участника СИЗ «Ангрен» будет предоставляться решением Административного совета зоны. Взаимовыгодное сотрудничество с зарубежными партнерами убедительно, так как в Узбекистане созданы все условия для укрепления доверия иностранных инвесторов. Государственная инвестиционная политика страны рассчитана на долгосрочную перспективу и направлена на создание всех необходимых условий для эффективной работы инвесторов. К тому же все предпосылки для этого есть: выгодное географическое положение, развитая транспортная сеть, наличие достаточных и высокоэффективных природных ресурсов, высокий уровень развития производственной и социальной инфраструктуры, квалифицированные кадры и другие факторы, позволяющие заглядывать инвесторам далеко в будущее.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Существует много мнений “за” и “против” автоматизации производственных процессов, те, кто выступает “за” утверждают, что АСУ приносят заметный экономический эффект, снижают риски простоев производственных мощностей, исключают человеческий фактор в аварийных ситуациях и дают широкую возможность для аналитически – исходя из собранного опыта-информации принимать решения. Противники АСУ приводят вполне весомые аргументы – система значительно снижает уровень квалификации персонала, т.к. большая часть процессов автоматизирована и человек исключен из них, необходимость в удержании персонала, которого заменила автоматика исчезает это приводит к сокращениям – потери рабочего места и это существенная проблема систем АСУ ТП. Неизбежность процесса перехода на система логического управления такая же, как и сама необходимость по совершенству производственных циклов. В виду современных рисков мирового кризиса снижению уровня спроса и повышения конкурентной борьбы за рынок сбыта требуют от производителя поддержания высоких показателей эффективности своих производственных мощностей. Именно внедрение АСУ ТП залог наиболее эффективной и

бесперебойной работы цехов. Справедливости ради мировой опыт показывает, что системы автоматического контроля и управления лишают работы многих людей, особенно, это сказывается в экономически неблагоприятные времена как в государстве, так и в мире. Поэтому перед современными системами АСУ стал вызов – разработать систему управления, которая не заменяет человека, а дополняет его, довольно сложная задача. Однако, опыт показывает, что сбой в системе приводит к более тяжелым последствиям нежели “человеческий фактор”, тем более в случае серьезных сбоев и логики исключения персонала в аварийных ситуациях делает невозможным “помощь” СУ. Вывод – политика подготовки кадров должна быть скорректирована в соответствии с данными реалиями, АСУ внедряются повсеместно и поэтому будущий специалист должен иметь подготовку и по информационным системам, что даст ему преимущество в этой “конкуренции с машинами” – вся логика построена не иначе как людьми! Понимается, что специалист теперь будет иметь углубленное направление по своей непосредственной деятельности и достаточные информационные знания. Информационные знания имеют существенный плюс – они универсальны и применимы ко всем направлениям вот в этом и есть плюс повсеместного внедрения систем АСУ! Политика, проводимая в РУз. в области технического перевооружения всех отраслей народного хозяйства, подготовки и повышения уровня квалификации кадров со времени обретения независимости дает свои результаты. Приказы, постановления, государственные программы и др. нормативно-правовые акты все это продуманная и взвешенная стратегия развития государства в сложившихся условиях. Результаты были окрашены не только в белые цвета, тут не надо заблуждаться, полученный результат — это бесценный опыт, ошибки на пути необходимы и только государство в состоянии их решать, что собственно и является следующим шагом в развитии. Труды главы государства Ислам Абдуганиевича рассказывают о трудном пройденном пути молодой страны, и кто как ни он знает о вызовах времени, путях достижения намеченных целей

и других событиях нашей Родины. Время показывает актуальность проводимых правительством мероприятий в развитии страны. Проект затрагивает некоторые важные решения правительства как основа для дальнейшей разработки и перспектив развития. Институты по проектированию (ГИАП) преобразованные в акционерные общества принимают участие в разработке технических документов производств и предприятий, одно из таких – “Q’ZKIMYOSANOATLOYNA”. “Q’ZKIMYOSANOATLOYNA” – генеральный проектировщик предприятий химической промышленности Республики Узбекистан. Регламент использованный в разработке проекта был реализован именно этим институтом совместно со специалистами ОАО “FARG’ONAAZOT”. Была использована литература бывшего СССР, РФ, ФРГ (техническая документация “Samson”) и Украины. Далее краткий обзор основных источников:

1. Технологический регламент ОАО “FARG’ONAAZOT” – документ (нормативный правовой акт), устанавливающий обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации), в отличие от ИСО, ГОСТ, ТУ и других стандартов, имеющих добровольное применение. При разработке проекта очень важный документ, т.к. после утверждения всех АПС и АПБ они вносятся во временный регламент, который пройдя соответствующие комиссии будет утвержден как постоянный. Постоянный регламент — это безусловная инструкция по эксплуатации производства всех его узлов и оборудования.

2. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. В.В.Шувалов, Г.А.Огаджанов, В.А.Голубятников. М. – приведены основные принципы построения АСУТП, сведения по оформлению проектной документации. Описаны системы автоматизации отдельных производств и автоматизированные системы управления

предприятиями химической и смежных с ней отраслей промышленности. А также имеется материал, посвященный использованию микроЭВМ и микропроцессоров при управлении технологическими процессами, разделы по схемам контроля, регулирования, сигнализации, блокировок и защиты, по схемам—автоматизации типовых технологических процессов. Дано описание автоматизации процессов химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей промышленности, а также производств минеральных удобрений. Для учащихся техникумов, специализирующихся в области автоматизации процессов химической и смежных отраслей промышленности. Полезна студентам высших учебных заведений и инженерно—техническим работникам, занимающимся проектированием и эксплуатацией систем автоматизации для химических производств

3. Е.Г. Дудников, А.В. Казаков, Ю.Н. Софиева, А. Э. Софиев, А.М. Цирлин – “Автоматическое управление в химической промышленности” – Описана методика построения систем управления технологическими процессами. Уделено внимание информационным и управляющим функциям автоматизированных систем. Для студентов, обучающихся по специальности "Автоматизация и комплексная механизация химико—технологических процессов". Основы построения и расчета систем автоматического регулирования технологических объектов. Автоматизация типовых технологических процессов. Алгоритмы первичной обработки информации в АСУТП. Вычисление обобщенных показателей процесса. Оптимальное управление технологическими параметрами. Техническое обеспечение систем управления. программное обеспечение систем управления. примеры систем управления в химической промышленности.

4. Федотов А.В. Автоматизация управления в производственных системах – излагаются вопросы построения автоматизированных систем управления оборудованием и технологическими процессами автоматизированных производственных систем. Рассмотрены особенности объектов управления и общие принципы построения автоматизированных

систем управления, задачи и средства систем управления, основные принципы управления, методы описания и расчета систем управления. В учебном пособии рассматриваются общие принципы построения автоматизированных и автоматических технологических систем современного производства.

Обсуждается концепция безлюдной и гибкой технологии, рассматриваются средства жесткой и гибкой автоматизации, принципы создания автоматизированных технологических комплексов и гибких производственных систем. Систематизированы вопросы автоматизации вспомогательных технологических операций, роботизации производства и использования средств мехатроники. Учебное пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов "Конструкторско—технологическое обеспечение машиностроительных производств" и "Автоматизированные технологии и производства".

5. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности/ В. А. Голубятников, В. В. Шувалов. – Во втором издании (первое вышло в 1972 г.) приведены основные принципы построения АСУТП, расширены сведения по оформлению проектной документации. Описаны системы автоматизации отдельных производств и автоматизированные системы управления предприятиями химической и смежных с ней отраслей промышленности. Для учащихся техникумов, специализирующихся в области автоматизации процессов химической и смежных отраслей промышленности. Полезна студентам высших учебных заведений и инженерно—техническим работникам, занимающимся проектированием и эксплуатацией систем автоматизации для химических производств.

6. Типовые технические требования к общестанционной части АСУ ТП блочной ТЭС. — М: Минтопэнерго СССР, 1993 г. — настоящие общие технические требования (ОТТ) разработаны по поручению Департамента

научно—технической политики и развития в 1993 г. ОТТ пересмотрены в 2001 г. в соответствии с поручением РАО "ЕЭС России" с учетом отечественного и зарубежного опыта создания и эксплуатации АСУ ТП тепловых электростанций, а также специфических требований, предъявляемых к ПТК при создании АСУ ТП общестанционного уровня управления и электротехнического оборудования ТЭС. С выходом настоящих ОТТ ранее действующие "Общие технические требования к программно—техническим комплексам (ПТК) для АСУ ТП тепловых электростанций: РД 34.35.127—93" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1995) считаются утратившими силу.

Ключевые слова: система, функция, программно—технический комплекс, задача, обмен информацией, параметр, программное обеспечение

7. Общеотраслевые руководящие методические материалы по созданию и применению автоматизированных систем управления технологическими процессами в отраслях промышленности (ОРММ—3 АСУ ТП) — ОРММ предназначены для использования при разработке и внедрении автоматизированных систем управления технологическими процессами, агрегатами и производствами (АСУТП) для вновь строящихся, реконструируемых и действующих технологических объектов. К необходимым условиям, обеспечивающим широкое внедрение АСУТП, относится наличие комплекса методических материалов, определяющих процесс создания таких систем. Центральным общеметодологическим документом такого комплекса являются Общеотраслевые руководящие методические материалы по созданию автоматизированных систем управления технологическими процессами в отрасли промышленности (ОРММ АСУТП).

8. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие/ А. С. Клюев, А. Т. Лебедев, С. А. Клюев, А. Г. Товарнов; Под ред. А. С. Клюева. — изложены основы прикладной теории автоматического управления, инженерные методы

наладки систем. Во втором издании книги учтены изменения в части терминологии и номенклатуры выпускаемых средств автоматизации и новых методов расчета параметров настройки регуляторов. Для инженерно—техрических работников, занимающихся наладкой и эксплуатацией автоматических систем.

9. “Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами”; Энергоатомиздат 1985 г. — теория автоматического управления (ТАУ) – это дисциплина, изучающая процессы автоматического управления объектами разной физической природы. При этом при помощи математических средств выявляются свойства систем автоматического управления и разрабатываются рекомендации по их проектированию.

10. Ротач В.Я., Теория автоматического управления — рассмотрены основы теории автоматического управления с позиций ее применения для построения систем управления технологическими процессами. Основное внимание уделено специфике построения таких систем, обусловленной рядом особенностей объектов управления: большой инерционностью, распределенностью параметров, наличием запаздывания в передаче управляющих воздействий и т. п. Первое издание учебника вышло в свет в 1985 г. в Энергоатомиздате. Второе издание переработано и дополнено конкретными примерами, расчет которых выполнен в среде Mathcad. Для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автоматизация технологических процессов».

11. Правила устройства электроустановок. М.,1998 г. — содержит общую часть, в которой даются определения, область применения и общие указания по устройству электроустановок, выбору проводников и электрических аппаратов. В ПУЭ входят следующие разделы: распределительные устройства и подстанции, электросиловые установки, электрическое освещение, электрооборудование специальных установок, канализация электроэнергии, защита и автоматика. Для инженеров и техников, занятых проектированием, монтажом и эксплуатацией электрооборудования.

12. Технико-экономическое обоснование дипломных проектов: Учеб. пособие для вузов/ Л.А. Астреина, В.В. Балдесов, В.К. Беклешов и др. — в пособии раскрываются содержание, порядок и последовательность рассмотрения и изложения технико-экономического обоснования принимаемых инженерных решений при работе студентов над дипломным проектом. Приводятся конкретные методики, расчетные формулы, схемы и рисунки.

13. Денисенко Виктор Васильевич – “Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием” — книга содержит систематическое изложение основных вопросов современной теории и практики промышленной и лабораторной автоматизации. Представлены только самые необходимые для практики сведения с акцентом на детальный анализ наиболее сложных и часто неправильно понимаемых вопросов. Рассмотрены широко распространенные в России промышленные интерфейсы и сети, архитектура систем автоматизации и методы их защиты от помех, тонкие нюансы техники автоматизированных измерений, ПИД-регуляторы с автоматической настройкой и адаптацией, структура и характеристики управляющих контроллеров, современные методы резервирования, средства программирования контроллеров, SCADA-пакеты и OPC серверы, юридические вопросы внедрения средств автоматизации, в том числе на опасных промышленных объектах. Для специалистов по промышленной автоматизации, а также инженеров и научных работников, которые хотят автоматизировать свою работу с помощью компьютера. Может быть полезна студентам старших курсов технических университетов.

14. Карпенко Е.М., Комков С.Ю. Производственный менеджмент. Учебное пособие. Гомель, 2010 г. — пособие предназначено для преподавателей и студентов, изучающих курс «Производственный менеджмент». Настоящее учебное пособие разработано с целью оказания помощи студентам в вопросах прохождения курса «Производственный менеджмент» специальности «Менеджмент». В учебном пособии

рассматриваются составляющие производственного менеджмента: планирование производства; основы инновационной деятельности; организация производств; принятие производственных решений; оценка эффективности производства; управление качеством производства.

Интернет ресурсы представлены библиотечными, правовыми, журнальными, официальными сайтами. Интернет использовался на всем протяжении подготовки проекта как источник свежей информации, для сравнения, консультаций и переводов.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА, КАК ЭЛЕМЕНТА АВТОМАТИЗАЦИИ.

2.1 Общие сведения об объектах управления

Производства аммиака и слабой азотной кислоты тесно связаны между собой, как производитель и потребитель, получаемая продукция в первом является сырьем для второго. В соответствии с заложенными планами по модернизации АСУ ТП производства слабой азотной кислоты и ее аналогичности с уже имеющейся АСУ в цеху “Аммиак-3” имеет смысл спроектировать переход производства АК-72М в соответствии с уже имеющимся опытом и применения некоторых новшеств как в технологическом, так и системном планах. Начнем с характеристик производств, оба производства являются непрерывными, что требует от системы постоянного контроля, отказоустойчивости и возможности “горячей замены”. Производство аммиака разделено на блоки, как и цех АК-72М их различает масштаб и возможность автономного вывода на ремонт, что создает задачу по определению функции, которые будут заложены в АСУ ТП для реализации этих мероприятий. Тут подразумевается “откат” назад или возврат к определенному этапу вывода производства на нормальный технологический режим (НТР). АСУ ТП разделена три части: 1) регистрация, контроль и управление производства – распределительная система

управления (PCU англ. версия – DCS); 2) система управления турбокомпрессорными и комплексными машинными агрегатами фирмы ССС (ССС) – Train View; 3) система противоаварийной защиты и аварийной сигнализации (ПАЗ), цель которой привести оборудования, узел, цех в безопасное состояние – FSC (Fail Safety Control); можно также добавить немаловажную систему автоматического газового анализа – САГА, которая дублирует аналитический контроль производственной лаборатории, являясь вспомогательной для непрерывного отслеживания поведения контролируемого процесса. Также следует добавить, что САГА участвует в блокировочных процессах как первопричина, требующая прямых и косвенных условий для срабатывания. Они тесно взаимосвязаны в технологическом плане в процессе ведения технологии ее пуска и останова. Они отличаются как soft-ом, так и hardware-ом, это основано на скоростях обработки информации. Полевые приборы и механизмы АСУ ТП – датчики электро-контактные, давления, уровня, температуры, расходомеры, газовые анализаторы, положения (концевики и обратные связи); исполнительные механизмы – клапаны, отсечные клапана, ЭМК (электромагнитный клапан), ЭПК (электропневматический клапан), электроприводные задвижки, пускатели насосов и вентиляторов, релейные переключатели, схемы АВР. Сырье, используемое в производствах – природный газ, электроэнергия, вода, атмосферный воздух, аммиак, различные виды катализаторов, абсорбенты (твердые и жидкие), кислота серная, сода каустическая, гидразин гидрат технический, тринатрийфосфат, антивспениватель. [8,12]

Состав объекта автоматизации

Процесс получения аммиака состоит из следующих основных стадий:

- компрессия природного газа
- сероочистка
- конверсия метана
- конверсия окиси углерода
- моноэтаноламиновая очистка

- метанирование
- компрессия азотоводородной смеси
- синтез аммиака.
- производство и потребление пара
- распределение пара и сбор конденсата компрессии
- установка разгонки газового конденсата
- факельная установка
- установка осушки и очистки воздуха КИП
- емкостное оборудование
- разогрев, восстановление и охлаждение катализатора циркуляционным азотом
- вспомогательные установки

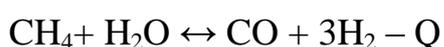
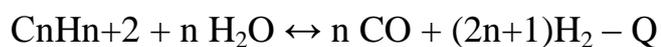
Процесс получения азотной кислоты, согласно технологической схемы, состоит из следующих основных стадий:

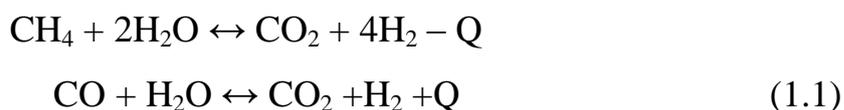
- подготовка аммиака;
- контактное окисление аммиака в окись азота;
- охлаждение окислов азота;
- промывка окислов азота от нитрит - нитратных солей аммония;
- переработка окислов азота в азотную кислоту;
- каталитическая очистка выхлопных газов от остаточных окислов азота;
- складирование и отгрузка готовой продукции;
- подготовка ВОЦ;
- регенерация катализаторных сеток.

2.2 Краткое описание технологического процесса и технологических схем производств.

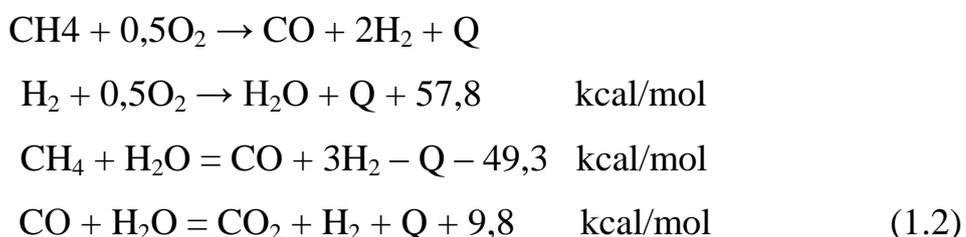
2.2.1 Производство синтетического аммиака (NH₃)

Исходным сырьем для производства аммиака является природный газ, поступающий из сети завода под давлением (1,1-1,2) МПа с температурой (минус 40 ÷ 35)°С в количестве не более 70 000 м³/h и с содержанием соединений серы не более 80 мг/м³ (в пересчете на серу). Расход, давление и температура природного газа регистрируется на центральном пульте управления (ЦПУ) с сигнализацией минимума – 1 МПа, также осуществляется анализ состава природного газа. В агрегате природный газ делится на два потока: один для технологических целей, другой – на сжигание в качестве топлива. Очистка от сернистых соединений принята в две ступени: I ступень – гидрирование органических соединений серы в сероводород на алюмокобальтмолибденовом катализаторе, II ступень – поглощение образовавшегося сероводорода окисью цинка. Конверсия метана - газовая смесь смешивается с водяным паром до соотношения пар: газовая смесь, равного (3,1-3,4) м³/м³, что соответствует соотношению пар: природный газ (3,6-4,0) м³/м³. После смешения с паром парогазовая смесь поступает в подогреватель, расположенный в конвекционной камере трубчатой печи, где за счет тепла дымовых газов нагревается до температуры не выше 525°С. Нагретая парогазовая смесь распределяется по реакционным трубам, расположенным в радиантной камере трубчатой печи. В реакционных трубах на никелевых катализаторах (ГИАП-16 или его аналогах), при температуре на выходе (760-830)°С и объемной скорости 1790 ч⁻¹ осуществляется процесс конверсии природного газа с паром по реакциям:





Тепло, необходимое для процесса конверсии метана, подводится к трубам в камере радиации за счет сжигания топливного газа в потолочных горелках печи. После реакционных труб конвертированный газ проходит сборный коллектор и подъемные трубы, где дополнительно нагревается до температуры не более 860°C, и затем по футерованному трубопроводу поступает в конвертор метана II ступени. Получение пара 10 МПа - Трубчатая печь, кроме радиационной камеры с реакционными трубами, конвекционной камеры с блоком теплоиспользующей аппаратуры (БТА), имеет вспомогательную печь, в которой за счет сжигания природного газа получается дополнительное количество пара давлением (10,2-10,9) МПа ((102-109) kgf/cm²). Процесс конверсии метана осуществляется на катализаторе под давлением 3,2 МПа, при температуре на выходе из конвертора не более 1010°C и с объемной скоростью (по входящему газу) 3900 час⁻¹ по следующим реакциям:



Тепло, необходимое для реакции, обеспечивается добавлением воздуха в конвертор метана (соотношение H₂:N₂ как 3:1). Конверсия окиси углерода – процесс конверсии окиси углерода описывается основной реакцией:

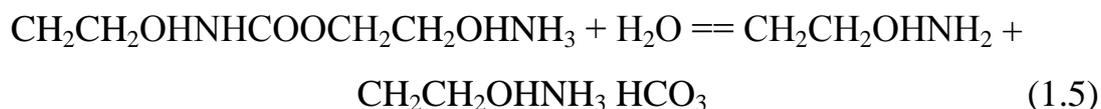


Метилдиэтаноломиновая очистка – очистка конвертированного газа от двуокиси углерода раствором метилдиэтанолмин (МДЭА -абсорбент) основана на следующих основных уравнениях:

- на первой стадии при $L \leq 0,5 \text{ mol CO}_2/\text{mol МЭА}$ образуется главным образом карбамат метилдиэтанолмина:



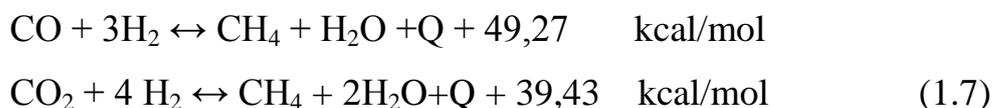
Карбамат подвергается гидролизу по сравнительно медленной реакции, при этом образуется бикорбонат и молекула свободного метилдиэтанолamina вновь вступающая в реакцию:



В итоге суммарная реакция при достижении $L > 0,5$ моль CO_2 /моль МЭА имеет вид:

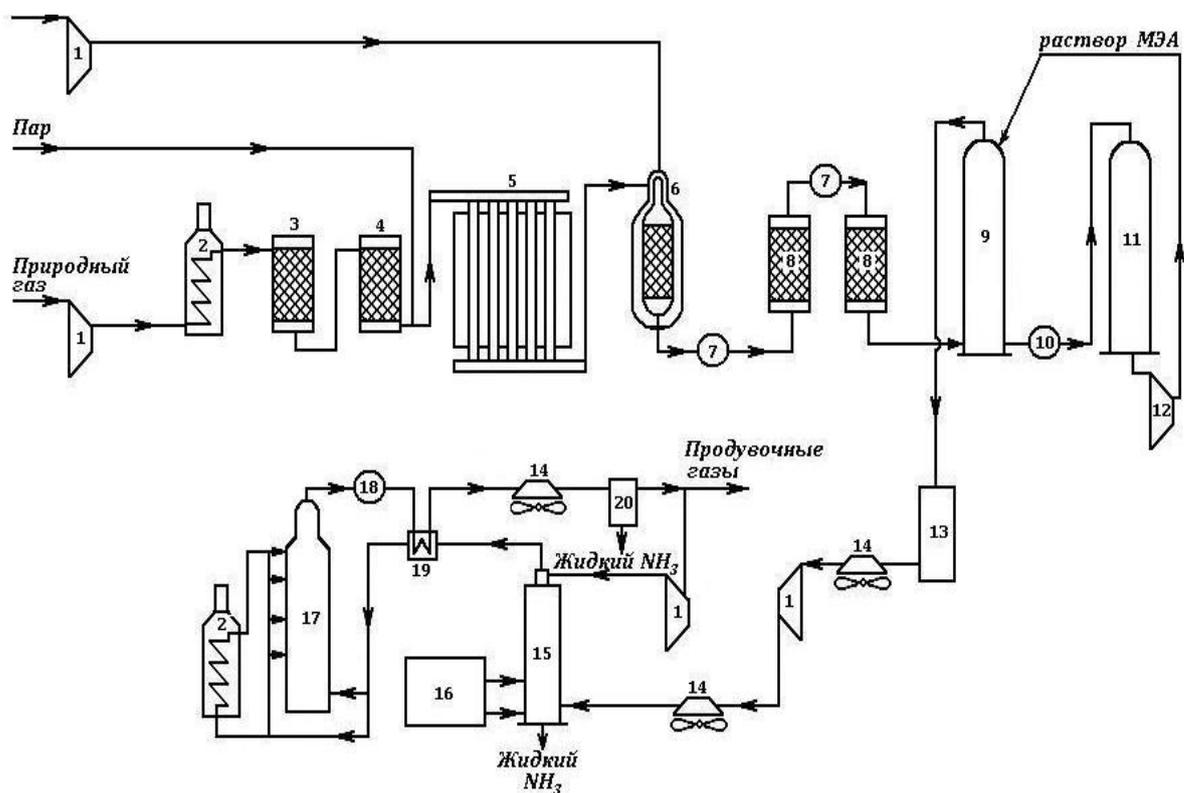


Метанирование – после метилдиэтанолaminовой очистки неочищенная азотоводородная смесь содержит окись углерода не более 0,65% об. и двуокись углерода не более 300 ppm, являющихся ядами для катализатора синтеза аммиака. Тонкая очистка газа от окиси и двуокиси углерода производится метанированием, основанным на реакции взаимодействия CO и CO_2 с водородом, содержащимся в газе, с образованием метана и воды. Реакция метанирования:



Компрессия азотоводородной смеси – очищенная от окислов углерода азотоводородная смесь с давлением (2,35-2,45) МПа и температурой (35-45)°С из сепаратора поступает на всас компрессора. Синтез аммиака происходит в аппарате – колонна синтеза, где под воздействием давления нагнетаемого компрессором и температуры выходящего газа происходит реакция:





Принципиальная схема производства синтетического аммиака. рис. 1.1

Технологические аппараты и оборудование:

- 1-компрессоры;
- 2-подогреватели;
- 3-реактор гидрирования сероорганических соединений;
- 4-адсорбер H_2S (Сероочистка);
- 5-трубчатая печь (первичный риформинг);
- 6-шахтный конвертор (вторичный риформинг);
- 7-паровые котлы;
- 8-конверторы CO ;
- 9-абсорбер CO_2 ;
- 10-кипятильник;
- 11 –регенератор раствора метилдиэтанолamina;
- 12-насос;
- 13-аппарат для гидрирования остаточных CO и CO_2 ;
- 14-воздушные холодильники;
- 15-конденсационная колонна;

16-испаритель жидкого NH_3 (для охлаждения газа и выделения NH_3);

17-колонна синтеза NH_3 ;

18-водоподогреватель;

19-теплообменник;

20-сепаратор.

Далее выходящий газ – газообразный аммиак проходя теплообменники охлаждается и конденсируется тем самым получаем готовый продукт – жидкий аммиак, который затем складывается и/или отправляется потребителю. [8,9]

2.2.2. Производство слабой азотной кислоты HNO_3

Воздух, используемый для производства азотной кислоты, поступает в систему из атмосферы через воздухозаборную трубу высотой 30 м. Очистка воздуха производится перед поступлением его в воздушный компрессор в двухступенчатом



фильтре, собранном из стандартных фильтрующих элементов. Общая поверхность фильтрации I ступени 162 m^2 . (Срок службы фильтрующего материала – 0,5 года). Запыленность воздуха после фильтрации не должна превышать $0,007 \text{ mg/m}^3$. Очищенный в фильтре воздух всасывается воздушным компрессором машинного агрегата КМА-2, и сжимается до $0,25\text{-}0,37 \text{ Мра}$ ($2,5\text{-}3,7$) kgf/cm^2 . Производительность воздушного компрессора регулируется автоматически. Стабилизация расхода воздуха, поступающего в контактные аппараты, осуществляется регулированием сброса воздуха из нагнетательной линии воздушного компрессора в атмосферу по расходу воздуха, поступающего в один из контактных аппаратов. Для предотвращения обратного потока газов при остановке машинного агрегата, на нагнетательной линии воздушного компрессора установлены обратные и

сбросные клапаны. Сброс воздуха производится в атмосферу. Температура при сжатии повышается до 130-205°C. Основная часть воздуха после воздушного компрессора в количестве 160000-184000 м³/h направляется в два контактных аппарата, где проходит в кольцевом зазоре между силовым и внутренним корпусами, при этом охлаждая внутренний корпус и фланец контактного аппарата и поступает в смеситель контактного аппарата на смешение с аммиаком. Продувочный воздух в количестве 17000-32000 м³/h направляется в подогреватель аммиака и далее через продувочную колонну в газовый промыватель. В летнее время предусмотрено охлаждение воздуха – повышения производительности осевого компрессора. Воздух захлаживается используя холод испарения жидкого аммиака. Жидкий аммиак поступает в трубное пространство холодильника воздуха, пройдя сепаратор-ресивер.

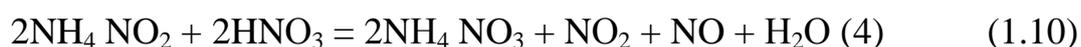
В производство азотной кислоты аммиак поступает под давлением (1,4-1,6) Мпа (14-16 kgf/cm²) из склада жидкого аммиака. Весь жидкий аммиак, за исключением небольшого количества, отбираемого на селективную очистку выхлопных газов и на установку охлаждения воздуха (в летний период), направляется в испаритель. Очистка газообразного аммиака от масла и катализаторной пыли после испарителей производится в двухступенчатых фильтрах. Очищенный аммиак проходит подогреватель аммиака, где нагревается за счет тепла продувочного воздуха, и с температурой 75÷120°C поступает в контактные аппараты на смешение с воздухом. Смешение аммиака с воздухом происходит в кольцевом зазоре цилиндров, являющихся продолжением воздушной рубашки контактного аппарата. Аммиак на смешение поступает через отверстия, расположенные в нижней части наружного цилиндра. Полнота смешения достигается за счёт высокой скорости в кольцевом зазоре (≈50 м/с.). Образовавшаяся смесь содержит (9,6÷10,5)% аммиака (по объёму). Соотношение количеств аммиака и воздуха в заданных пределах коррекцией по температуре на катализаторе контактных аппаратов поддерживается автоматически. Перед розжигом контактных

аппаратов производится проверка работоспособности и настройка схем сигнализации и защиты агрегата по нарушению соотношения «аммиак-воздух» на реальных потоках. Это производится путем симулирования блокировочных значений в системе ПАЗ – задается объем воздуха и объем АМГ с пропорциями ниже установленных норм, после чего происходит – “ОСТАНОВ ТЕХНОЛОГИИ”. Дополнительная очистка аммиачно-воздушной смеси в фильтрах производится в связи с возможностью образования аэрозоли после смешения аммиака с воздухом, а также наличия механических примесей в коммуникациях. Фильтр представляет собой набор из 52 цилиндрических элементов, установленных в верхней части контактного аппарата. Фильтрующий материал – холсты из микро или ультратонкого штапельного волокна из горных пород. Поверхность фильтрации–58m² на один аппарат. Окисление аммиака происходит на семи платиноидных катализаторных сетках из сплава № 5. Разогрев сеток перед подачей на них аммиачно-воздушной смеси осуществляется АВС, которая перед подачей в контактные аппараты подвергается очистке от механической примесей и масла. Процессы, протекающие на катализаторе, в общем виде могут быть выражены уравнениями:



Основной реакцией, определяющей степень превращения аммиака в окись азота (степень конверсии аммиака), является реакция (1). Снижение степени конверсии аммиака может происходить из-за увеличения окисления аммиака по побочным реакциям (2 и 3), а также из-за увеличения содержания примесей в аммиачно-воздушной смеси, что приводит к отравлению катализатора и проскоку аммиака через катализатор. Проскок аммиака может быть вызван и иными причинами, например, разрывом катализаторных сеток. Оптимальная температура процесса при принятых давлениях 0,25÷0,37 Мра (2,5÷3,7 kgf/cm²) находится в пределах 850÷880°С. Понижение температуры

на сетках до 820°C или повышение до 900°C сигнализируется системой АСУ ТП, установленными датчиками температуры на катализаторных сетках и имеет логику блокировки 2 из 3-х, которая приводит к – “ОСТАНОВ ТЕХНОЛОГИИ”. Горячие нитрозные газы (НН) из зоны окисления аммиака с содержанием окиси азота (NO) max~7 % объёмных поступают в котёл–утилизатор, расположенный непосредственно под контактными аппаратами. В котёл–утилизатор за счёт охлаждения газов от 850÷880°C до 350÷360°C (в трубопроводе на выходе из контактного аппарата) образуется пар с давлением 3,9 Мпа (39 kgf/cm²) и температурой 440°C. Снижение температуры нитрозных газов после котла–утилизатора до 340°C сигнализируется системой распределенного управления (ввиду возможной утечки пара из трубчатки). Низкопотенциальное тепло НН после подогревателя обессоленной воды, которая используется для получения пара отводится в холодильник, температура нитрозных газов на выходе из холодильника снижается до (50÷60)°C. Одновременно с охлаждением газа происходит конденсация паров воды и образование азотной кислоты (при поглощении окислов азота водой) концентрацией (35-45)% объёмных. Азотная кислота отводится в нижнюю часть газового холодильника – промывателя, на 4-х провальных тарелках и плоскопараллельной насадке происходит охлаждение нитрозных газов и отмывка азотной кислотой от нитрит – нитратных солей аммония, образующихся при проскоках аммиака через катализатор в контактных аппаратах. Газ на тарелках охлаждается до 45÷50°C. Отложение нитрит-нитратных солей может происходить при температурах ниже 150°C. Основное количество солей, равно как и проскочивший свободный аммиак, улавливаются в газовом промывателе, в связи с чем накопление солей аммония в азотной кислоте в кубе промывателя является основным показателем полноты конверсии аммиака в контактных аппаратах. В кислой среде промывателя нитрит аммония разлагается по реакции:



Охлажденные нитрозные газы после промывателя направляются в нитрозный нагнетатель, где сжимаются до $(0,8\div 1,16)$ Мра $(8,0\div 11,6)$ kgf/cm². Температура нитрозных газов при этом повышается до $(170\div 220)$ °С. Охлаждение нитрозных газов после нагнетателя производится в холодильнике (теплообменник) питательной водой, подаваемой насосом из деаэрационного бака. Нитрозные газы в холодильнике охлаждаются до $(135\div 145)$ °С. Нитрозные газы поступают под первую тарелку абсорбционной колонны. Сверху абсорбционная колонна орошается охлажденной обессоленной водой. На тарелках абсорбционной колонны происходит поглощение окислов азота из нитрозных газов обессоленной водой с образованием $(58\div 60)$ % азотной кислоты в конечном итоге.

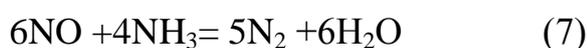
Суммарные реакции образования азотной кислоты можно выразить следующими уравнениями:



(при бесконечном разбавлении) (1.11)

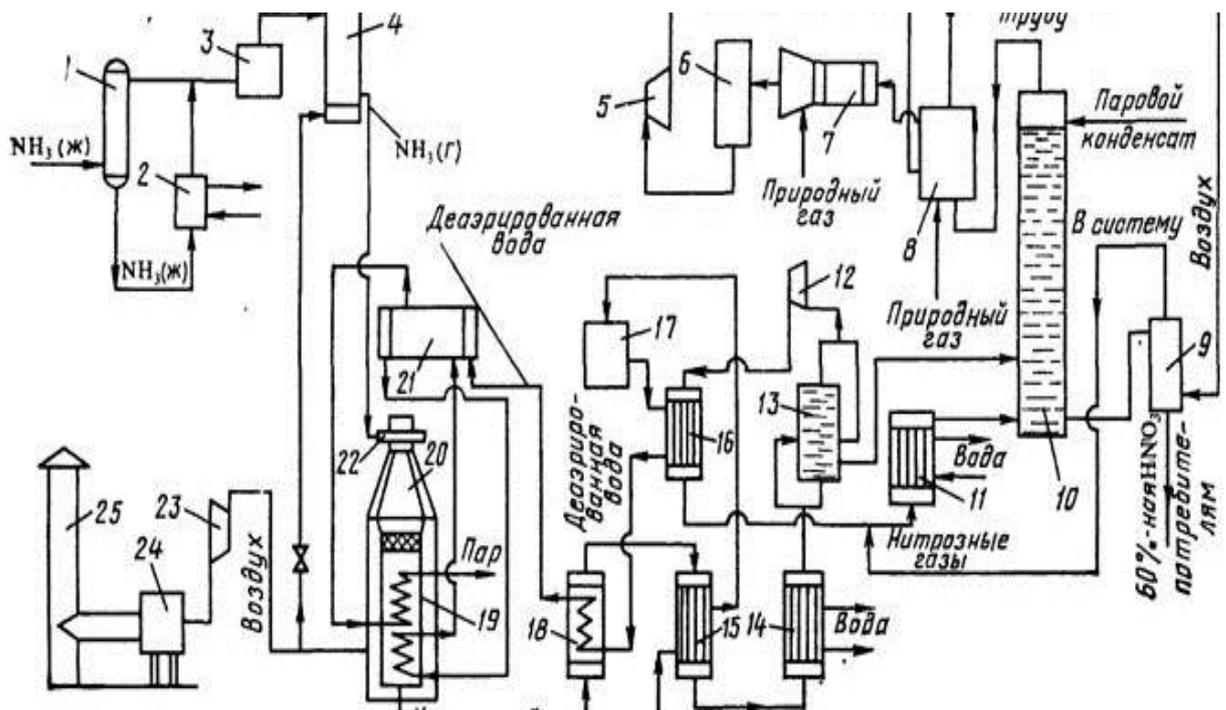
Окись азота окисляется до двуокиси азота в пространстве между тарелками кислородом, содержащимся в нитрозных газах. Абсорбционная колонна имеет 45 тарелок. Нижние 10 тарелок абсорбционной колонны в 4-х точках оснащены переливными устройствами, в которых при перетоке с тарелки на тарелку жидкость разбрызгивается в виде зонта, образуя дополнительную зону контакта фаз. Газы при движении по колонне снизу-вверх контактируют с жидкостью сначала в пенном слое на тарелке, а затем с жидкостью, равномерно разбрызгиваемой переливным устройством выше лежащей тарелки. Тарелки с 11 по 25-ситчатые с перегородками для организации направленного перетока жидкости, 26÷45 тарелки колонны, работающие при низкой нагрузке по орошающей жидкости, снабжены спиральной перегородкой, обеспечивающей устойчивость гидродинамического режима работы этих тарелок. На 1÷10 тарелках уложены семирядные змеевики. На 11÷25 тарелках уложены четырехрядные змеевики. В змеевики с 1 по 9

тарелки подается на охлаждение обратная вода с ВОЦ с начальной температурой до 27°C. Образовавшаяся в абсорбционной колонне азотная кислота поступает в продувочную колонну, где отдувается от растворенных в ней окислов азота продувочным воздухом, охлажденным до 75÷85°C в подогревателе аммиака. Для осуществления очистки необходимо небольшое количество аммиака, этим вызвано применение специального оборудования и узла смешения аммиака с выхлопным газом. Смешанный с аммиаком выхлопной газ поступает в горизонтальный однополочный реактор каталитической очистки, где на алюмомедьцинковом катализаторе АМЦ происходит селективная очистка выхлопных газов от окислов азота по следующим реакциям:



По побочной реакции (9) расходуется небольшое количество аммиака. Для обеспечения очистки выхлопных газов до содержания окислов азота не более 0,005 % об, с учетом проскока аммиака и побочных реакций, необходим избыток аммиака сверх стехиометрического количества на (10÷20) %. Нагревшись на 10°C очищенный выхлопной газ с температурой (300÷310)°C из реактора очистки ГНВ направляется в конвективную зону блока нагрева газов. Блок нагрева газов (БНГ-172Ф) состоит из регенерационной, конвективной и радиантной зон нагрева выхлопного газа, соединенных газоходами между собой, двух дымососов с подводящими и отводящими трубопроводами и газохода, соединяющего камеру регенерации с выхлопной трубой. В зоне регенерации нагрев выхлопного газа производится смесью очищенных выхлопных газов, вышедших с температурой (370÷420)°C и давлением (3÷5) kPa (0,03÷0,05) kgf/cm² из газовой турбины комплексного машинного агрегата КМА-2 и продуктов сгорания, поступающих из камеры конвекции, затем выхлопной газ, пройдя каталитическую очистку поступает последовательно в конвективную и радиантную зоны, где нагрев

осуществляется топочными газами, полученными в результате сжигания природного газа. Из радиантной зоны подогревателя очищенные выхлопные газы с температурой $(750\div 770)^{\circ}\text{C}$ направляются в рекуперативную газовую турбину, где расширяется до давления $(3\div 5)$ Кра $(0,03\div 0,05)$ kgf/cm^2 . Температура выхлопных газов после радиантной зоны подогревателя Т-53 регулируется автоматически изменением количества природного газа, подаваемого на сжигание. При расширении в турбине температура снижается до $(370\div 420)^{\circ}\text{C}$. С этой температурой очищенные выхлопные газы (ОВГ) возвращаются в зону регенерации блока нагрева газов. Далее ОВГ совершив работу на турбинах КМА сбрасывается в сбросную трубу, установленную на выходе БНГ. [8,9,12]



Принципиальная схема производства слабой азотной кислоты. рис. 1.2

Технологическая схема производства азотной кислоты АК-72М:

- 1 – ресивер
- 2 – испаритель
- 3, 24 – фильтры
- 4, 15 – подогреватели

- 5 – рекуперационная турбина
- 6 – реактор каталитической очистки
- 7 – смеситель; 8 – топочное устройство
- 9 – продувочная колонна
- 10 – абсорбционная колонна
- 11, 14 – водяные холодильники
- 12, 23 – компрессоры
- 13 – газовый промыватель
- 16, 18 – холодильники нитрозных газов
- 17 – деаэрационная колонна
- 19 – котел-утилизатор
- 20 – контактный аппарат
- 21 – барабан с сепарационным устройством
- 22 – смесительная камера
- 25 – труба для забора воздуха

2.2.3. Производство нитрата аммония (аммонийная (аммиачная) селитра) —

H_4NO_3 , соль азотной кислоты.

В промышленности широко применяется только метод получения аммиачной селитры из синтетического аммиака и разбавленной азотной кислоты. Метод получения аммиачной селитры из аммиака коксового газа и разбавленной азотной кислоты перестали применять как экономически невыгодный. Технология производства аммиачной селитры включает в себя



нейтрализацию азотной кислоты газообразным аммиаком с использованием теплоты реакции (145 кДж/моль) для упаривания раствора селитры. После

образования раствора, обычно с концентрацией 83%, лишняя вода выпаривается до состояния расплава, в котором содержание нитрата аммония составляет 95 — 99,5 % в зависимости от сорта готового продукта. Для использования в качестве удобрения расплав гранулируется в распылительных аппаратах, сушится, охлаждается и покрывается составами для предотвращения слеживания. Цвет гранул варьируется от белого до бесцветного. Нитрат аммония для применения в химии обычно обезвоживается, так как он очень гигроскопичен и процентное количество воды в нем ($\omega(\text{H}_2\text{O})$) получить практически невозможно. На современных заводах, производящих практически неслеживающуюся аммиачную селитру, горячие гранулы, содержащие 0,4 % влаги и менее, охлаждаются в аппаратах с кипящим слоем. Охлажденные гранулы поступают на упаковку в полиэтиленовые или пятислойные бумажные битумированные мешки. Для придания гранулам большей прочности, обеспечивающей возможность бестарных перевозок, и сохранения стабильности кристаллической модификации при более длительном сроке хранения в аммиачную селитру вносят такие добавки, как магнезит, полуводный сульфат кальция, продукты разложения сульфатного сырья азотной кислотой и другие (обычно не более 0,5% по массе). В производстве аммиачной селитры используют азотную кислоту с концентрацией более 45% (45-58%), содержание окислов азота не должно превышать 0,1%. В производстве аммиачной селитры могут быть использованы также отходы аммиачного производства, например, аммиачная вода и танковые и продувочные газы, отводимые из хранилищ жидкого аммиака и получаемые при продувках систем синтеза аммиака. Кроме того, в производстве аммиачной селитры используются также газы дистилляции с производства карбамида. При рациональном использовании выделяющегося тепла нейтрализации можно получить за счет испарения воды концентрированные растворы и даже плавы аммиачной селитры. В соответствии с этим различают схемы с получением раствора аммиачной селитры с последующим выпариванием его (многостадийный процесс) и с

получением плава (одностадийный или безупарочный процесс). Возможны следующие принципиально различные схемы получения аммиачной селитры с использованием тепла нейтрализации:

- установки, работающие при атмосферном давлении (избыточное давление сокового пара 0,15-0,2 атм);
- установки с вакуум-испарителем;
- установки, работающие под давлением, с однократным использованием тепла сокового пара;
- установки, работающие под давлением, с двукратным использованием тепла сокового пара (получение концентрированного плава).

В промышленной практике нашли широкое применение как наиболее эффективные установки, работающие при атмосферном давлении, с использованием тепла нейтрализации и частично установки с вакуум-испарителем. Получение аммиачной селитры по этому методу состоит из следующих основных стадий:

1. получение раствора аммиачной селитры нейтрализацией азотной кислоты аммиаком;
2. выпаривание раствора аммиачной селитры до состояния плава;
3. кристаллизация соли из плава;
4. сушка и охлаждение соли;
5. упаковка.

Процесс нейтрализации осуществляют в нейтрализаторе, позволяющем использовать тепло реакции для частичного выпаривания раствора – ИТН. Он предназначен для получения раствора аммиачной селитры путём нейтрализации 58 – 60 % азотной кислоты газообразным аммиаком с использованием тепла реакции для частичного выпаривания воды из раствора под атмосферным давлением по реакции:



Безопасность процесса нейтрализации обеспечивается автоматическими блокировками, прекращающими подачу сырья в аппараты ИТН при

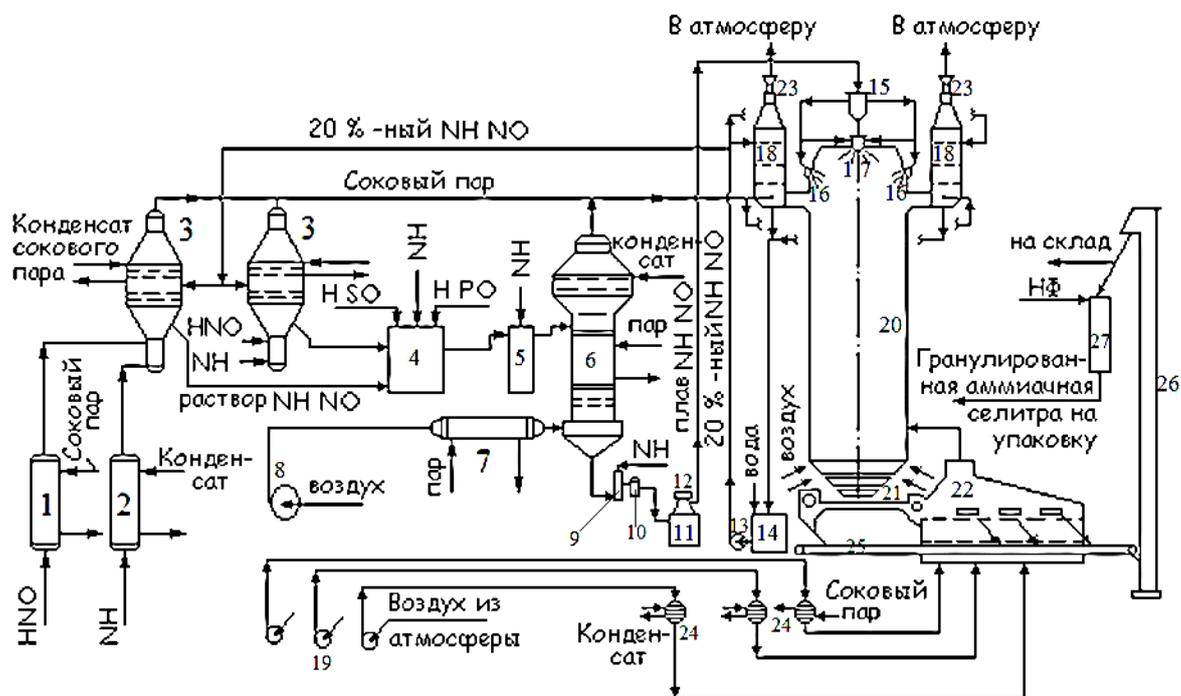
нарушениях соотношения расходов азотной кислоты и газообразного аммиака или при росте температуры в реакционной зоне выше 180 °С; в последнем случае в ИТН автоматически подаётся конденсат водяного пара.

Подогреватель азотной кислоты предназначен для подогрева 58 – 60 % азотной кислоты от температуры, при которой он хранится на складе, до температуры 80 – 90 °С за счёт тепла сокового пара из аппарата ИТН. Подогреватель газообразного аммиака предназначен для нагрева аммиака до 120 – 180 °С. Донеитрализатор предназначен для донеитрализации аммиаком избыточной кислотности раствора аммиачной селитры, непрерывно поступающего из аппарата ИТН, и вводимых в качестве добавки серной и фосфорной кислот. Высококонцентрированный плав получают в выпарном аппарате в одну ступень под атмосферным давлением. Промывное и фильтрующее оборудование необходимо для отмывки пыли аммиачной селитры, уносимой воздухом из башни, аэрозольных частиц аммиачной селитры из паровоздушной смеси выпарного аппарата, воздуха из башен, сокового пара из аппаратов ИТН, а также аммиака из этих потоков. Грануляционная башня она состоит из трёх частей: верхняя часть – с потолком и переходником к промывному скрубберу; средняя часть – собственно корпус; нижняя часть – с приёмным конусом. Продукт выгружается на реверсивный конвейер через прямоугольную щель в нижнем корпусе. Аппарат для охлаждения гранул в кипящем слое предназначен для охлаждения гранул, выходящих из грануляционной башни от 110 – 120 до 40 – 45 °С. Под псевдоожигением понимается процесс перехода слоя зернистого материала в «текущее» состояние под действием потока ожижающего агента – воздуха. Если под слой гранул с определённой скоростью подавать воздух, гранулы начинают интенсивно перемещаться относительно друг друга и слой их намного увеличивается в объеме. По достижении определённой скорости наиболее мелкие гранулы начинают покидать границы слоя и уносятся потоком воздуха. Такое явление происходит, если давление потока воздуха превышает силу тяжести гранул.

Сопротивление слоя материалов почти не зависит от скорости газа и равно весу материала, приходящегося на единицу площади. Кипящий слой гранул приобретает свойства, присущие капельной жидкости. Температура всего объёма кипящего слоя гранул, как и любой кипящей жидкости, практически одинакова.

Современные крупнотоннажные агрегаты химических производств имеют ряд специфических особенностей, которые следует учитывать при разработке систем автоматизации таких объектов:

- последовательная технологическая структура с жёсткими связями между отдельными стадиями процесса при отсутствии промежуточных ёмкостей;
- большая производительность отдельных аппаратов, рассчитанная на полную мощность агрегата;
- территориальная рассредоточенность рабочих мест аппаратчиков.



Принципиальная схема производства нитрата аммония. рис. 1.3

Технологическая схема агрегата АС – 72.

1, 2, 7, 24 – подогреватели;

- 3 – аппарат ИТН;
- 4, 5 – донейтрализаторы;
- 6 – выпарной аппарат;
- 8 – нагнетатель;
- 9 – гидрозатвор-донейтрализатор;
- 10 – фильтр плава;
- 11, 14 – баки;
- 12 – насос погружной;
- 13 – насос центробежный;
- 15 – напорный бак;
- 16 – гранулятор акустический;
- 17 – гранулятор монодисперсный;
- 18 – промывной скруббер;
- 19, 23 – вентиляторы;
- 20 – грануляционная башня;
- 21, 25 – конвейеры;
- 22 – аппарат КС;
- 26 – элеватор;
- 27 – аппарат для обработки гранул.

Большая мощность и последовательная структура агрегата задают повышенные требования к надёжности контроля, регулирования и защиты, так как выход из строя отдельного элемента зачастую приводит к полной остановке агрегата и, как следствие, к большим экономическим потерям. В этой связи большую роль в эффективности ведения режима и вывода на ремонт играет АСУ ТП, которая берет на себя некоторые функции которые требуют скорости реакции и обязательного исполнения. Тут имеет большое значение противоаварийность производства, т.к. пуск технологии не занимает большого времени и по затратам в плане энергоресурсов занимает

допустимое значение в противовес вышедшему из строя оборудованию и его ремонту/замене, как в плане времени, так и в плане материальных расходов. Роль противоаварийной защиты играет система ПАЗ, в которой заведены сигналы по основным параметрам играющие роль как в ведении НТР, так и в обеспечении безопасности, т.к. производство относится к наиболее взрывоопасным объектам. [8,10,12]

2.3 Вывод по разделу

Данные производства относятся к взрывопожароопасным и тесно взаимосвязаны в процессе производства конечного продукта. Агрегат аммиака производит сырьё для двух цехов – слабой азотной кислоты и аммиачной селитры, в отличие от них он жестко зависим от природного газа как основного сырья при получении синтетического аммиака. “Аммиак-3” сложное производство и процесс пуска от “холодного” состояния до готовой продукции занимает значительное время и средств, даже после получения первой тонны синтетического аммиака требуется некоторое время до приведения цеха в НТР. Следовательно, любой сбой в одном из узлов агрегата значительно отбрасывает назад этап получения продукта, и старая пневматическая система управления не давала возможности к тонким манипуляциям, исключала возможность поддержания “здоровых” аппаратов и оборудования в “горячем” состоянии. Имелась существенная проблема в плане оперативности персонала он физически не успевали выполнять действия согласно инструкции. Цех АК зависим от двух видов сырья газ и аммиак, цех АС потребляет произведенный двумя цехами продукты – аммиак

и азотную кислоту. Как видно автономности у этих цехов нет. Пусковые операции также занимают немало времени и энергоресурсов, возникают ситуации, когда им приходится переходить на резерв в ожидании сырья. АСУ ТП призвана значительно облегчить труд персонала взяв на себя часть функций. Она как таковая призвана исключить человеческий фактор при возникновении аварийных ситуаций, в нее заложен алгоритм, который переведет проблемную часть в безопасное состояние. Скорость реакции несопоставима с человеческой, что оказывает существенную помощь технологическому персоналу перенося часть его стандартных функций (действий) на себя и именно тех где необходимо скорость и нет времени на обдумывание альтернатив. Конечно, существуют регулируемые параметры где даже АСУ ТП не может гарантировать требуемой безопасности и непрерывности процесса, такие параметры требуют использование законов физики - термо- и газодинамики “во благо”, т.е. предсказуемые процессе которые нельзя предотвратить могут стать тем необходимым усилием – работой перехода в безопасное состояние. Примером могут служить пред клапана, которые не допускают рост давления в линии или аппарате выше критической отметки, “баёк”, находящийся на валу компрессора под действием центробежных сил при достижении оборотов выше допустимого значения бьет по направляющей, которая завязана с контуром регулирования и выполняет ту же функцию – перехода в безопасное состояние. Система существенно повысит процент стабильного ведения режима, снизит время простоя, одним словом призвана повысить эффективность использования потенциала агрегата. Благодаря оптимальному выводу в резерв проблемных блоков или участков агрегата, позволит ремонтному персоналу устранить неисправность при этом поддерживая состояния “горячего резерва”, потребляя оптимальное количество ресурсов за счет автоматического контроля заданных параметров, значительно сократит потери энергии при внештатных ситуациях.

Автоматизация производства начинается с оценки перспектив и экономической целесообразности перехода на АСУ ТП. Проводится оценка объектов(элементов) автоматизации – возможность их дальнейшего использования или замены на новое (здесь подразумевается техническое состояние и его совместимость с будущей системой, соответствия стандартам). [14]

3. КОНЦЕПЦИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ.

3.1 Общие требования

Автоматизированная система управления технологическим процессом производства выполняет следующие общие функции:

- Сбор данных и управление контроллерами и удаленными терминалами
- Человеко-машинный интерфейс с оператором
- Сбор данных и статистики
- Обработка сигналов тревоги
- Создание трендов
- Генерация отчетов
- Интегрирование сетей

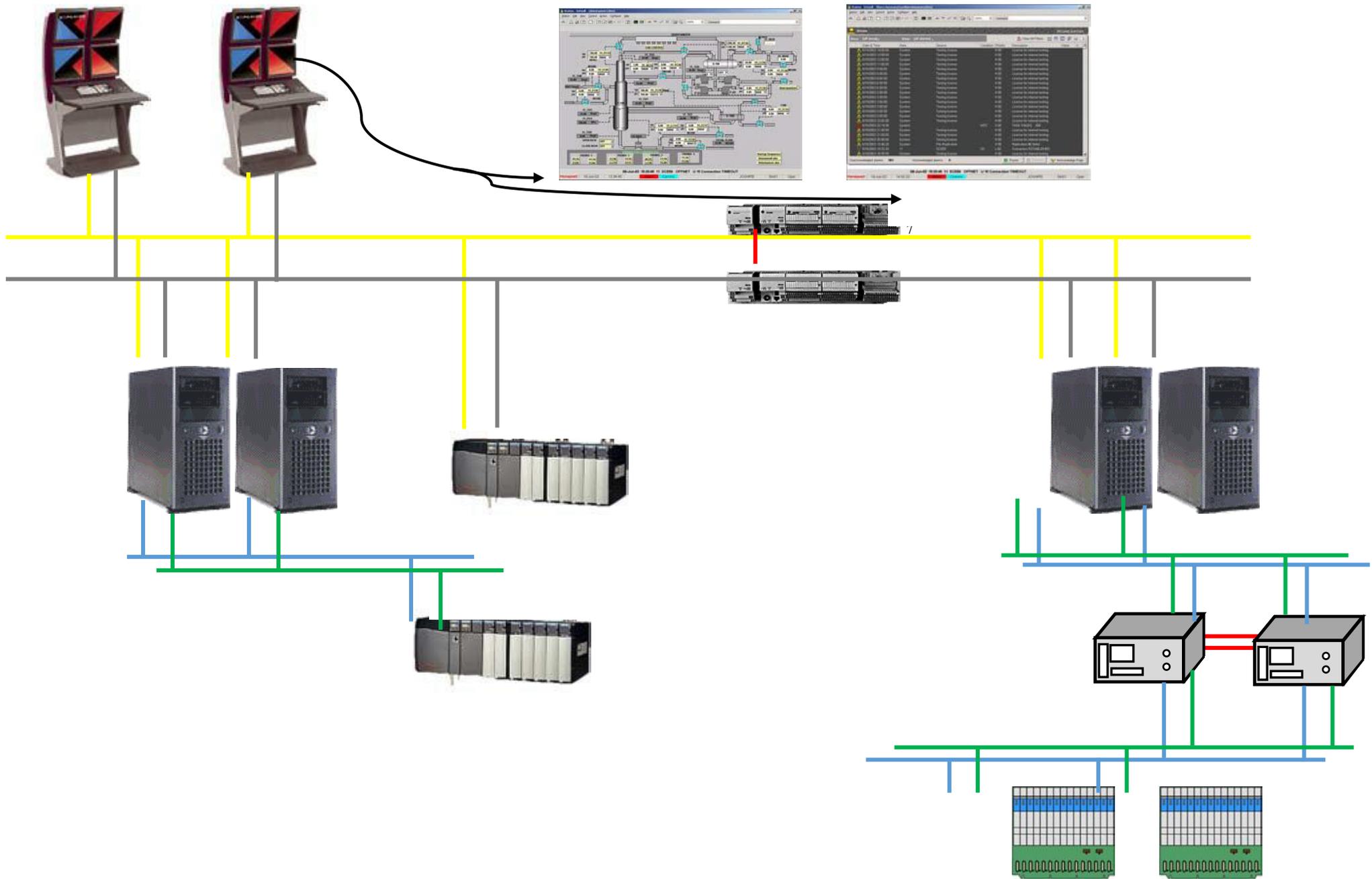
3.2 Архитектура системы

Архитектура системы управления базируется на модульной компьютерной сети, использующей стандартные операционные системы, сети и протоколы. В системе используется полноценная модель взаимодействия типа "клиент-сервер". Один служебный процессор базы данных обслуживает нескольких

клиентов, таких как, например, операторские станции. Возможно и серверное исполнение БД для более сложных производств со множеством зависимых цехов, завязанных одно производство или цикл. Распределенная база данных или множественные копии базы данных, сохраняемые в операторских станциях, не поддерживаются, предусмотрен сброс резервных копий на внешние накопители в качестве архива и восстановления в случае необходимости.

Для обеспечения максимальной гибкости и эффективности система позволяет распространение по сети таких системных функций, как, например, сбор и управление данными, графический интерфейс с пользователем и т.д. Архитектура системы включает в себя поддержку различных типов глобальных сетей, используя стандартное аппаратное и программное обеспечение для соединения узлов в одну единую интегрированную систему. Для обеспечения максимальной гибкости в сети используется протокол TCP/IP с непосредственным интерфейсом к прикладным программам системы. На рисунке 2.1 показана архитектура отказоустойчивым системы управления, начиная с модуля ввода вывода до верхнего операторского уровня управления технологическими процессами. Отказоустойчивость обеспечивается резервированными модулями на всех уровнях, за исключением полевых приборов. Защита от сигналов неисправного полевого прибора заложена в системе в качестве диагностики подключенного прибора, система отклоняет сигнал от неисправного датчика, а также сигнализирует об неисправности или обрыва связи с полевым прибором. В системе ПАЗ имеются ряд правил⁶, по которым производится подключения полевых приборов. При установке в шкафу модулей ввода/вывода, PLC следует их “опрокидывают” на определенный угол от центра для более хорошего управления распределением тепла.

⁶ См. 2.2.1 - [Решения по оживлению мнемосхем ПАЗ](#)



3.3 Сбор и управления данными

Используя стандартные программные драйверы, система управления обеспечивает средства для сбора и управления данными, не требуя для их реализации никакого дополнительного программирования. В неавтономном (on-line) режиме работы системы разрешена любая конфигурация без прерывания при этом процесса сбора и управления данными по другим каналам. В частности, для реализации изменений в базе данных узлы системы не требуют выполнения процедуры повторного запуска.⁸ Кроме того, интерактивные изменения в базах данных немедленно применяются к глобальным сетям системы, не требуя для этого никакого служебного процессора обслуживания файлов, использующего сетевую операционную систему.

Система управления собирает данные, используя периодическое сканирование. Система поддерживает широкий диапазон интервалов сканирования в пределах между 0,005 секундой и 900 секундами для сервера и 0.005 – 2 сек. для управляющих контроллеров. Для минимизации трафика коммуникаций система автоматически объединяет запросы данных в блоки, используя для генерации пакетов сканирования смежные адреса и заданный интервал сканирования, таким образом, оптимизируя пропускную способность канала для заданной сканирующей нагрузки. Система также обеспечивает сервисные программы по проверке распределения пакетов сканирования для каждого интервала сканирования и ведет усредненную статистику об использовании коммуникационных каналов. База данных событий реального времени сервера SQL ACU ТП записывается как база данных EMS Events – комментарии, относящиеся к событиям, также записываются и читаются из этой базы данных при отображении “Сводки Событий”.

⁸ Примечание: При реконфигурации и последующей прогрузки в БД точки имеющую статус – блокировочной, возможен переход исполнительного механизма в нормальное состояние.

3.4 База данных системы

Система обеспечивает исчерпывающую базу данных реального времени, объединяющую данные, собранные с аналоговых, дискретных, логических, импульсных и др. входов/выходов. Конечный пользователь имеет возможность конфигурировать базу данных без необходимости в программировании собирая данные в необходимом интервале, а также задавать места хранения данных. По умолчанию все данные уже распределены по папкам в жестких дисках наиболее оптимально, но по месту в процессе наладки АСУ ТП возможны изменения адресов данных, подбираются в соответствии с приоритетами и спецификой производства. Причем, интерактивные изменения можно выполнять без прерывания работы системы. В дополнение к информации, связанной с точками, база данных системы обеспечивает возможности сбора статистики об аналоговой, цифровой, импульсной и событийной информации. Эта информация доступна для всех средств системы, в том числе для стандартных экранов, пользовательских экранов, отчетов, трендов, прикладных пользовательских программ и т.д., т.е. находится в общем доступе без права изменений, только на уровне администраторов АСУ ТП.

3.5 Конфигурирование

В неавтономном (on-line) режиме работы системы пользователям может быть разрешена любая конфигурация в соответствии с соответствующими правами доступа. Конфигурирование не нуждается в дополнительном программировании, компиляции⁹ или компоновке и не требует выполнения процедур повторного запуска или выключения системы, все происходит в автоматическом режиме при изменении точки или экрана оператора система выполняет репликацию во всех операторских и других станциях. В более ранних версиях АСУ ТП эти операции выполняются вручную путем копирования измененных файлов в соответствующие папки других станций,

⁹ Компиляция требуется в случае вносимых изменений в систему ПАЗ, но этот уровень заверяется непосредственно поставщиком АСУ ТП.

что не является недостатком, а скорее преимуществом, исключая рассылки файлов в случае обнаружения ошибки после сохранения исходного файла. Кроме того, сбор статистических данных для неизменяемых точек не прерывается. Вместе с системой поставляется сервисная программа конфигурирования, которая позволяет конфигурирование всех записей точек, принтеров, устройств управления и удаленных терминалов, а также соединений с операторскими станциями. Эта сервисная программа позволяет вносить изменения данных и/или непосредственную их пересылку в служебный процессор системы. Программа выполнена в виде реляционной базы данных и работает в среде Windows. Кроме того, существует возможность экспорта информации из данной программы в Microsoft Excel. Вся документация о программе конфигурирования доступна в диалоговом режиме. Средства диалоговой документации работают с использованием таких стандартных характеристик Windows как, например, вызов контекстно-зависимой подсказки посредством функциональной клавиши F1.

Сервисная программа сокращает время конфигурирования системы. Например, существует возможность одновременного добавления нескольких точек, контроллеров и т.д. Программа автоматически создает уникальные имена или номера для любых конфигурируемых объектов (например, имена точек). Для выполнения глобальных изменений пользователю имеет возможность множественного выбора элементов (например, точек) и последующего редактирования полей, общих для всех выбранных элементов. Программа обеспечивает, также, стандартные средства копирования и вставки. Кроме того, сервисная программа поддерживает текстовые поля свободного формата. Эти дополнительные поля являются простым расширением существующих элементов базы данных.

Сервисная программа имеет возможность выдачи стандартных отчетов по базе данных. Кроме того, пользователь может создавать свои собственные отчеты.

3.6 Структура базы данных

База данных реального времени стандартно поддерживает сбор и сохранение данных, используя для этого следующие структуры:

- Структуры аналоговых точек - PV, SP, OP, MD
- Структуры точек состояния
- Структуры аккумуляторных точек
- Структуры статистических данных
- Структуры событийных данных
- Структуры, общее описание АСУ ТП определяемые пользователем

Возможны и дополнительные параметры сбора и сохранения данных – посредством известных формул применяя переменные и const – значения для вычисления и ведения учета требуемых значений. Примером можно взять метеостанции, имеющиеся на производственных предприятиях, где погодные условия так или иначе влияют на производительность или безопасность агрегатов и цехов. Каждая из структур базы данных точек представляет собой составную точку с определенным числом ассоциированных с ней параметров, на которые можно делать ссылки относительно указанного имени параметра. Кроме того, каждый из этих параметров доступен в простом формате "ТОЧКА.ПАРАМЕТР" для различных подсистем, таких, как например, графический интерфейс с оператором, система генерации отчетов и интерфейс с прикладными программами, без необходимости знания внутреннего механизма сохранения данных. Система поддерживает архивирование статистических данных, позволяя таким образом создание непрерывной записи истории работы за определенный период времени. Архивированные данные можно хранить на жестком диске системы или скопировать в автономном режиме на сменный носитель, например, гибкий диск, магнитную ленту, оптический диск и т.д. Количество архивов ограничено только объемом жесткого диска системы. Чтобы исключить возможность архивирования ненужных данных, система позволяет пользователю самому определять желаемые интервалы архивирования.

Активировать процесс архивирования статистических данных можно любым из перечисленных ниже методов:

- По требованию оператора
- Периодически по плану
- По инициативе события

После архивации, данные остаются доступными для использования в трендах через средства системы по созданию трендов в комбинации с текущей интерактивной статистикой или другими архивами.

Система ведет журнал, содержащий информацию о следующих событиях:

- Сигналы тревоги
- Подтверждения сигнала тревоги
- Возврат в нормальное состояние
- Управляющие действия оператора
- Вход оператора в систему и изменения в уровне защиты
- Интерактивные модификации базы данных
- Коммуникационные сигналы тревоги
- Системные сообщения о повторном запуске системы

Просмотреть журнал можно с помощью стандартных экранов, в верхней части которых указывается последнее по времени событие. Элементы событийной базы данных содержат следующую информацию:

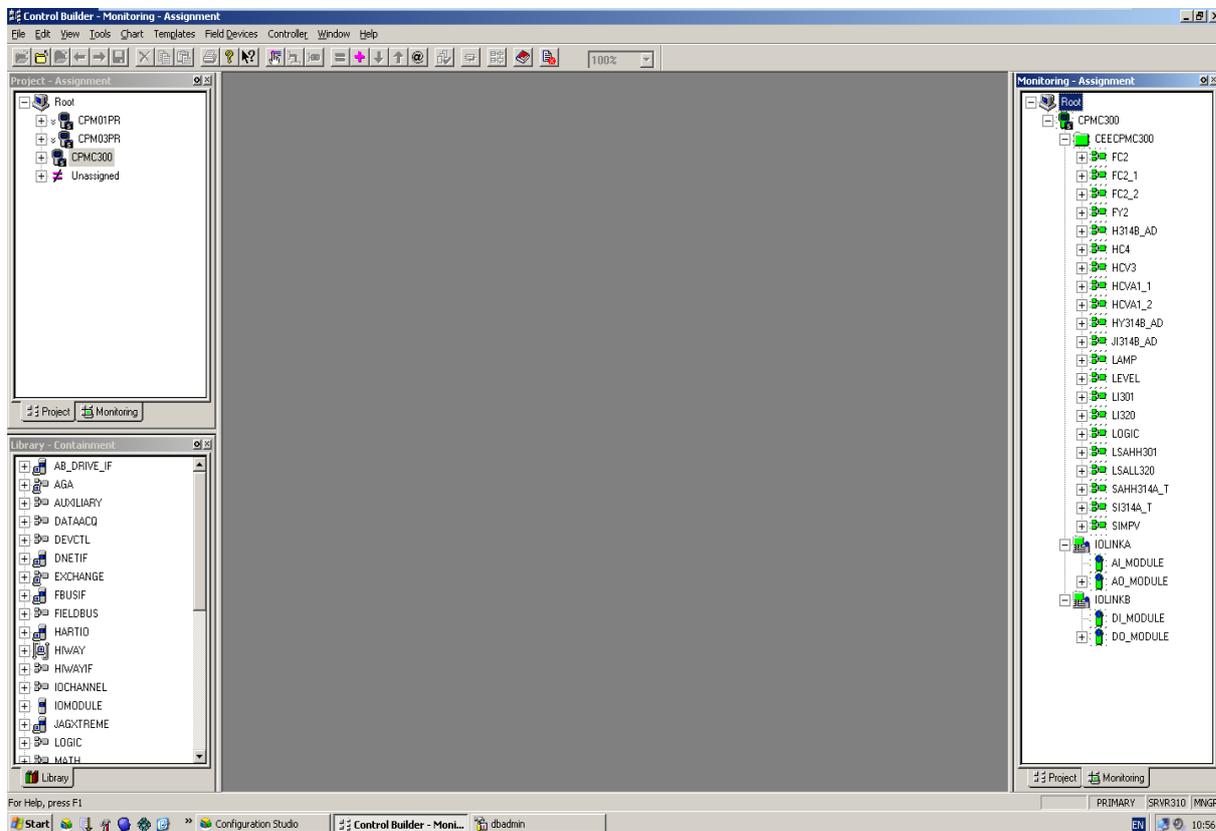
- Отметка о времени и дате
- Имя точки
- Тип события
- Приоритет тревоги
- Описание точки
- Новый PV
- Единицы измерения

Кроме того, событийная база данных доступна из других подсистем, таких как интерфейс с оператором, генерация отчетов и интерфейс прикладного

программирования. Для поддержки данных введенных пользователем или вычисляемых прикладными программами система обеспечивает область для базы данных определяемой пользователем. Данные из этой базы данных доступны через:

- Пользовательские мнемосхемы
- Пользовательские отчеты
- Прикладные программы
- Сетевые прикладные программы, использующие сетевой интерфейс прикладного программирования

EMDB – Enterprise Model Database отвечает за политику безопасности, ограничение зон ответственности (Assets – разграничивает зоны ответственности у технологического персонала, Alarm Group – группы сигналов, количество станций, серверов и их конфигурации). ERDB – Engineering Repository Database, база данных для проектирования – точек, логики, IO-модулей в Control Builder-e.



База данных инженерного проекта рис. 2.2

RTDB – Real Time Data Base, организована на базе SQL-сервер, текущая информация о процессе для запроса из истории. Вся база данных дублируется на серверах или сбрасывается на жесткий диск для надежности.

Для систематизации базы данных АСУ ТП и удобства ее эксплуатации предлагаются следующие принципы наименования точек системы управления. Длина имени параметра не должна превышать 10 символов. В названии параметра использовать только цифры, латинские буквы, допустимо использовать знак подстрочника («_»). Использование других символов и пробелов не допускается.

АНАЛОГОВАЯ ВХОДНАЯ (РЕГУЛЯТОРНАЯ) ТОЧКА:

Буквы А, I, R, предусмотренны в наименованиях ГОСТом, точки в СУ имеют сигнализацию, доступны для просмотра (индикация) и регистрируются.

Q (Анализ)

F (Расход)

E (Энергия)

I (Ток)

U (Напряжение)

L (Уровень)

P (Давление)

PD (Дифф. давление)

T (Температура)

Z (Положение ИМ)

S (Скорость)

D (Плотность среды)

FF (соотношение)

pH (активность ионов водорода (кислотность среды))

С для регуляторных точек, S для сигналов системы ПА З и блокировок порядковый №, суффикс (А,В,С,А1,В1 или индекс 1,2,3,4 и т.д.).

ТОЧКА ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД:

В (Сигнализация по пламени)

Q (Сигнализация по Анализу)

F (Сигнализация по Расходу)

L (Сигнализация по Уровню)

P (Сигнализация по Давлению)

PD (Сигнализация по Дифф. давлению)

T (Сигнализация по Температуре)

PX (Сигнализация по вибрации, по сдвигу)

S (для сигналов системы ПА 3 защит и блокировок)

порядковый №, суффикс (А,В,С,А1,В1 или индекс 1,2,3,4 и т.д.) тип сигнализации (НН, Н, L, LL).

ТОЧКА УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВОМ:

N, W, TR, RD, VPU, PW (управление приводом механизма (насоса, вентилятора, транспортера, разгонный двигатель, валоповоротное устройство, система вентиляции и т.д.), порядковый номер электропривода, суффикс (А,В,С,А1,В1 или индекс 1,2,3,4 и т.д.).

Для запорной и регулирующей арматуры:

HVS (Управление отсекателем)

HVC (Управление эл.задвижкой)

PVS, FVS, LVS (Управление соленоидным клапаном)

HCV (Дистанционное управление регулирующим клапаном)

FCV, PCV, TCV, LCV (Управление регулирующим клапаном)

порядковый №, суффикс (А,В,С,А1,В1 или индекс 1,2,3,4 и т.д.).

Для точки управления устройством определить следующие параметры:

I - ток

U - напряжение

R - состояние привода (работает/остановлен)

RU - состояние «Готовность»

MA - состояние «Авария»

PM - кнопка «Пуск» по месту

- SM - кнопка «Стоп» по месту
- DB - деблокировать
- PS - сигнал на запуск
- ST - сигнал на останов
- XH - сигнал от концевого выключателя открытия
- XL - сигнал от концевого выключателя закрытия
- OP - сигнал на открытие
- ST - сигнал на останов
- CL - сигнал на закрытие

При построении точек базы данных соблюдать следующие принципы:

- Для определения отказа датчика в точках аналогового ввода применять расширенные шкалы. Принять значение расширенной шкалы 6,3% от основного диапазона в ту и другую сторону для всех точек кроме ввода от термопар и термосопротивлений, а также для точек использующих квадратичное преобразование (расходы);
- В точках измерения расхода значение расширенной шкалы 15% от основного диапазона в нижней части шкалы и 6,3% в верхней. Для данного типа точек применить следующий алгоритм обработки значений вблизи начала шкалы - все значения менее 5% основного диапазона шкалы приравнять к нулю.
- Определить следующий приоритет сигнализаций по технологическим уставкам.

Таблица 2.1

Тип сигнала	Приоритет сигнализации	
	HI, LO	HH, LL
Уставки используются для внутренних нужд СУ. (Ограничение задания и т.д.)	журнал	-
Уставки СУ	низкий	высокий

Уставки системы ПАЗ и блокировок	высокий	аварийный
----------------------------------	---------	-----------

- Приоритет сигнализации по отказу датчиков установить аварийный для всех точек.
- Для всех регуляторов установить ограничение по изменению задания в пределах нормального технологического режима.
- Для всех регуляторов, не входящих в систему ПАЗ и блокировок, в случае потери контроля над регулируемой величиной, выход регулятора заморозить и выдать сигнал оператору.
- Цикл обработки для DI системы управления установить 1с, для блокировочных входов – 0,2с.
- Обработку аналоговых входов производить со следующей цикличностью:

Таблица 2.2

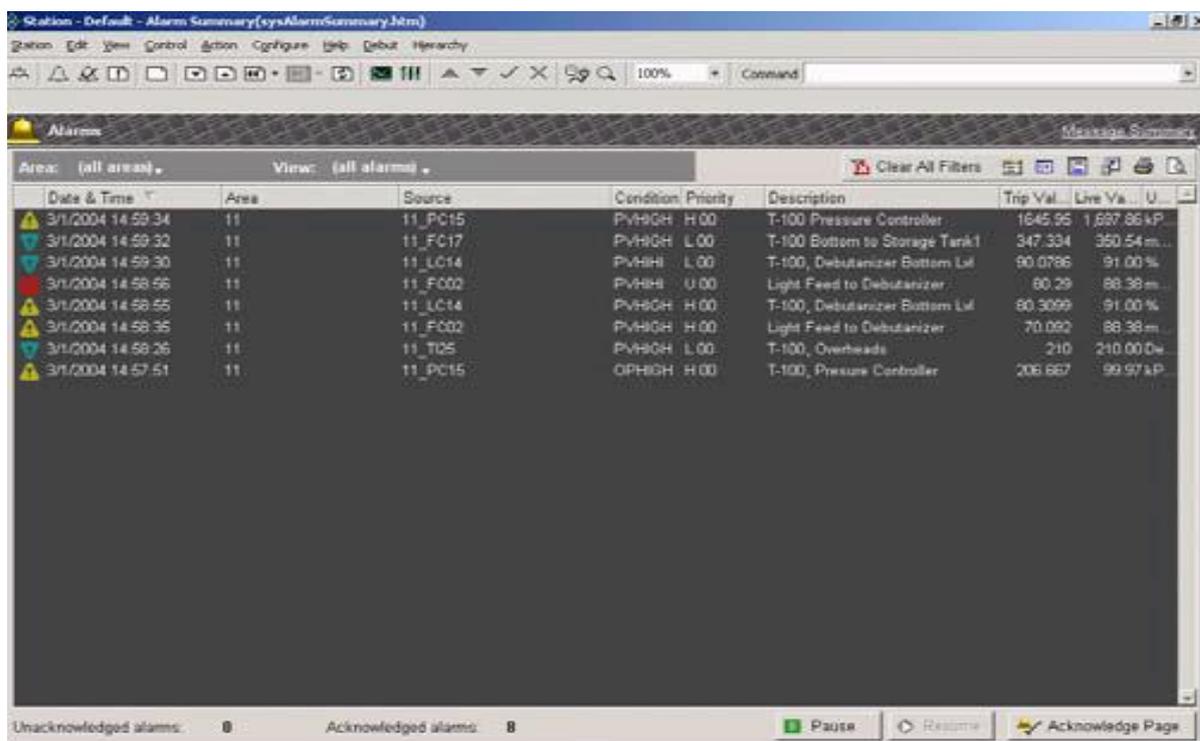
Тип сигнала	Цикл обработки с.	
	Управление	Блокировки
F, P	0.5	0,2
L, Z	1	1
T, Q	1	1

По возможности, все расходы приводить к нормальным условиям и использовать в непрерывном регулировании. Точки нормализованных расходов СУ именовать FY. В схемах регулирования с несколькими датчиками, выбор рабочего предоставить оператору. При отказе рабочего датчика СУ должна автоматически перейти на датчик с ближайшим значением. [11,13]

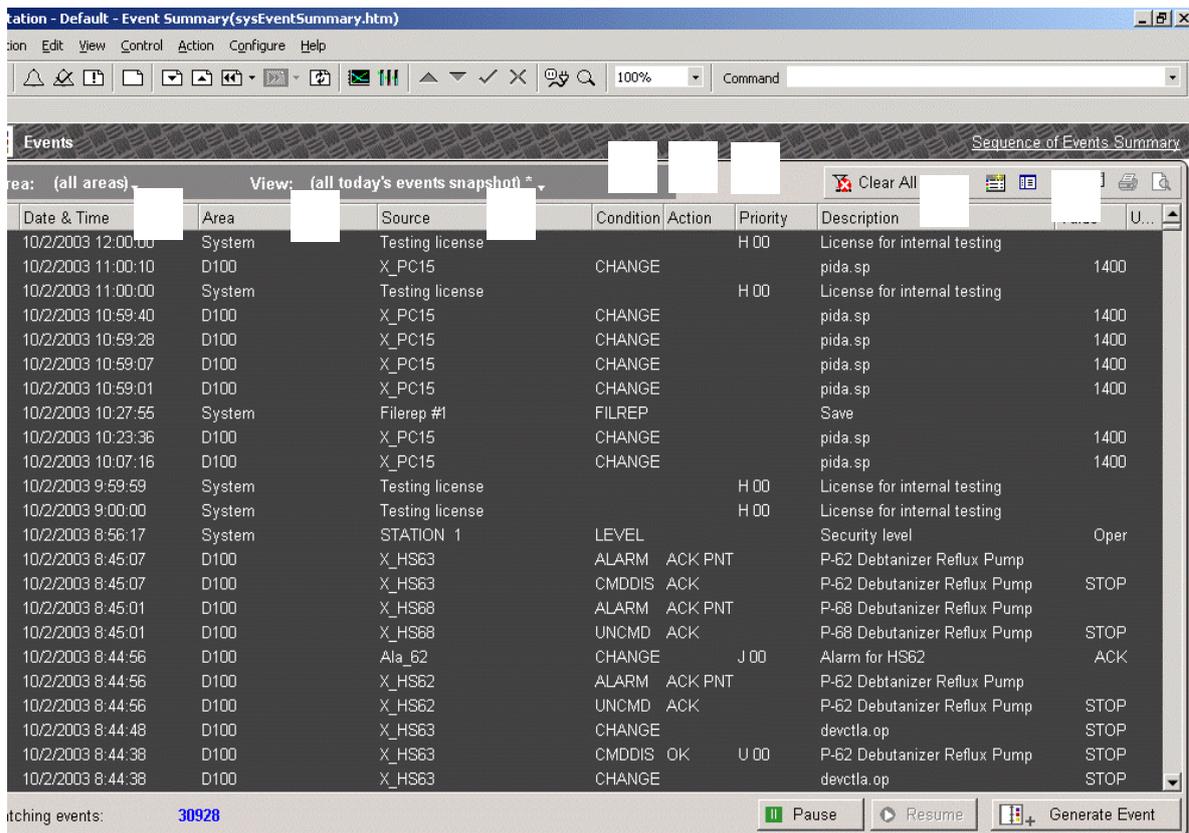
3.7.1 Интерфейс с оператором

Интерфейс с оператором обеспечивает согласованную систему просмотра информации и оперативного управления. Критические области (такие как пиктограммы тревоги) видимы в любое время. Для сообщений оператора

предварительно определены области экрана, видимые при любых условиях. Для конфигурирования и перемещения по системе существуют стандартные экраны, независимые от любого пользовательского (специфичного для конкретного процесса) экрана. Интерактивный интерфейс с оператором полностью основан на использовании графики и пиктограмм. Графический интерфейс использует разрешение 1600 x 1200 точек растра. Интерфейс с оператором основывается на использовании окон и стандартных соглашений, принятых в Windows, сокращая таким образом время обучения оператора. В частности, стандартная инструментальная линейка пиктограмм и падающие меню присутствуют во всех стандартных и пользовательских экранах, позволяя облегченный доступ ко всем общим функциям. С другой стороны, эти функции доступны через стандартный набор функциональных клавиш, не требующих конфигурирования.



Дисплей сигнализаций. рис. 2.3



Обзорный дисплей событий. рис. 2.4

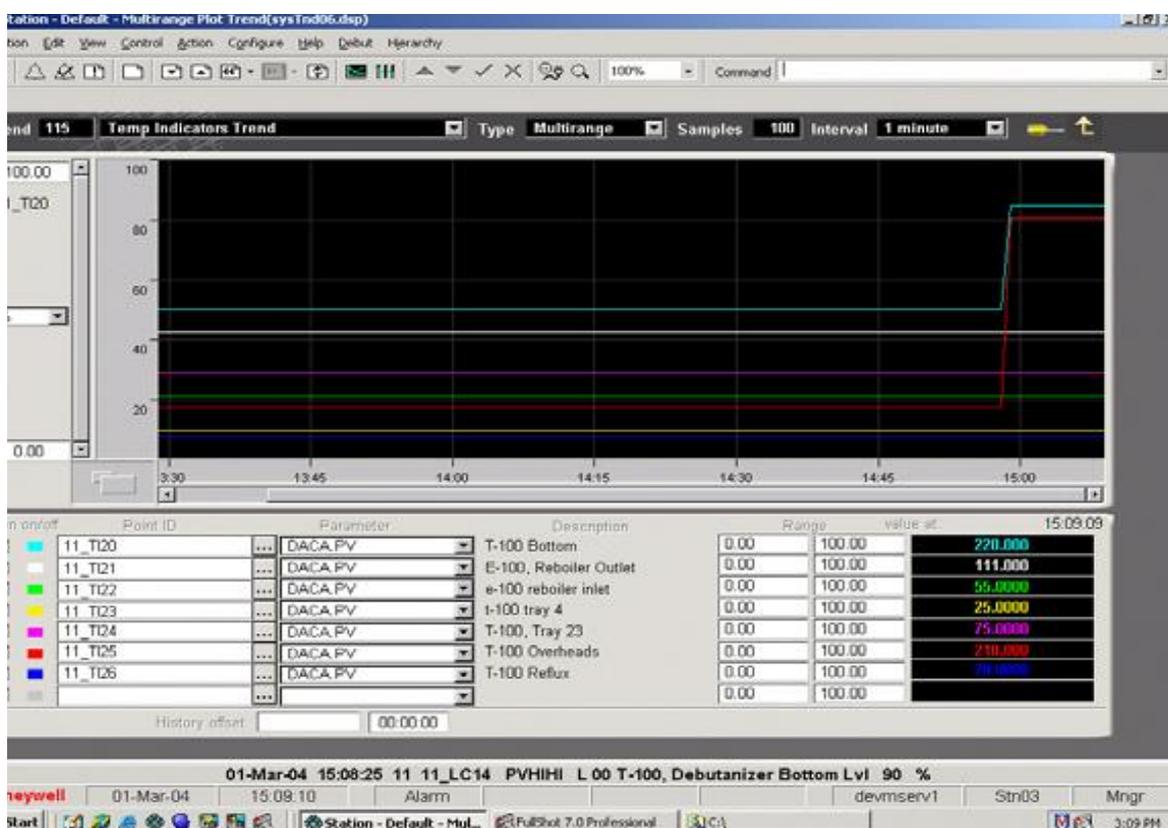
Краткое описание дисплея событий рис.2.4 показано в таблице 2.3:

Таблица 2.3

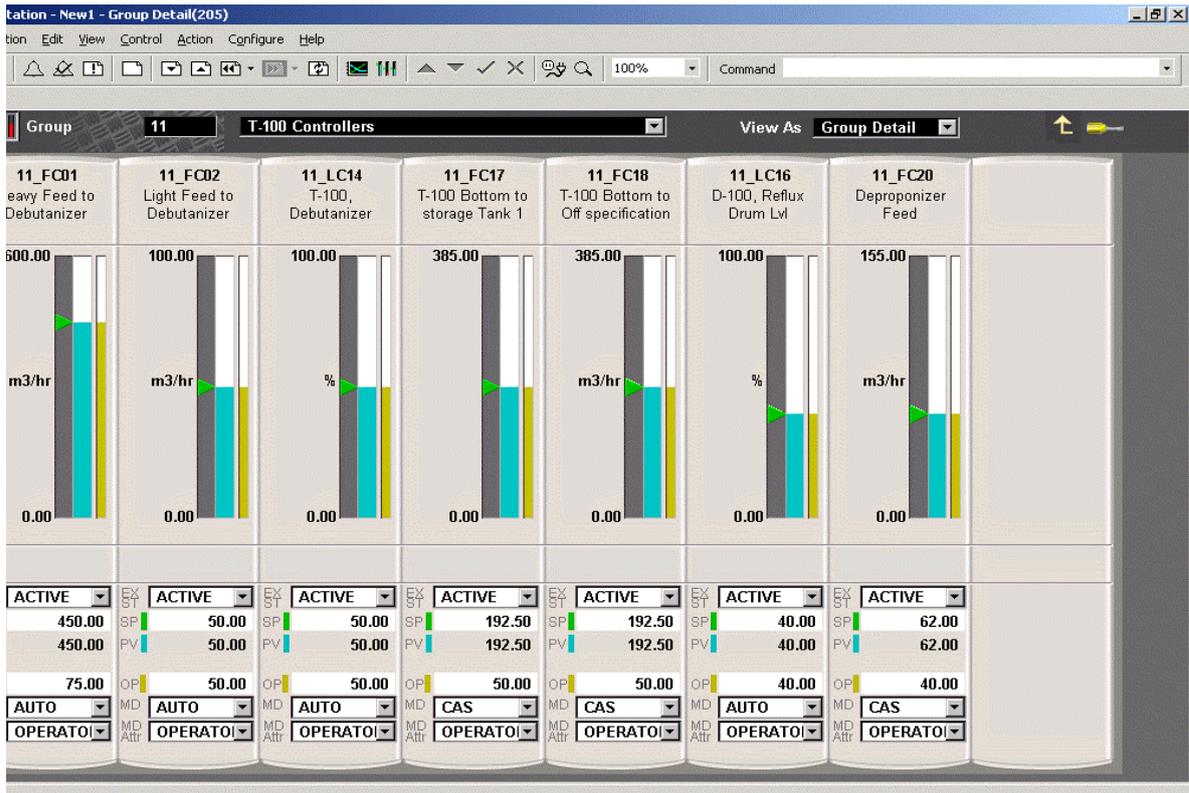
Пункт	Описание ¹⁰
1	Date & Time — Дата и время события.
2	Area — Зона, в которой произошло событие.
3	Source — Источник события, такой, например, как точка или Станция.
4	Condition — Состояние того, что произошло, например, CHANGE (ИЗМЕНЕНИЕ) в точке, или ALARM (СИГНАЛИЗАЦИЯ).
5	Action — Действие, ассоциированное с событием, такое как, например, ACK (подтверждение сигнализации).
6	Priority — Приоритет, назначенный событию.
7	Description — Описание события, например “Alarm for HS62” (Сигнализация для HS62).

¹⁰ Некоторые параметры-признаки могут отличаться по названию, но суть останется неизменной, например, Area – область, которую назначают при проектировании может иметь следующие названия – Block, Part и др., по желанию или имеющимся правилам производства.

Имеется возможность ввода дополнительных параметров, которые позволят сортировку по данному признаку-параметру. Данные выводимые на дисплей ограничены по времени, т.е. объему архивных данных сохраненных на сервере или на станции PHD. Сортировка данных возможна как по одному признаку, так и по нескольким, что заметно ускоряет и облегчает поиск необходимых событий.



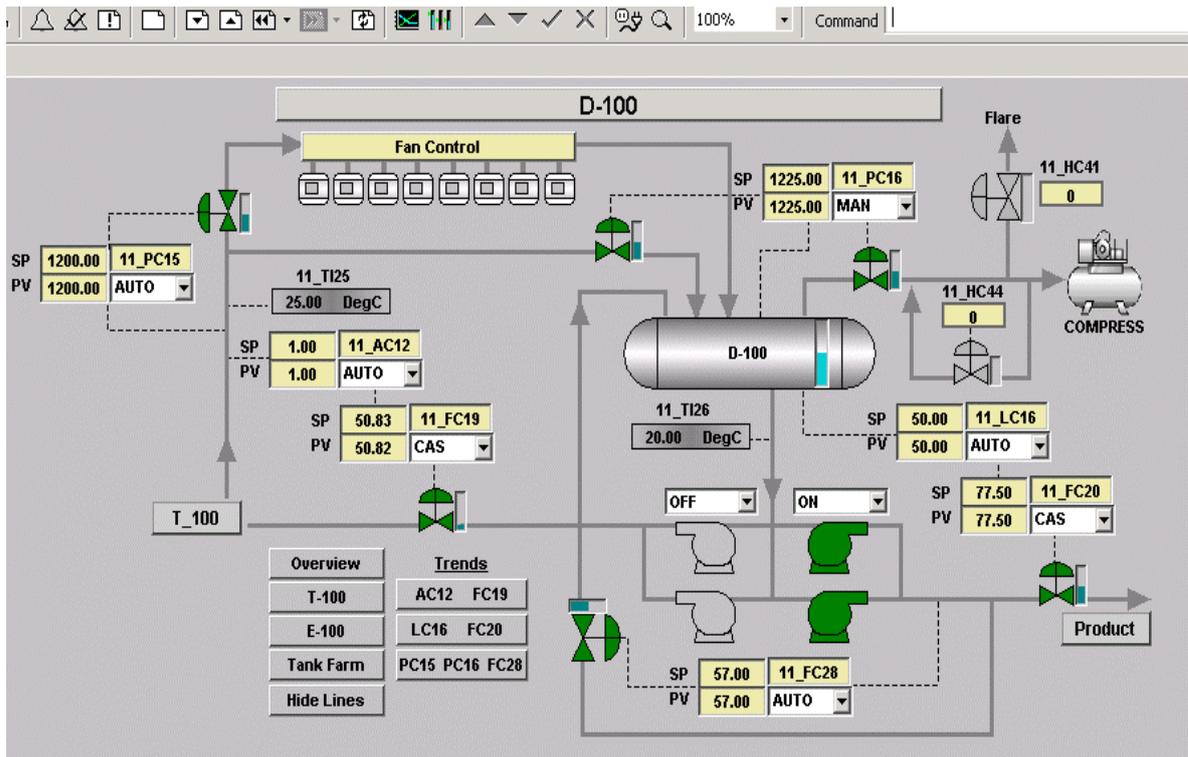
Трендовый дисплей. рис. 2.5



Групповой дисплей. рис. 2.6



Детальный дисплей регуляторной точки. рис. 2.7



Рабочий дисплей оператора. рис. 2.8

Система обеспечивает оконный интерфейс с оператором, использующий в качестве стандарта следующий набор возможностей:

- Специализированные кнопки и падающие меню, выполняющие следующее:
 - Сводка сигналов тревоги
 - Подтверждение приема тревоги
 - Просмотр последовательности экранов вперед/назад
 - Повторный вызов предыдущего экрана (минимум 8 экранов)
 - Вызов мнемосхем
 - Вызов трендов
 - Вызов групп
 - Команда установки на/вывода из обслуживания
 - Детализовка точки
- Зона тревоги, показывающая последний по времени сигнал тревоги с высшим приоритетом, чей прием не подтвержден

- Зона с системным временем и датой
- Текущий уровень доступа
- Номер операторской станции
- Сигнализатор тревог
- Сигнализатор коммуникационных сбоев
- Зона сообщений оператора

При разработке дисплеев оператора имеются ряд принципов, которые позволяют адаптироваться технологическому персоналу при переходе со старых панелей управления – щитового типа на автоматизированную систему управления технологическими процессами:

- Эффективная разработка дисплея отражает понимание необходимой информации и, при необходимости, доступ к ней – быстрое распознавание проблем. Исключает ненужные детали.
- Содержание дисплея должно поддерживать эффективное наблюдение, управление и устранение неисправностей Оператором – быть согласованным в представлении объектов управления.
- Вся информация, необходимая для наблюдения за состоянием критических процессов, устранения неисправностей при сбоях, и регулирования ключевыми параметрами, должна быть доступна с минимальным количеством действий Оператора – быть дисплеем “по умолчанию” для определенного узла.
- Своевременное предоставление достоверной информации Оператору является важным фактором при принятии решений и решении проблем. Ограничения взаимодействия устройств и управления должны быть отображены на схемах, при необходимости, для устранения неисправностей и снятия условий блокировки.
- При нормальных условиях работы, многие параметры не требуются для наблюдения, за состоянием завода и не должны загромождать дисплей.

Дополнительные опции могут быть сделаны доступными для просмотра не

существенных параметров, при необходимости (Окна указатели, всплывающие подсказки, Facelate, кнопки Отобразить/Скрыть

- Компоновка

- Расположение объектов и информации на схожих дисплеях должно быть согласованным.

- Согласованность в направлении потоков процесса должна поддерживаться: Вход Продукта  Выход Продукта (Слева  Направо). Избегайте противоположных направлений потока процесса, кроме специально предусмотренных случаев (т.е. контур рецикла).

- Размер и цвет объектов на дисплее должен отражать их важность.

- Там, где линии должны пересекаться или частично совпадать, обычно менее существенная линия прерывается или помещается за линией большей важности (если линии одинаковой важности, то вертикальная линия прерывается).

- Цвета

- Количество цветов на дисплее должно быть, как можно меньшим и применяться согласованно на всех уровнях дисплеев.

- Цвета должны использоваться для усиления визуального восприятия важной информации. Цвета должны быть стандартизированы, и яркие цвета по возможности ограничены. Цвета средней яркости позволяют оборудованию и технологическим линиям выглядеть как часть фона дисплея, позволяя тем самым более критической информации выглядеть более заметно на переднем плане.

- В общем, оттенки серого цвета используются для отображения неактивного оборудования и технологических линий.

- Следующие стандарты гарантируют согласованное и эффективное

использование цветов:

- Яркие цвета должны использоваться только для критической информации.
- Серый и приглушенные цвета должны использоваться для рисования аппаратов, технологических линий и нормального функционирования.
- Цвета, используемые для индикации сигнализаций должны быть яркими и не должны использоваться в других целях.

Желтый рекомендуется для сигнализаций высокого приоритета и красный для аварийных сигнализаций - это обеспечивает необходимую заметность сигнализации. (Не рекомендуется использовать мигание величин процесса в состоянии сигнализации - используйте другие символы). Система предлагает все необходимые средства по обнаружению и обработке сигналов тревоги, быстрое и точное уведомление оператора об аварийных состояниях процесса. Инженер проекта также устанавливает сигналы на узлы и оборудования PCSU указывая привязку к системному Asset-у соответственно. Эта функция по умолчанию имеется на основных частях PCSU – контроллеры, модули, коммутаторы, ИБП и др. но также можно настроить и на полевое оборудование – обрыв, рассогласование команд и т.д. Каждой аналоговой, частотной или аккумуляторной точке в процессе конфигурирования можно назначить любые четыре сигнала тревоги из списка:

- PV HI
- PV LOW
- PV HI HI
- PV LOW LOW
- Отклонение высокое
- Отклонение низкое
- Скорость изменения
- Системные сигналы тревоги
- Отказ датчика (BAD PV)

Каждой дискретной точке в процессе конфигурирования можно назначить следующие сигналы тревоги:

- Системные сигналы тревоги (UNCMD, CMDIS)
- Отказ датчика (BAD PV, INIT)

Система поддерживает следующие четыре приоритета тревог:

- Неотложный (Urgent)
- Высокий (High)
- Низкий (Low)
- Журнальный (Journal)

Каждый назначенный точке сигнал тревоги имеет свой индивидуальный приоритет, принадлежащий к одному из четырех перечисленных выше типов. Сигналы тревоги с неотложным, высоким и низким приоритетом показываются в экране сводок сигналов тревоги системы и имеют как звуковую, так и световую индикации. Сигналы тревоги с журнальным приоритетом выводятся только на принтер сигнализации и записываются в базу данных событий, при этом никак не сигнализируются. Звуковой сигнал тревоги конфигурируется для каждого приоритета тревог, кроме журнального. Для обеспечения реалистического звучания сигнала тревоги на операторской станции используются мультимедийные технологии (файлы .wav и звуковые платы). Если после истечения заданного промежутка времени оператор не подтвердил прием сигнала тревоги, то система активирует звуковое оповещение повторно, до тех пор, пока не произойдет событие подтверждения (АСК), даже если параметр вернулся в норму!

Если точке назначен сигнал тревоги, то в случае возникновения этого сигнала в системе, автоматически выполняются следующие действия:

- Сигналу тревоги присваивается временная метка с точностью до секунды (тысячной), и он записывается в событийную базу данных вместе с именем соответствующей точки, типом тревоги, приоритетом тревоги, описанием точки, новым значением и единицами измерения.

- Область PV сигнала тревоги становится красной (желтой, серым) и начинает мигать на каждом стандартном или пользовательском экране, в котором используется соответствующая точка
- Для сигналов тревоги с низким, высоким и неотложным приоритетом в сводке сигналов тревоги системы выводится запись о том, что прием сигнала тревоги не подтвержден
- Если включен, то задействуется звуковой сигнал тревоги
- Индикатор сигнала тревоги начинает мигать

Кроме того, зона сигналов тревог интерфейса с оператором показывает последний по времени неподтвержденный сигнал тревоги с приоритетом в системе. Подтверждённые сигналы исчезают с журнала текущих сигнализаций в случаи возвращения параметра в нормальное состояние технологического режима или остается в списке как подтвержденная до тех пор, пока параметр не вернется в норму. Все действия – сигнализация, подтверждение и возврат в норму регистрируются в журнале событий. Система обеспечивает следующие способы эффективного подтверждения приема сигналов тревоги:

- Выбор на пользовательском экране любого элемента ТОЧКА.ПАРАМЕТР для точки в состоянии тревоги и нажатие на определенную для подтверждения приема сигнала кнопку (на Faceplate)
- Выбор сигнала тревоги из зоны тревог системы и нажатие на определенную для подтверждения приема сигнала кнопку (на строке снизу выбором и нажатием F4, для каждой сигнализации по отдельности)
- Выбор сигнала тревоги из экрана сводок сигналов тревоги и нажатие на определенную для подтверждения приема сигнала кнопку (F4, кнопка на панели инструментов или правой кнопкой мыши выбрать АСК)
- Выполнение подтверждения приема страницы из экрана сводок сигналов тревоги (общее подтверждение всех сигналов, соответствующих asset-у кнопкой – Acknowledge Page)

После подтверждения приема сигнала оператором, мигание индикатора прекращается, а область PV остается с соответствующим приоритету окраской на каждом из системных или пользовательских экранов в соответствии с Alarm Group или уровнем станции/доступа. Подтверждение также записывается в событийную базу данных, идентифицируя при этом оператора и станцию, с которой было выполнено подтверждение. Если точка вышла из аварийного состояния до подтверждения приема сигнала тревоги оператором, соответствующий сигнал тревоги показывается инверсно и остается в соответствующем списке тревог до специального подтверждения оператором.

Оповещение о возникновении состояния тревоги происходит через:

- Сообщение о тревоге, появляющееся в специальной строке операторского интерфейса, предназначенной для показа сигналов тревоги.
- Сообщение о тревоге, появляющееся на экране сводок сигналов тревоги.
- Звуковой сигнал.

Тревога объявляется на соответствующей станции, даже если в текущий момент на ней нет работающего оператора, согласно установленному asset-у, на станции начальника смены отображаются все сигналы и события, кроме системных, на станции инженера проекта отображаются уже абсолютно все сигналы и события имеющие места на производстве вне зависимости от приоритета. Сигнализация для точек осуществляется до тех пор, пока они находятся в аварийном состоянии. Если для точки включен флаг запрета сигнала тревоги, то она не вызывает объявления тревоги. Если в течение действия запрета, точка переходит в состояние тревоги и продолжает находиться в аварийном состоянии, когда флаг запрета сигнала тревоги выключается, немедленно объявляется сигнал тревоги. На всех экранах присутствует специальная строка сообщений о тревоге, показывающая последний или первый (в зависимости от конфигурации) по времени неподтвержденный сигнал тревоги с высшим приоритетом в системе. Если в системе нет сигналов с неподтвержденным оператором приемом, то эта

строка пустая. При возникновении сигнала тревоги в строке сообщений о тревоге показывается идентификатор точки, тип точки и ее описание. В случае возникновения множества тревог/изменений в состоянии, последующие сообщения замещают предыдущие, если они обладают более высоким приоритетом. При визуализации последовательных сигналов тревог, информация о предыдущем сигнале тревоги переносится в список сигналов с неподтвержденным приемом, которые находятся в состоянии ожидания подтверждения приема оператором. Кроме вывода на принтер, сигналы тревоги регистрируются в событийном файле с целью их последующего использования в отчетах о тревогах или для архивирования на сменных носителях. Показываемые оператору сигналы тревоги в сводке сигналов тревоги можно фильтровать. Критерий фильтрации включает в себя:

- Индивидуальные приоритеты (т.е. неотложный, высокий, низкий)
- Ранжированные приоритеты (т.е. только неотложный, только неотложный и высокий, неотложный, высокий и низкий)
- Только сигналы тревоги с неподтвержденным приемом
- Только из индивидуальных областей [13,15]

<u>Состояние Сигнализации</u>	<u>Индикация на дисплее</u>
Не подтвержденная сигнализация	Красный, Желтый или Голубой (установленный пользователем) и мигает
Подтвержденная сигнализация	Красный, Желтый или Голубой (установленный пользователем) и не мигает
Вернулась в нормальное состояние, но не подтверждена	Нормальный цвет, подсвечена (серым),и мигает

Таблица 2.4

Приоритет	Состояние Подтверждения	Показатель	Пример
URGENT АВАРИЙНЫЙ	Не подтверждена	Красный, Мигает	
HIGH ВЫСОКИЙ	Не подтверждена	Желтый, Мигает	
LOW НИЗКИЙ	Не подтверждена	Голубой, Мигает	

Решения по оживлению мнемосхем управления

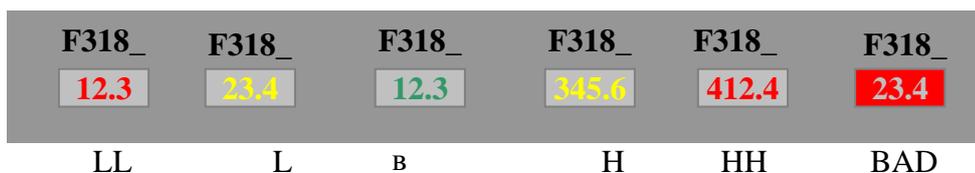
1. Все мнемосхемы должны иметь заголовок, расположенный в верхней части, посередине.
2. Фон мнемосхем серого цвета.
3. Аппараты и сосуды светло-серого цвета. На аппаратах и сосудах – их технологическая позиция оранжевого цвета.
4. Трубы, соединяющие аппараты и сосуды – прямые с прямоугольными поворотами, со стрелками, указывающими направление движения и краткое наименование среды. Пересечения труб с разными цветами должны быть без разрывов. Пересечения труб с одинаковыми цветами должны быть с разрывом. Цвет труб должен соответствовать среде:

I. азот газообразный (АГ)	- черный;
II. конденсат (КНГ, КН)	- темно-зеленый;
III. пар	- светло-циановый;
IV. аммиак жидкий (АМЖ), газообразный (АМГ)	- красный;
V. кислота азотная	- белый;
VI. газ природный (ГП)	- желтый;
VII. воздух КИП, технологический	- синий;
VIII. газ нитрозный (ГН)	- темно-оранжевый;
IX. газ хвостовой (ГХ)	- коричневый;
X. вода оборотная, химочищенная	- зеленый;
XI. масло	- светло-коричневый.

Значения технологических параметров (давления, температуры, расходы и т.д.) показывать в виде строки внутри прямоугольника с границами серого цвета. Прямоугольник должен находиться в удобном для восприятия месте мнемосхемы рядом с местом установки датчика. Над прямоугольником – сокращенное название позиции КИП (например, P02). Цвет шрифта должен меняться в зависимости от условий нарушения уставок:

- XII. уставки не нарушены - зеленый;
- XIII. LL - ярко-красный;
- XIV. L - желтый;
- XV. H - желтый;
- XVI. HH - ярко-красный;

отказ датчика (BAD) – инвертирование цветов прямоугольника и строки.



Примеры технологических параметров. рис. 2.9

После прохождения сигнализации (нарушения технологической уставки) значение начинает мигать до тех пор, пока оператор не нажмет кнопку подтверждения сигнализации. После подтверждения оператором мигание должно прекратиться. При отказе датчиков в показаниях сохраняется последнее достоверное значение измеряемого параметра. Если датчик деблокирован, вокруг числового поля появляется оранжевая рамка.

Данные процесса будут индцироваться в формате, описанном ниже:

Таблица 2.5

Макс. Значение Шкалы	Количество Знаков после запятой
0 – 1.000	3
1.01 – 10.00	2
10.1 – 100.0	1
100 +	0

Количество знаков после запятой определяется при конфигурации позиции параметром `rvformat`. Используются следующие типы конфигураций:

- D0 – без десятичных знаков.
 - D1 – один знак после запятой.
 - D2 – два знака после запятой.
 - D3 – три знака после запятой.
5. Уровень в сосуде при значении, не нарушающем уставки, показывать в виде заполненного прямоугольника (бара), высота которого должна соответствовать значению уровня. Бар должен находиться внутри пустого бара серого цвета, высота которого соответствует 100-процентной шкале уровня. При нарушении уставки цвет заполненного бара должен соответствовать цвету, описанному в п.п.3,4. При отказе датчика (BAD) бар должен быть синего цвета без заполнения с перечеркнутый по диагонали линиями цианового цвета.



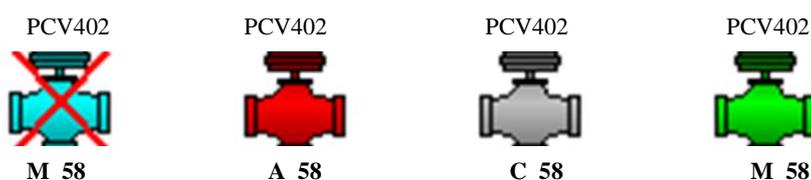
Пример графического отображения параметра. рис. 2.10

6. Отсекатели и задвижки с конечниками. В открытом положении (сработал конечник открытия) - зеленого цвета, в закрытом (сработал конечник закрытия) – красного цвета, в промежуточном (не сработал ни один конечник) – серого цвета. Если сработали оба конечника, то арматуру показывать циановым цветом. Над арматурой ее название, содержащее не более 8-и символов (например, HVC433). При воздействии блокировки отображать прямоугольный желтый фон вокруг арматуры.



Пример отображения запорных арматур. рис 2.11

7. Управляющая арматура в открытом положении (> 95 %) – зеленого цвета, в закрытом положении (<5 %) – красного цвета, в промежуточном положении – серого цвета. Положение управляющей арматуры определяется датчиком положения, при его отсутствии позиционером. При наличии концевых выключателей определение положения арматуры по состоянию сигналов от них является более приоритетным, чем по значениям датчика положения и позиционера. То есть, при сигнале на позиционер 50%, но при наличии сигнала от концевика открытия отображать зеленым цветом, при наличии сигнала от концевика закрытия соответственно красным цветом. Если сработали оба концевика, то арматуру показывать циановым цветом. Над арматурой отображать ее название, содержащее не более 8-и символов (например, PCV402). Под арматурой отображать режим управления буквой А-автомат, М- ручной, С- каскадный и значение датчика положения, при его отсутствии значение сигнала на позиционер в процентах. Для регуляторов с эшелонированной защитой, ее включение отображать желтой рамкой вокруг соответствующего клапана на мнемосхеме. При воздействии блокировки отображать прямоугольный желтый фон вокруг клапана.



Пример отображения запорных арматур. рис 2.12

8. Насосы изображаются согласно представленного ниже рисунка. Цвет насоса определяется его текущим состоянием:

- Красный-ремонт;
- Зеленый-пуск;
- Серый-остановлен;
- Желтый-резерв.

Циановый цвет используется при неопределенном состоянии. Над насосом отображать его название, содержащее не более 8-и символов (например, 8N153).



Пример отображения насосов. рис 2.13

9. Вентиляторы отображают следующие состояния:

Работа	- зеленый цвет
Привод остановлен	- серый цвет
Привод в ремонте	- красный цвет



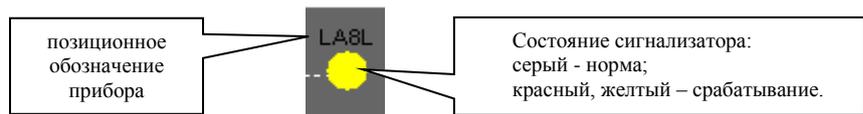
Пример отображения вентиляторов. рис 2.14

Над изображением вентилятора отображать его название.

10. Арматуру и оборудование с ручным управлением на мнемосхеме не отображать.

11. Дискретные сигнализаторы изображаются в виде светодиода, как показано на рисунке.

При срабатывании дискретного сигнализатора его цвет с серого меняется на мигающий красный или на мигающий желтый в зависимости от приоритета сигнализации. После подтверждения оператором сигнализации мигание прекращается. При возврате в нормальное состояние, цвет меняется на серый. Использовать дискретный сигнализатор желтого цвета для отображения состояния «движение» электроздвижек на ее изображении. Использовать дискретный сигнализатор для отображения датчика наличия пламени: красный цвет - отсутствие пламени, зеленый цвет наличие пламени. Над сигнализатором отображать его название.



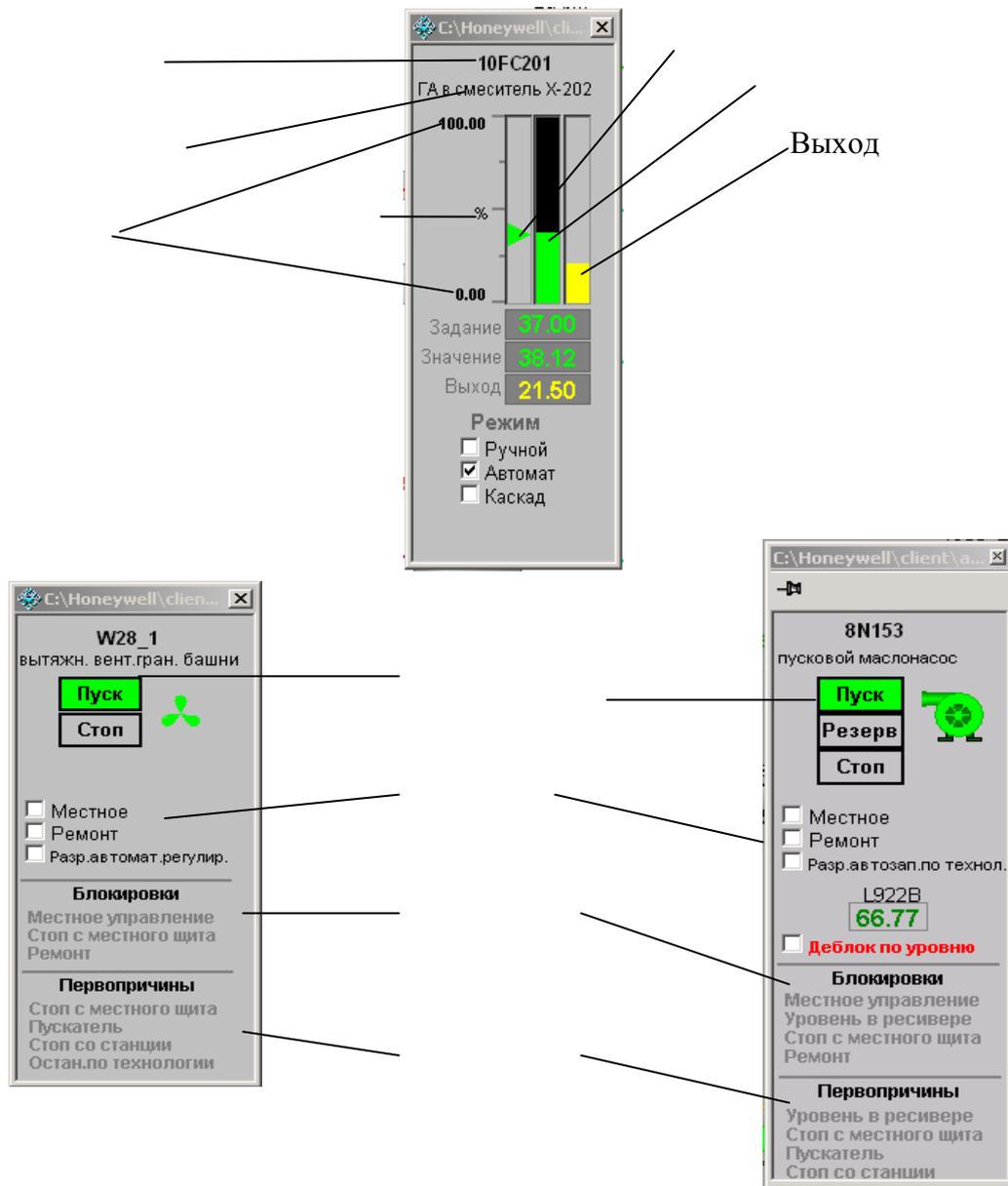
Отображение состояния дискретного сигнализатора. рис. 2.15

12. Управление электрооборудованием и арматурой осуществляется при помощи всплывающих окон или детальных дисплеев. Всплывающее окно содержит в зависимости от логики управления:

- название оборудования;
- дескриптор (краткое описание) оборудования;
- пиктограмма оборудования в соответствии с пунктами 7, 8, 9,10.
- кнопки управления (пуск, стоп, открыть, закрыть);
- опция постановки в ремонт;
- опция выбора режима управления;



Управление



- перечень блокировок (данные отображаются в соответствующем цвете);
- перечень первопричин (причина последней остановки отображается красным цветом).

Faceplate управления ТП. рис. 2,16

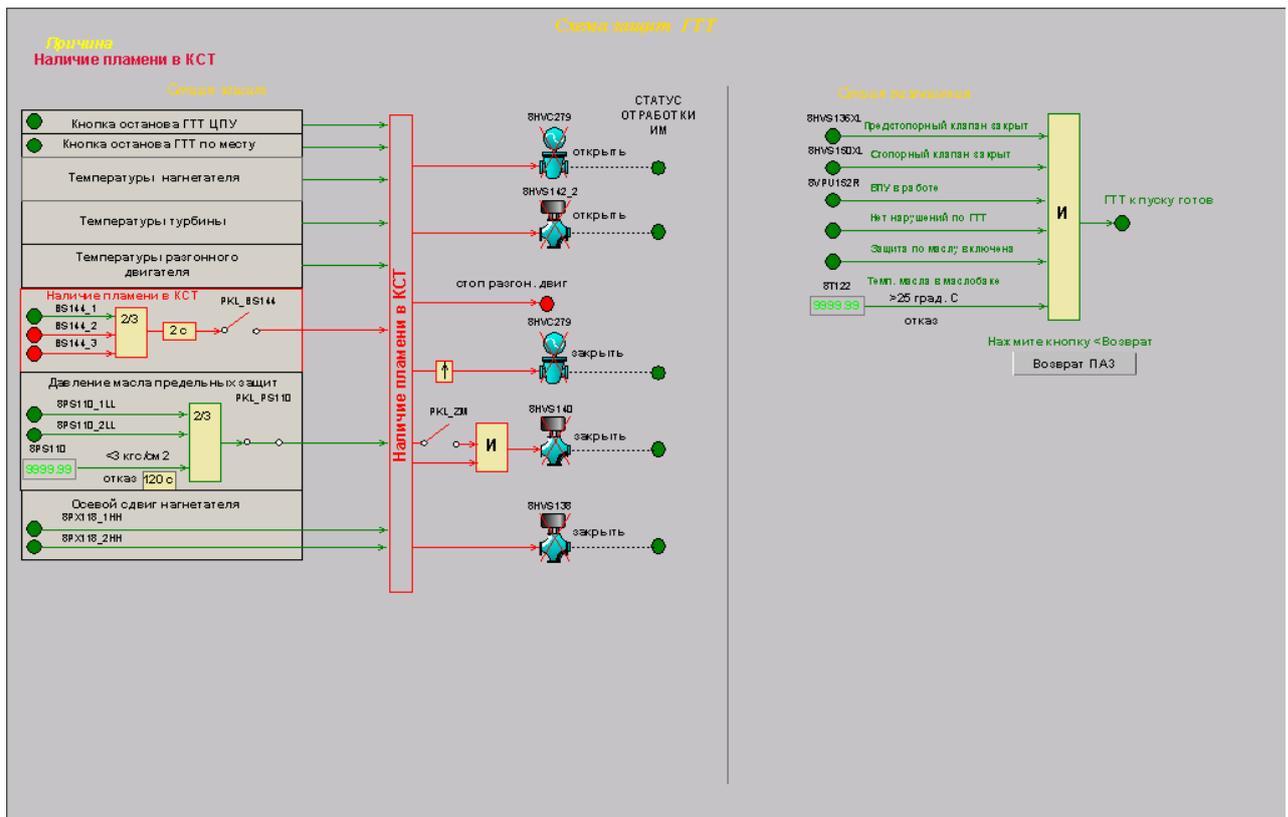
Данные окна вызываются нажатием левой клавиши «мыши» по соответствующей пиктограмме на мнемосхеме. Уровень доступа к опциям по постановке оборудования в ремонт должен быть не ниже начальника смены, оператор должен иметь доступ к опциям по включению/выключению блокировок.

Решения по оживлению мнемосхем ПАЗ

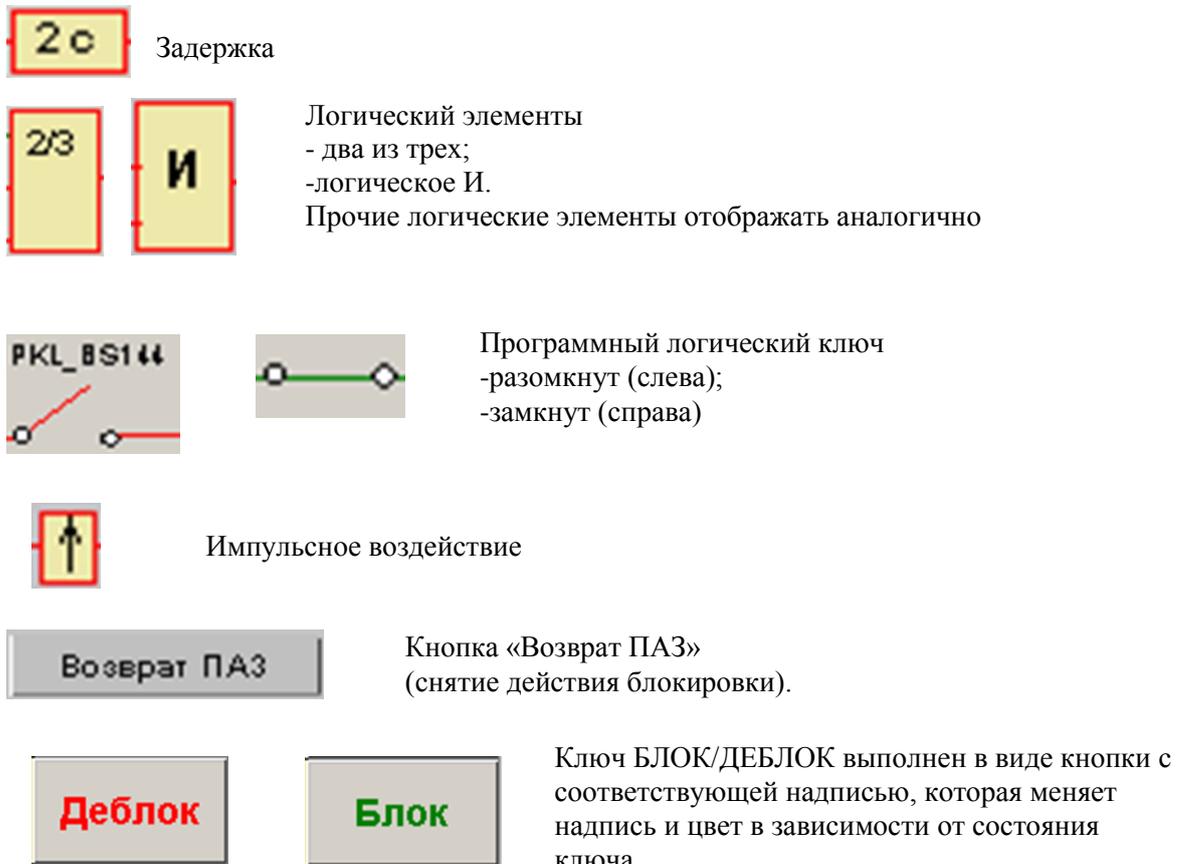
Терминология

- **Блокировка.** Программа с набором условий выявляющими опасность и приводящая набор исполнительного оборудования в безопасное состояние. В простых случаях набор условий сводится к одному (превышение уставки). Это касается и исполнительного оборудования (клапан). Один контур безопасности обеспечивается одной или несколькими блокировками.
- **Деблокировочный ключ (ключ отключения защиты).** Ручной программный ключ выключения блокировки с повышенным уровнем доступа.
- **Программный ключ (пусковой ключ).** Автоматический программный выключатель действия блокировки, действующий по особым условиям (например, на время пуска оборудования). При возврате параметров, вызвавших блокировку, в нормальное состояние ключ автоматически замыкается, контролируя сигнал блокировочного состояния.
- **Возврат ПАЗ.** Как правило, после срабатывания блокировки действие её продолжается и без вызвавших её условий. Если условия срабатывания блокировки возвращаются в нормальное состояние, действие блокировки можно снять при выполнении разрешающих условий. Это действие выполняется с помощью этой кнопки.

1. Использовать следующие изображения элементов схемы ПАЗ:



Пример field ПА3 (FLD). рис.2.17



Логические блоки используемые при построении логики блокировок. рис. 2.18

2. Мнемосхемы ПАЗ должны отображать секцию защит и секцию разрешения.

Секция защит содержит условия, логику срабатывания, отображает действительное положение исполнительных механизмов, на которые воздействует схема, статус их отработки. Секция разрешения содержит условия логических операций готовности к пуску технологического оборудования. В левом верхнем углу мнемосхемы отображается первопричина срабатывания схемы ПАЗ красным цветом (только при срабатывании схемы). Цветовые решения по отображению логических элементов выполнять в соответствии: красный-нарушение, зеленый-норма.

3. Применение «всплывающих» окон. Для большого количества однотипных блокировок, относящихся к одному технологическому объекту, допускается

объединять в отдельные экраны, всплывающего типа. Пример такого экрана

представлен ниже.

4. Режим проверки схем блокировок доступен только под уровнем доступа «Инженер». При вводе пароля появляется кнопка «Проверка», которая позволяет включать и выключать режим проверки схем блокировок. В режиме проверки можно вводить вручную числовые значения вместо показаний датчиков, имитировать срабатывание дискретных сигналов и тем самым отслеживать отработку логической схемы.

Кнопка включения / выключения режима проверки.

Температуры нагнетателя			
8TS127_3 9999.99	Подшипник шестерни нагнетателя	>85град. С отказ120 с	Блок
8TS127_7 9999.99	Подшипник шестерни нагнетателя	>85град. С отказ120 с	Блок
8TS128_1 9999.99	Опорный подшипник нагнетателя	>85град. С отказ120 с	Блок
8TS128_2 9999.99	Опорная часть ОУП нагнетателя	>85град. С отказ120 с	Блок
8TS128_3 9999.99	Рабочие колодки ОУП нагнетателя	>85град. С отказ120 с	Деблок
8TS128_8 9999.99	Опорный подшипник нагнетателя	>85град. С отказ120 с	Блок

Условия срабатывания, при соответствующем нарушении меняют цвет на красный

Деблокировочный ключ

Временная задержка

5. Использовать дискретный сигнализатор для отображения статуса отработки

исполнительного механизма: Красный - не отработал, зеленый – отработал.

6. Режим проверки схем блокировок доступен только под уровнем доступа «Инженер». При вводе пароля появляется кнопка «Проверка», которая позволяет включать и выключать режим проверки схем блокировок. В режиме проверки можно вводить вручную числовые значения вместо показаний датчиков, имитировать срабатывание дискретных сигналов и тем

самым отслеживать отработку логической схемы.

7. Использовать дискретный сигнализатор для отображения статуса отработки

исполнительного механизма: Красный - не отработал, зеленый – отработал.

Логические блоки выполняют логические функции Логические блоки вместе с блоками управления устройством и блоками функций регулирования образуют основу для интегрирования логических и блокировочных функций.

Следующие алгоритмы логических блоков могут быть использованы для реализации логических функций в системе:

- Пустой блок (NULL)
- Блок И (AND)
- Блок ИЛИ (OR)
- Блок НЕ (NOT)
- Блок НЕ-И (NAND)
- Блок НЕ-ИЛИ (NOR)

Сравнения

- Сравнение на равенство с зоной нечувствительности (EQ)

- Сравнение на неравенство с зоной нечувствительности (NE)
- Сравнение “больше чем” с зоной нечувствительности (GT)
- Сравнение “больше чем или равно” с зоной нечувствительности (GE)
- Сравнение “меньше чем” с зоной нечувствительности (LT)
- Сравнение “меньше чем или равно” с зоной нечувствительности (LE)
- Проверка “плохого” значения (CHECKBAD)

Операции с импульсами

- Импульс фиксированной длительности (PULSE)
- Импульс с ограничением максимальной длительности (MAXPULSE)
- Импульс с ограничением минимальной длительности (MINPULSE)

Задержки

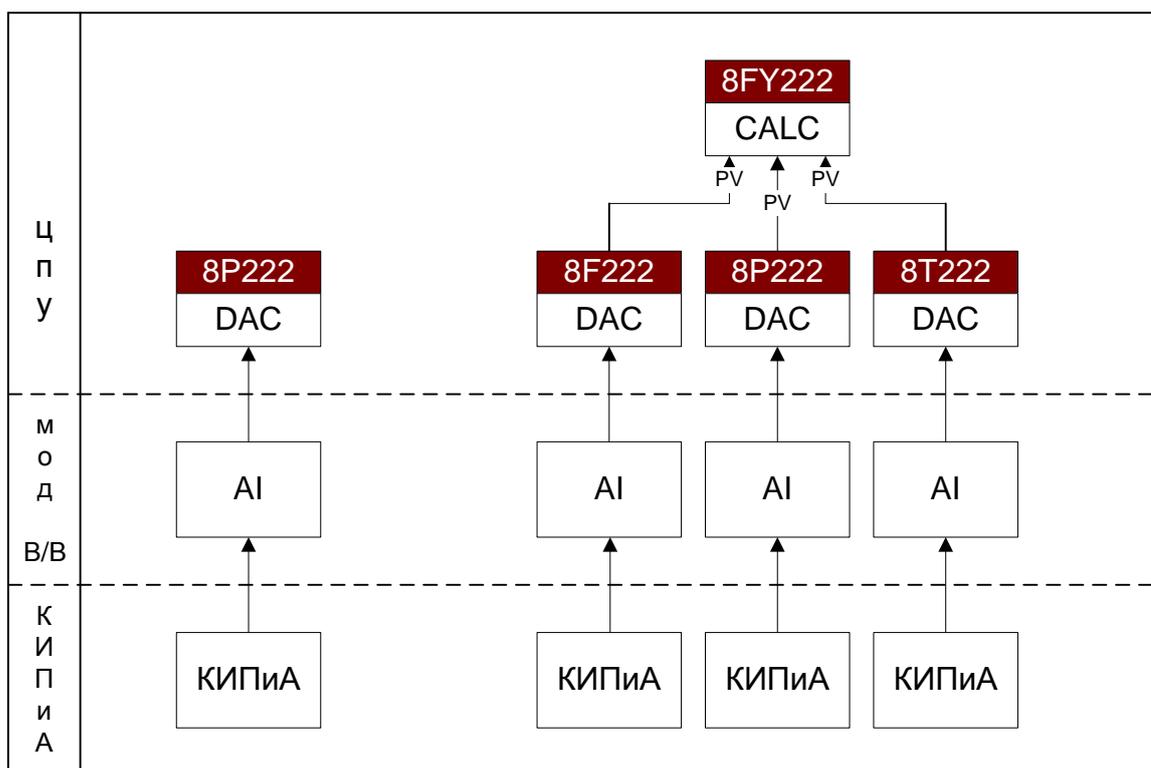
- Задержка (DELAY)
- Задержка перехода в состояние On (ONDLY)
- Задержка перехода в состояние Off (OFFDLY)

Другие

- Таймер сторожевой схемы (WATCHDOG)
- Триггер (FLIPFLOP)
- Обнаружение изменения (CHDETECT)

Типовые логические блоки, объединяются в логические контуры (схемы) на основе причинно-следственных связей.

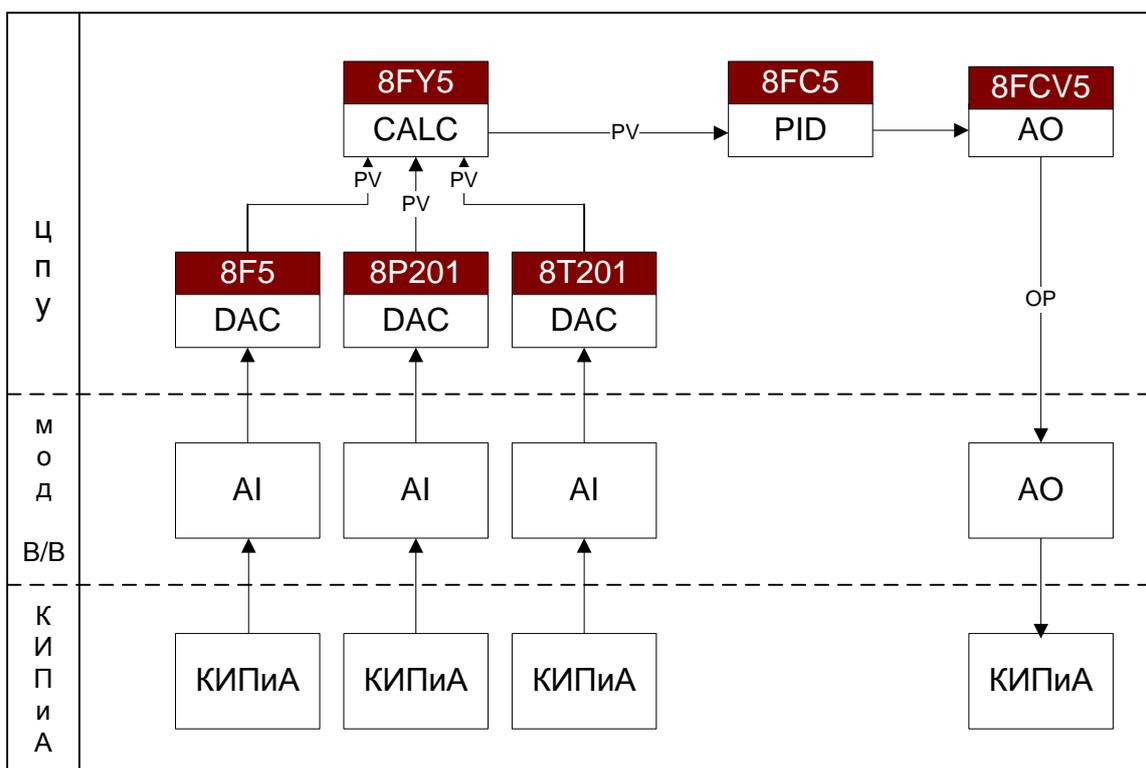
Структурные схемы обработки параметров ввода/вывода **Схемы обработки аналоговых параметров**



Обработка AI. Рис. 2.20

Обработка входных аналоговых сигналов технологических параметров осуществляется в точках обработки входа DAC (Data Acquisition), где производится приведение шкалы и выделение технологических сигнализаций.

Приведенный к нормальным условиям расход вычисляется алгоритмом компенсации расхода в точке обработки PV (CALC) 8FY222, которая получает три PV, представляющие некомпенсированный расход, абсолютное давление, и абсолютную температуру с точек обработки входа (DAC) 8F222, 8P222, и 8T222.



Контур управления. Рис. 2.21

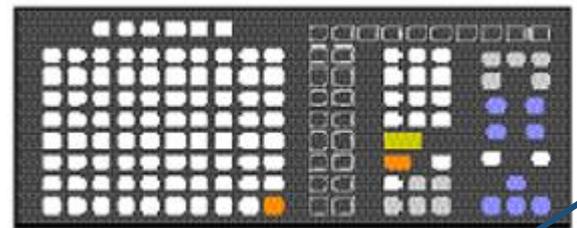
PID-регулятор 8FC5 получает значение с точки обработки PV (8FY5) соединенной с PV точки-регулятора 8FC5, сконфигурированной как PID алгоритм, в которой производится расчет значения положения регулирующего клапана и выдача на модуль аналогового вывода АО.

3.7.2 Устройство ввода и управления позицией

Интерфейс с оператором позволяет использование позиционирующего устройства типа "мышь" или трэбол и одновременно поддерживает ввод данных с операторной (ИКВ – интегрированная клавиатура) и инженерной клавиатуры. Кроме фиксированных меню обеспечена поддержка конфигурируемых функциональных клавиш для использования оператором. Команды, наиболее часто используемые оператором, доступны с инструментальной линейки. Оператор может запрашивать экраны общего пользования и активировать функции системы через ниспадающие меню.



Операторский интерфейс ввода. рис. 2.22



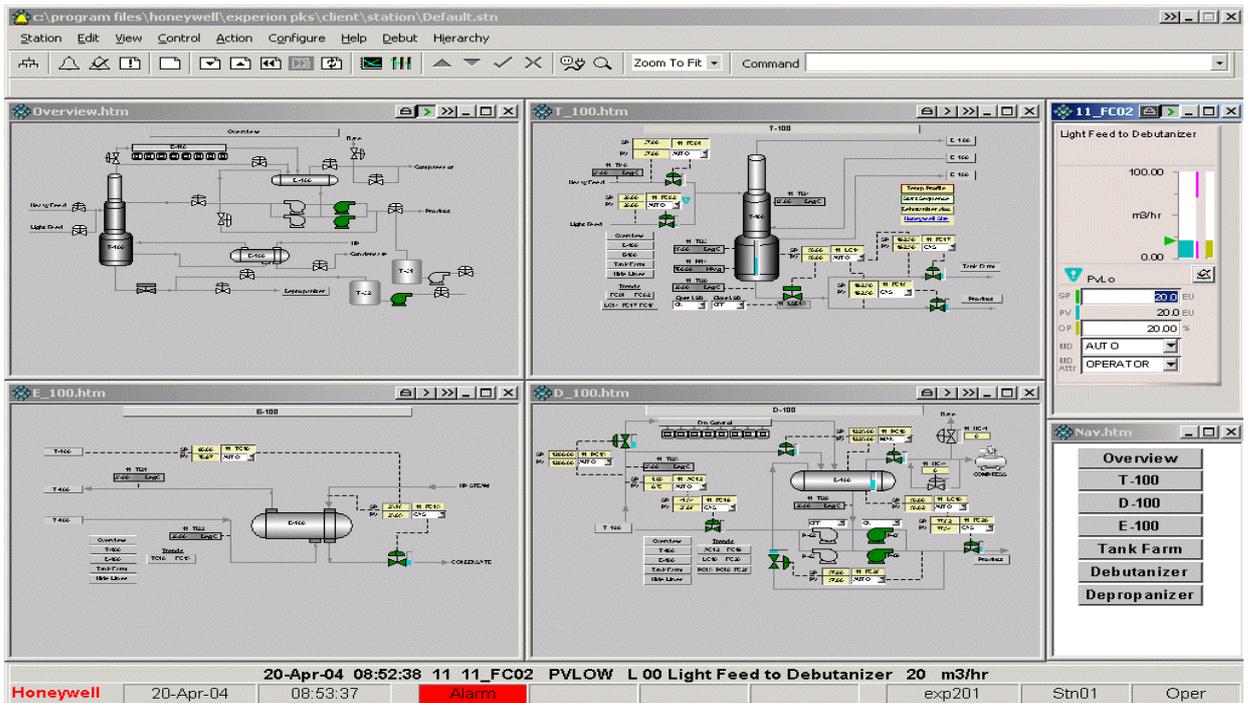
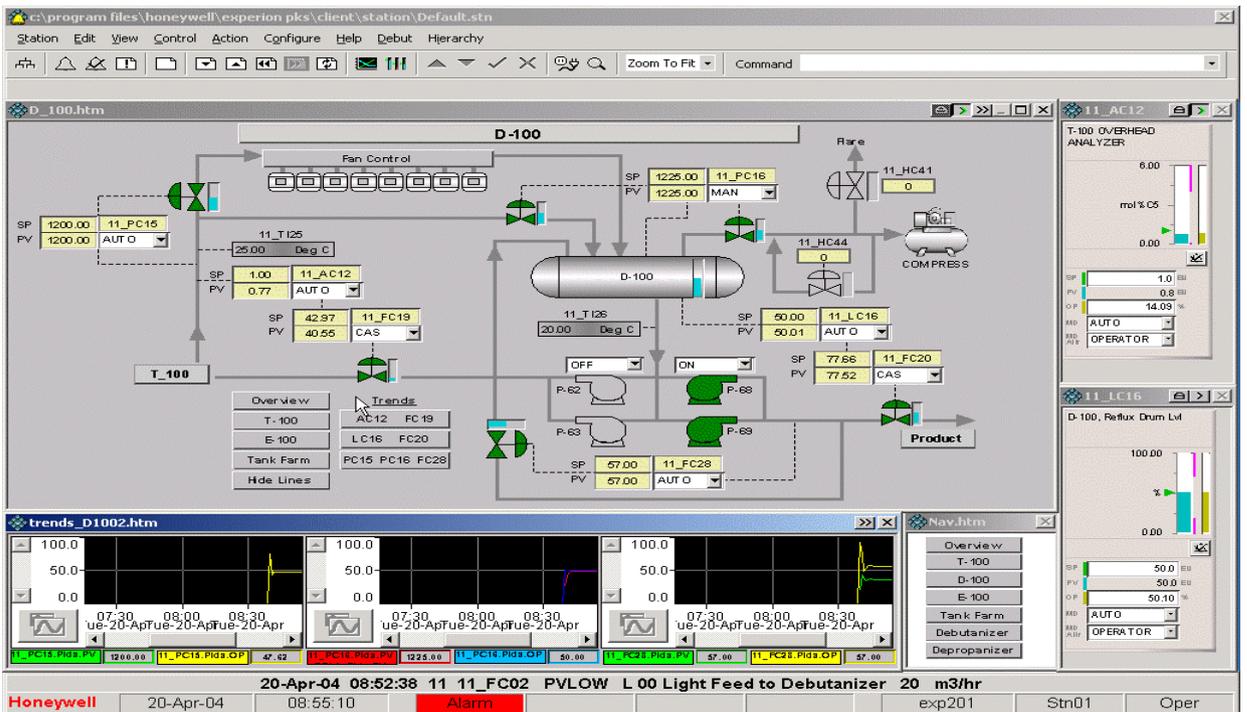
Один из вариантов операторского интерфейса ввода.

Операторский интерфейс ввода. рис. 2.23

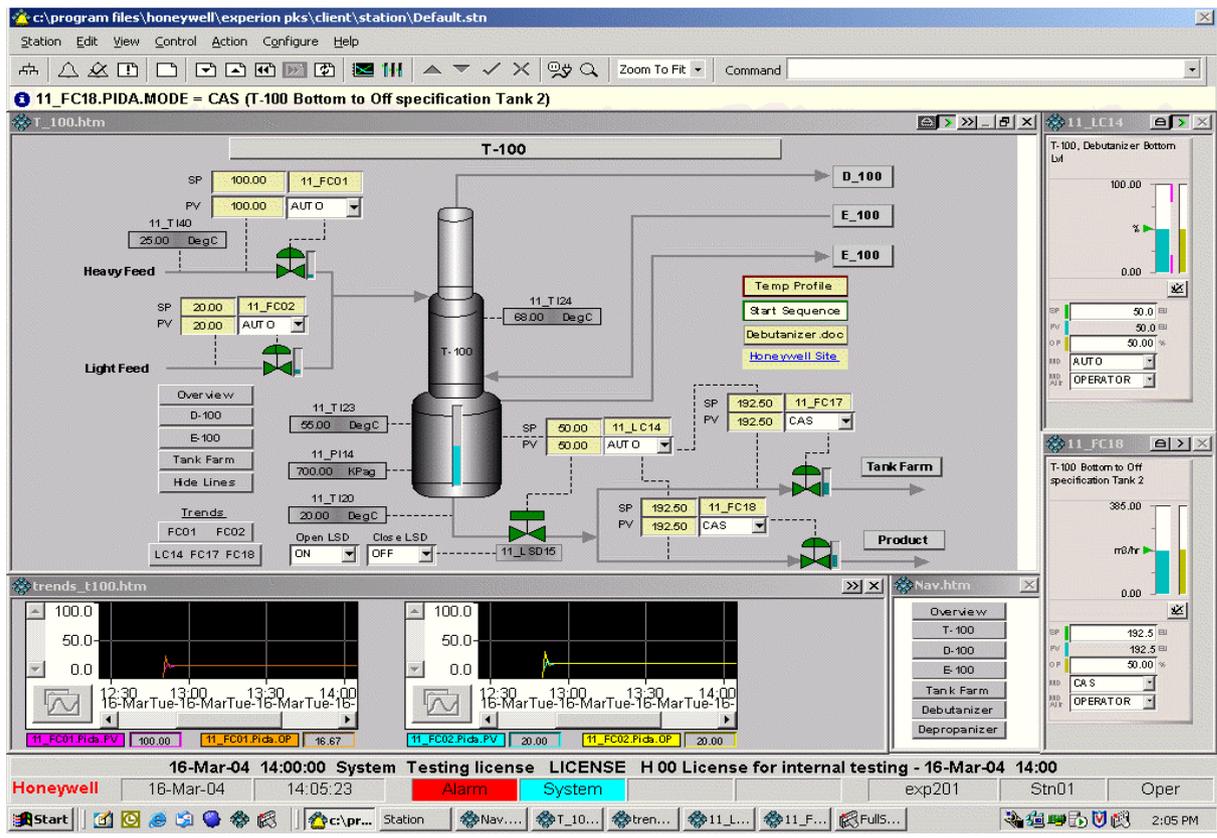
3.7.3 Операторские функции

Интерфейс с оператором обеспечивает выполнение следующих функций:

- Визуализация и управление оборудованием
- Подтверждение сигналов тревоги на основе приоритета
- Печать отчетов и рапортов
- Архивирование и поиск журналов событий
- Наблюдение за коммуникационными каналами



Варианты рабочей среды оператора. рис. 2.24



Варианты рабочей среды оператора. рис. 2.25

Далее схематическое разделение рабочего пространства оператора. При наладке заполняется в соответствии с требованием технологического руководителя и по мере эксплуатации может претерпеть некоторые изменения. Рабочая среда инженера проекта не отличается от дисплеев выше. При реконфигурации и/или создании новых точек и мнемосхем открываются дополнительные программы, соответственно дополнительные окна будут открыты. В этом случае данный мультиоконный режим преобразуется в однооконный, т.к. при мультиоконном режиме просмотр окон за данной рабочей средой невозможно. Это сделано для безопасности, т.к. при ведении технологического режима нет необходимости для технологического персонала просмотра других окон и сворачивать данный режим, возможность свернуть мультиоконный режим исключена. Инженер проекта с особым доступом изменяет режим просмотра и проводит необходимые операции, после чего необходимо вернуть безопасный режим просмотра. Данные режимы обычно разграничивают путем “Учетных записей пользователей”,

для технологического персонала с правами – “Гость”, для инженера проекта с правами – “Администратор”. Также в учетной записи “Гость” следует установить автозапуск, чтобы при входе текущего пользователя:

- открываем редактор реестра (regedit.exe), переходим в раздел [HKEY_CURRENT_USER\Software\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Run] и добавляем следующий ключ – "файл.EXE"="C:\путь к файлу\имя.exe"

- или

[autorun]

...

open=[путь\]файл [параметр1 [параметр2] ...]

...

открывался мультиоконный режим во избежание ненужных – рутинных операций по запуску и исключения изменений в стандартных настройках оператора процесса. [19,38]



Шаблон рабочего пространства оператора. рис. 2.26

3.7.4 Уровни доступа

Служебный процессор системы поддерживает множество конкурирующих сеансов. Каждый сеанс позволяет выбрать между следующими различными режимами:

- Режим операторской станции - *нормальный доступ оператора к системе*
- Технический и обслуживающий режим - *конфигурирование системы или прикладное программирование*
- Режим построения графики - *конструирование экрана, используя пакет построения графических изображений*

Система стандартно поддерживает 6 уровней доступа. На каждом уровне доступа разрешены следующие функции:

Уровень 1: Без предъявления пароля - Просмотр только начального экрана. (View Only)

Уровень 2: Просмотр (только через "подтверждение приема - разрешение") всех функций первого уровня и, в дополнение, возможность вызова экранов и подтверждение приема сигналов тревоги в случае их получения. (Process MNGR)

Уровень 3: Разрешение всех функций первого и второго уровней, плюс возможность управлять точками. Обычно используется оператором. (Process OPR)

Уровень 4: Разрешение всех функций 1 - 3 уровней и, в дополнение, возможность конфигурирования динамической части экранов третьего и ниже уровней защиты, изменение технических параметров точек, построение отчетов и использование большинства стандартных экранов конфигурирования системы. (SUPRV)

Уровень 5: Разрешение всех функций 1 - 4 уровней и, в дополнение, возможность конфигурирования динамической части экранов четвертого и ниже уровней защиты. (MNGR)

Уровень 6: Это высший уровень доступа, который разрешает пользователю неограниченный доступ ко всем функциям станции. Данный уровень обычно зарезервирован для администратора. (ENGR)

Назначение области

Каждому оператору могут быть назначены одна или несколько специальных областей (зон) предприятия с соответствующей диспетчерской и управляющей ответственностью. Область определяется как отдельный логический элемент, включающий в себя определенное множество точек системы.

Оператору можно определить индивидуальный доступ посредством назначения области. При этом оператор просматривает и управляет только точками, расположенными в назначенных ему областях. [19]

3.7.5 Стандартные экраны системы

В систему управления стандартно включены следующие экраны:

- Сводка сигналов тревоги
- Сводка событий
- Сводка отчетов
- Сводка экранов
- Шаблонные экраны детализировки точек (для каждой точки в базе данных)
- Шаблонные экраны набора трендов
- Шаблонные экраны группового управления и групп трендов
- Состояния коммуникаций
- Состояния системы
- Оперативный экран оператора
- Главное меню системы
- Конфигурация параметров системы
- Конфигурация операторской станции
- Определение оператора
- Назначение области

- Конфигурация выходных дней
- Назначение статистики
- Назначение кнопок

Для конфигурирования экранов трендов и групп требуется ввести только имена точек. Экраны сводок сигналов тревоги, сводок событий, детализовки точки, состояния коммуникаций и состояния системы создаются автоматически и не конфигурируются.

Экраны состояния системы показывают следующую информацию:

- Точки в состоянии тревоги, ждущие команды подтверждения (ACKNOWLEDGE)
- Точки, оставшиеся в состоянии тревоги после выдачи команды подтверждения
- Коммуникационные сбои
- Неподключенные принтеры
- Неподключенные станции

3.7.6 Потребительские экраны

Пользовательские экраны (мнемосхемы) создаются с помощью графического редактора построения изображений – HMI Display Builder.

Графический редактор построения изображений может работать в окне интерфейса с оператором как в узле со служебным процессором, так и в подсоединенных операторских станциях. Он позволяет одношаговое интерактивное построение статических и динамических визуальных объектов. Созданные с помощью редактора визуальные объекты не зависят от того, с какой операторской станции они просматриваются. Сразу же после сохранения мнемосхема автоматически становится доступной для использования в системе, если она была создана на одной из операторских станций. К статическим объектам относятся статический текст, прямоугольники, дуги и окружности. Эти объекты обычно не обладают динамическими свойствами. Однако, существует возможность мультипликации статических объектов, придавая им динамические

характеристики. Например, можно нарисовать пустой резервуар, а затем "оживить" его изображение таким образом, чтобы уровень заполнения резервуара зависел от значений в выбранной точке. Динамические объекты сопоставляются с базой данных системы. Они отображают информацию из базы данных и могут предоставлять оператору возможность выполнения желаемых изменений в базе данных и управляющих воздействий. К динамическим объектам относятся динамический текст, кнопки, диаграммы, блоки контроля, комбинированные блоки и линейки прокрутки. Редактор поддерживает технологию "перетащи и бросил" (drag-and-drop), а также стандартные возможности по изменению размера объектов, их копированию, группированию, выравниванию и наложению объектов друг на друга. Графический редактор построения изображений поддерживает возможность вставки в экраны реальных видео изображений. На пользовательском экране видео элемент может иметь любые размеры. Отдельное видео окно не предусмотрено. Из пользовательских экранов можно запускать другие прикладные программы (например, Microsoft Word или Excel) простым нажатием предварительно сконфигурированной кнопки. Графический редактор построения изображений поддерживает следующие функции:

- одношаговое построение изображения
- операции point & click
- буфер обмена Windows
- размещение объекта в мировых координатах
- линейка и сетка
- палитры инструментов, цветов и линий
- диалоговые окна для определения деталей объектов
- построение форм и страниц
- интерактивная подсказка
- импорт графики из других пакетов в виде метафайлов Windows и битовых массивов
- стандартная библиотека форм

- трехмерные эффекты
- поддержка реальных видео изображений
- система запуска прикладных программ

3.7.7 Работа с трендами

Тренд – печатный документ, содержащий графическое или числовое изображение информации максимально до восьми параметров, включенных в одну операционную группу. Имеется возможность распечатать тренд для архивированных данных. Система имеет гибкие средства создания трендов, позволяющие создавать тренды, содержащие оперативные, статистические или архивированные данные в различных форматах. Она ограничена 8-ю и 32-мя параметрами на одном тренде или групповом тренде. Задается интервал и временной промежуток просмотра тренда, чем больше временной промежуток, тем выше интервал. Система обеспечивает следующие функции работы с трендами:

- Создание трендов реального времени
- Создание статистических трендов
- Создание трендов с архивированными статистическими данными
- Прокрутка трендов
- Масштабирование трендов
- Единицы измерения или в процентах
- Считывание данных тренда курсором
- Сравнение трендов между архивированными данными, данными реального времени и статистическими данными. Можно сравнивать данные одной и той же точки, смещенные по времени.
- Упорядочивание трендов разрешая/запрещая назначение на каждое перо в трендах.
- Копирование текущих данных тренда в буфер для последующей их вставки в электронную таблицу или документ.

Для конфигурирования трендов достаточно только ввести в желаемый шаблон тренда имя соответствующей точки. Любое конфигурирование трендов выполняется в интерактивном режиме без прерывания работы системы, а изменения в конфигурации трендов не влияют на процесс сбора статистических данных. Система предлагает следующее представление данных на тренде:

- Тренд единичной кривой - показывает график статистических величин одной точки
- Тренд двух кривых - показывает график статистических величин двух точек
- Тренд трех кривых - показывает график статистических величин трех точек
- Тренд множества кривых - показывает график статистических величин до 8 точек
- Тренд множества диапазонов - показывает график статистических величин сменяемого диапазона до 8 точек
- Числовой тренд - показывает график числовых статистических величин до 8 точек
- Тренд двухкоординатной (X-Y) графики - показывает графическое сравнение между 2 точками

При показе каждого набора трендов оператору предоставляется возможность сконфигурировать количество статистических выборок и визуализируемых диапазонов, а также интерактивно изменять участвующие в тренде точки.

3.7.8 Отчеты

Система предлагает гибкие возможности генерации отчетов. В системе имеются предварительно сконфигурированные стандартные отчеты для общих требований, такие как отчет тревог/событий, и средства генерации пользовательских отчетов, которые могут конфигурироваться пользователем. Система должна порождать в заданном формате следующие отчеты:

- Отчет тревог/событий
- Итоговый отчет оператора
- Итоговый отчет о точках
- Отчет о продолжительности сигналов тревоги
- Отчет об атрибутах точки
- Отчет о перекрестных ссылках базы данных
- Отчет в свободном формате

Для конфигурирования этих отчетов достаточно ввести только планирующую информацию и некоторые другие параметры, такие как имя точки, информация о фильтре, интервал времени поиска и принтер назначения. Система обеспечивает создание отчета, содержащего сводку всех событий указанного типа, которые произошли в течение заданного периода. Система обеспечивает создание отчета со сводкой всех действий, связанных с указанным оператором в течение заданного периода. Система обеспечивает создание отчета, содержащего сводку всех событий указанного типа, которые произошли в течение определенного периода времени в указанных точках. Для каждой указанной точки данный отчет обеспечивает вывод следующей информации:

- Список номеров экранов, которые ссылаются на указанную точку
- Список номеров алгоритмов и соответствующие алгоритмические блоки, которые ссылаются на указанную точку
- Список всех других отчетов, в которых выполняются ссылки на указанную точку.

Система обеспечивает создание данного отчета для всех точек, выбранных в соответствие с одним из следующих критериев:

- Точка вне обслуживания
- Запрещена выдача сигнала тревоги
- Точка в ручном режиме

В системе есть возможность создания настраиваемых в свободном формате отчетов (free format log - .ffr). Их можно конфигурировать в любой момент работы системы в интерактивном режиме. Эти отчеты имеют доступ к любым величинам базы данных и обладают возможностью выполнения вычислений, позволяющих определять средние значения, подводить итоги, определять эффективность или любые другие производные величины. Отчет содержит до 132 столбцов в ширину и имеет неограниченную длину. Генератор этих отчетов обладает следующими возможностями:

- Доступ к базам данных реального времени и статистических данных
- Доступ к данным, введенным пользователем
- Выполнение арифметических вычислений
- Выполнение статистических вычислений
- Порождение отчетов в формате, определяемом пользователем

Отчеты активируются любым из следующих способов:

- Периодически, через заданные пользователем периоды времени
- По требованию оператора
- По инициативе события
- По инициативе прикладной программы

3.8 Защита

Система управления обеспечивает шесть уровней защиты, которые позволяют различные степени доступа к функциям системы. При необходимости, каждому оператору могут быть назначены специальные параметры пользователя, которые определяют:

- Уровень защиты (1-6)
- Уровень управления (1-255)
- Идентификатор оператора
- Уникальный пароль

Любые действия, инициированные оператором, регистрируются в событийной базе данных с указанием идентификатора оператора. Кроме

того, применение любых управляющих действий к заданной точке разрешено только в том случае, когда уровень управления данного пользователя превышает уровень назначенный для точки. [19,25]

3.9 Резервирование

Система может работать в полностью резервированной конфигурации. Для достижения этого свойства, существуют следующие функциональные возможности. Сервер может работать в резервированной конфигурации на двух одинаково сконфигурированных компьютерах, причем, в любой момент времени один из компьютеров действует как главный, а другой - как резервный. Для интерактивной базы данных обеспечена поддержка механизма дублирования на основе транзакций. Такой механизм имеет следующие преимущества по сравнению с простым сканированием входов/выходов и их независимой обработкой:

- Дублирующая резервная база данных в любой момент времени совместима с основной базой данных.
- Устраняется ненужная загрузка полевых устройств из-за дублирования опроса.

Один из резервированных серверов можно устанавливать на техническое обслуживание без прерывания работы всей системы и затем, при его повторном подключении, повторная синхронизация баз данных осуществляется нажатием кнопки на экране. Переключения между серверами можно инициализировать вручную. Отказ любого из серверов оповещается с помощью звуковой и визуальной сигнализации через подсистему объявления тревоги. Для корректного продолжения работы при наличии исправимых отказов система автоматически делает активным резервный компьютер. Система поддерживает полностью дублированные коммуникационные линии. Сервер и операторские станции могут подсоединяться к двум полностью независимым сетям Ethernet, работающим параллельно. При использовании конфигурации системы с резервированными серверами и коммуникациями операторские станции автоматически выполняют переход с

основного сервера на резервный в случае его отказа и автоматическое переключение между двумя сетями Ethernet в случае отказа одной из сетей.
[25]

3.10 Требования к безопасности и условиям работы персонала

Требования безопасности являются приоритетными по отношению к другим требованиям. Программно-технический комплекс должен быть построен таким образом, чтобы ошибочные действия оперативного персонала или отказы технических средств не приводили к ситуациям, опасным для жизни и здоровья людей. Требования к безопасности ПТК должны соответствовать требованиям ГОСТа, а также ПТБ. Технические средства ПТК по требованиям защиты человека от поражения электрическим током относятся к классу 1 и должны выполняться в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75. Оборудование ПТК, требующее осмотра или обслуживания при работе производства, должно устанавливаться в местах, безопасных для пребывания персонала. Конструкция и размещение стоек (шкафов) ПТК должны удовлетворять требованиям электро- и пожаробезопасности в соответствии с ПТЭ. Стойки (шкафы) должны быть оснащены механическими блокираторами дверей (крышек), исключающими их самопроизвольное или несанкционированное открытие. Все внешние элементы технических средств ПТК, находящиеся под напряжением, должны быть защищены от случайного прикосновения к ним обслуживающего персонала, а также иметь предупредительные надписи и гравировки на узбекском или русском языках.

Технические средства ПТК должны быть заземлены. Заземление территориально рассредоточенных технических средств ПТК должно выполняться по месту их установки. Должна быть исключена необходимость организации автономного защитного контура заземления для устройств ПТК. На видном месте устройств ПТК должны быть предусмотрены четко различимые устройства (болты) для подключения защитного заземления по ГОСТ 12.1.030-81 к общему контуру заземления. Электрическое

сопротивление между болтом и любой металлической частью устройства (шкафа), подлежащей заземлению, не должно превышать 0,1 Ом. Сопротивление изоляции цепей в пределах одного устройства должно быть не менее 100 МОм. Допускается организация автономного логического (информационного) контура заземления по техническим условиям поставщиков ПТК. Контроль состояния заземляющих устройств должен выполняться в соответствии с общезаводскими и цеховыми графиками технического осмотра.

Инструкции по эксплуатации технических средств ПТК должны включать специальные разделы требований по безопасности установки, заземления и технического обслуживания.

Условия работы оперативного и обслуживающего персонала при эксплуатации ПТК должны соответствовать требованиям санитарных норм и требованиям безопасности персонала. Входящие в состав ПТК операторские станции, персональные компьютеры, на базе которых создаются АРМ, должны иметь гигиенический сертификат, а также сертификаты, гарантирующие соблюдение стандартов по электрической, механической и пожарной безопасности, уровню создаваемых радиопомех, уровню электростатических полей, работоспособности в условиях электромагнитных помех и уровню создаваемого шума и вибрации.

Предпочтительными являются мониторы, отвечающие нормам MPR II 1990: (Шведский национальный комитет по защите от излучений) и стандарту TCO 95 (Шведская конференция профсоюзов), мониторы с маркировкой Low Radiation (слабое излучение), мониторы с жидкокристаллическим экраном и мониторы с установленной защитой по методу замкнутого металлического экрана. [25,30]

3.11 Требования по стандартизации и унификации¹¹

В составе ПТК должны использоваться технические средства, производимые в соответствии с общепринятыми международными и

¹¹ Перечень стандартов приведен в приложении 1.

отечественными стандартами, что обеспечивает конструктивную, информационную и программную совместимость изделий различных разработчиков и создает предпосылки к достижению конкурентоспособности на мировом рынке.

В ПТК, как правило, должны использоваться современные ОС. Допускается применение двух различных ОС на верхнем и нижнем уровнях ПТК. Должна предусматриваться возможность настройки ОС в соответствии с конфигурацией ПТК и его программного обеспечения.

Средства коммуникации с внешними системами (типа "шлюз") должны обеспечивать поддержку стандартных сетевых протоколов и общепринятых сетевых протоколов.

В "шлюзах" должна обеспечиваться поддержка стандартов открытого доступа к данным, имеющимся в конкретном "шлюзе" в момент поступления запроса, с помощью механизмов межзадачного обмена (например, OPC, DDE/NetDDE, ODBC/SQL, OLE/OCX и др.).

Программирование прикладных программ нижнего уровня, работающих в реальном времени, должно производиться с использованием современных графических языков программирования или стандартных языков программирования (например, в соответствии с IEC1131-3), позволяющих описывать автоматизируемый процесс в наиболее легкой и понятной форме.

Для кодирования информации в ПТК должна обеспечиваться возможность использования единой системы кодирования (например, типа KKS). 7.7 Формы представления информации на ЦЩУ, БЩУ и других пунктах управления на средствах ПТК должны быть приближены к проектным изображениям технологических схем и их элементов.

Базовые конструкции (стойки, каркасы, навесные шкафы и т.п.) должны выполняться в соответствии с общепринятыми стандартами (например, "Евромеханика"). В конструкциях ПТК должна быть сведена к минимуму номенклатура используемых субблоков (крейтов). Конструктивы шкафов, рам, функциональных модулей должны быть унифицированы во всех

устройствах ПТК. Должно использоваться минимальное количество номинальных значений питающих напряжений.

В УСО вне зависимости от типа используемых входных и выходных сигналов должны использоваться стандартные (унифицированные) интерфейсы.

При документировании результатов однотипных работ (например, при описании прикладных алгоритмов и программ различных технологических контуров управления) в ПТК должна применяться единая форма документации в соответствии с ГОСТ 34.201-89. [23,24,30]

3.12 Требования к быстродействию

Требования к быстродействию ПТК для АСУ ТП теплоэнергетического и электротехнического оборудования приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5

Наименование параметра	Значение для ПТК АСУ ТП	
	Теплоэнергетического оборудования	Электротехнического оборудования
1	2	3
1. Периодичность опроса сигналов, обеспечивающая требования по точности фиксации событий и значений аналоговых сигналов по отношению к системному времени ПТК (в зависимости от динамических свойств параметра): - дискретных пассивных - дискретных инициативных - аналоговых - аналоговых для температурных параметров	0,5 с 10 мс 0,1-2 с 0,1-30 с	0,5 с 0,5-1,0 мс 0,5-1,0 мс 0,1-30 с
2. Задержка от подачи оператором команды вызова информации до начала вывода/до окончания вывода соответственно: - на экран монитора - на экран коллективного пользования	1/(2-2,5) с 2/(3-4) с	1,0-2,0 с 2,0-3,0 с
3. Периодичность обновления информации: - на экране монитора - на экране коллективного пользования	1,0-2,5 с 2,0-3,0 с	1,0-2,0 с 2,0-3,0 с

Наименование параметра	Значение для ПТК АСУ ТП	
	Теплоэнергетического оборудования	Электро-технического оборудования
1	2	3
4. Задержка в отображении спонтанно появляющихся сигналов предупредительной и аварийной сигнализации на экранах мониторов операторских станций и экране монитора событийной станции	0,5-1,0с	0,5-1,0 с
5. Задержка представления аварийных сигналов на световых табло в случае управления табло от ПТК	0,5-1,0 с	0,5-1,0 с
6. Периодичность обновления информации на обобщенной мнемосхеме в случае управления мнемосхемой от ПТК: - для аналоговой информации - для дискретной информации	1,0-2,0 с 0,5-1,0 с	1,0-2,0 с 0,5-1,0 с
7. Время выдачи управляющего воздействия по каналам ТЗ после обнаружения аварийной ситуации (для ТЗ, не имеющих выдержки времени) в пределах	0,1-0,2 с	-
8. Время прохождения команды от момента нажатия оператором-технологом кнопки виртуального блока управления до появления сигнала на выходных цепях ПТК, не более	1,0 с	1,0 с
9. Задержка от момента выдачи оператором команды дистанционного управления до отображения на мониторе результатов выполнения команды без учета времени отработки команды объектом управления в пределах	1,5-2,0 с	1,5-2,0 с
10. Цикл расчета и выдачи команд для контуров регулирования и в большинстве штатных блокировок (в зависимости от динамических свойств объекта) должен находиться в пределах	0,02-3,0 с	0,02-0,25 с
11. Импульсы, подаваемые на исполнительный механизм (настраиваемый параметр): - минимальная длительность - шаг изменения, не более	0,125 с 0,1 с	0,125 с 0,1 с
12. Задержка от момента приема команды от АСУ ТП вышестоящего уровня до начала ее отработки, не более	0,25 с	0,25 с
13. Задержка от момента приема команды управления от систем противоаварийного управления до начала ее отработки, не более	25 мс	25 мс
14. Периодичность опроса сигналов, обеспечивающая требования по точности фиксации событий и значений аналоговых сигналов по отношению к системному времени ПТК (в зависимости от динамических свойств параметра): - дискретных пассивных - дискретных инициативных - аналоговых - аналоговых для температурных параметров	0,5 с 10 мс 0,1-2 с 0,1-30 с	0,5 с 0,5-1,0 мс 0,5-1,0 мс 0,1-30 с
15. Задержка от подачи оператором команды вызова информации до начала вывода/до окончания вывода соответственно: - на экран монитора - на экран коллективного пользования	1/(2-2,5) с 2/(3-4) с	1,0-2,0 с 2,0-3,0 с
16. Периодичность обновления информации: - на экране монитора - на экране коллективного пользования	1,0-2,5 с 2,0-3,0 с	1,0-2,0 с 2,0-3,0 с

Наименование параметра	Значение для ПТК АСУ ТП	
	Теплоэнергетического оборудования	Электро-технического оборудования
1	2	3
17. Задержка в отображении спонтанно появляющихся сигналов предупредительной и аварийной сигнализации на экранах мониторов операторских станций и экране монитора событийной станции	0,5-1,0с	0,5-1,0 с
18. Задержка представления аварийных сигналов на световых табло в случае управления табло от ПТК	0,5-1,0 с	0,5-1,0 с
19. Периодичность обновления информации на обобщенной мнемосхеме в случае управления мнемосхемой от ПТК: - для аналоговой информации - для дискретной информации	1,0-2,0 с 0,5-1,0 с	1,0-2,0 с 0,5-1,0 с
20. Время выдачи управляющего воздействия по каналам ТЗ после обнаружения аварийной ситуации (для ТЗ, не имеющих выдержки времени) в пределах	0,1-0,2 с	-
21. Время прохождения команды от момента нажатия оператором-технологом кнопки виртуального блока управления до появления сигнала на выходных цепях ПТК, не более	1,0 с	1,0 с
22. Задержка от момента выдачи оператором команды дистанционного управления до отображения на мониторе результатов выполнения команды без учета времени отработки команды объектом управления в пределах	1,5-2,0 с	1,5-2,0 с
23. Цикл расчета и выдачи команд для контуров регулирования и в большинстве штатных блокировок (в зависимости от динамических свойств объекта) должен находиться в пределах	0,02-3,0 с	0,02-0,25 с
24. Импульсы, подаваемые на исполнительный механизм (настраиваемый параметр): - минимальная длительность - шаг изменения, не более	0,125 с 0,1 с	0,125 с 0,1 с
25. Задержка от момента приема команды от АСУ ТП вышестоящего уровня до начала ее отработки, не более	0,25 с	0,25 с
26. Задержка от момента приема команды управления от систем противоаварийного управления до начала ее отработки, не более	25 мс	25 мс

3.13 Характеристика уровня автоматизация и средств, используемых в автоматизации

Судить об уровне автоматизации сложно, т.к. единого показателя, по которому можно судить об уровне автоматизации в настоящее время не существует. Поэтому уровень автоматизации оценивается: по уровню автоматизации функций управления, сложности реализованных функций, техническому уровню средств автоматизации и использованию всего

потенциала системы АСУ ТП. Производства химической отрасли так или иначе зависимы от следующих видов сырья:

- электроэнергия
 - природный газ, который используется для получения пара – основного энергоносителя
 - вода – техническая и питьевая
 - атмосферный воздух, для выделения из него азота, а также в процессах окисления
 - минералы, содержащие фосфор, калий, натрий, серу, бор, бариты, бром, йод,
- а также такие природные материалы, как поваренная соль, известняк, сульфат натрия, магниевые соли и др.

Таблица 2.6. Перечень автоматизированных функций управления технологическими параметрами.

Наименование технологического параметра	Функции автоматизированного управления					
	Показания	Регистрация	Сигнализация		Блокировка	Регулирование
			Световая	Звуковая		
Температура	+	+	+	+	+	-
Расход	+	+	+	+	+	+
Давление	+	+	+	+	+	+
Разряжение в печи	+	+	+	+	+	+
Перепад давления (сопротивление узла)	+	+	+	+	+	-
Плотность	+	+	+	+	-	-
Уровень	+	+	+	+	+	+
Обороты	+	+	+	+	Регулятор частоты	+

					вращения не предназначен и не должен использоваться как единственное или основное средство защиты от превышения частоты вращения	
Смещение вала	+	+	+	+	+	-
Кислотность	+	+	+	+	+	+
Газовый анализ	+	+	+	+	+	+
Сила тока (нагрузка)	+	+	+	+	-	-
Индикация состояния вентиляторов	+	+	+	+	Защита от превышения нагрузки – тепловыми реле, автоматами безопасности и др.	-
Индикация состояния насосов	+	+	+	+	Двойная: 1) срабатывает от АСУ ТП – АВР или останов; 2) защита от превышения нагрузки – тепловыми реле, автоматами безопаснос	-

					ти и др.	
Индикация состояний клапанов	+	+	В случае несоответствия команды, выданной системой и приходящим сигналом		Только у блокировочных позиций, возможна срабатывания остановки узла, оборудования цеха или производства	-
Индикация состояний задвижек	+	+	В случае несоответствия команды, выданной системой и приходящим сигналом		-	-
Состояние блока, узла	Исходя из ряда параметров, собранных в единую логику	Текущее состояние – по факту	+	+	-	-
Жесткость	+	+	+	+	-	-

Данные приведенные в таблице являются обобщенными и могут иметь некоторые различия на конкретном производстве в зависимости от технологической схемы и критичности параметра.

Таблица 2.7 Способы реализации автоматизированных функций управления

Наименование функций	Способ реализации функции
Информационные функции АСУ ТП	
1. Измерение технологических параметров	Непрерывные косвенные измерения ТП аналоговыми СИ

1.1 Косвенные измерения технологических параметров (ТП)	Наличие ВУКов, установленных термометров по месту, ротаметры.
1.2 Косвенные измерения показателей состояния технологического оборудования (ТО)	Непрерывные косвенные измерения показателей состояния ТО аналоговыми СИ
1.3 Контроль технологических параметров	Распределительная система управления технологическими процессами
1.4 Контроль параметров качества	Контроль на автоматизированном оборудовании (САГА) с обработкой результатов анализа, а также контрольный “ручной” анализ основных параметров.
1.5 Сигнализация отклонений технологических параметров (ТП)	Индивидуальная сигнализация отклонений ТП с возможным останом узла, цеха или производства
1.6 Регистрация технологических параметров (ТП)	1. На диаграммах вторичных приборов (используется в лабораториях) 2. Средствами централизованного контроля и управления АСУ ТП (неограниченное сохранение показаний параметров с настраиваемым интервалом)
1.7 Сигнализация отклонений показателей состояния технологического оборудования	Индивидуальная сигнализация отклонений показателей состояния ТО включение АВР, а также возможным останом узла, цеха или производства
1.8 Регистрация событий	Регистрация показателей состояния ТО, ведение системного журнала событий по времени (неограниченное по объему хранение данных, ограничение ставиться на данные, к которым имеется оперативный доступ – до 2-3х лет, рекомендовано)
1.9 Прогнозирование хода технологического процесса и состояния оборудования	Аналитически
1.10 Анализ работы оператора	Неавтоматический анализ работы оператора
1.11 Расчет ТЭП и эксплуатационных показателей функционирования	ТЭП и ЭП, рассчитываются по показаниям приборов в автоматическом режиме – распечатываются хозрасчетные параметры, идет подсчета пробега оборудования, работы узла, агрегата, производства.

1.12 Обмен информацией со смежными и выше стоящими уровнями управления	С помощью телефонной связи, передачи трендов, статистических данных.
Управляющие функции АСУ ТП	
2.Оперативное управление	Индивидуальное
2.1 Стабилизация параметров технологического процесса	Стабилизация параметров процесса с применением АСУ ТП – регуляторов, управляющих сигналов.
2.2 Логико-программное управление	Согласно заданным параметрам на регуляторе в автоматическом режиме (каскадное управление), ручной режим непосредственный контроль со стороны оператора. Имеется возможность установить автоматический переход в режим управления “АВТО” по времени или по достижению определенного условия.
2.3 Оптимизация технологического процесса	Согласно регламенту части – “Нормы технологического процесса”, должны быть приведены в соответствие оператором технологического процесса. Имеются подсказки на дисплеях, а также сигнализация выхода параметра за установленные регламентом нормы.
2.4 Пуск и останов	С применением дистанционного управления и централизованного контроля. Собирается схема готовности к операции – “ПУСК”; “ОСТАНОВ” – осуществляется в двух режимах: 1) “АО” – полностью автоматизирован система ПАЗ; 2) “ПО” – полуавтоматический режим, где оператор процесса сознательно ведет параметры в зону срабатывания блокировок постепенно снимая нагрузку и/или останавливая узел за узлом, согласно регламенту.

Все выше перечисленные автоматизированные функции, в том числе функции сигнализации, защиты и блокировки реализованы технически одинаково, т.е. используются стандартные унифицированные входные сигналы от полевого оборудования с выдачей такого же сигналы, согласно заложенной логике обработки информации система АСУ ТП. [23,26] Возможность хранения исторических данных в (см. табл. 2.7 пункт 1.6 и 1.8), теоритически, неограниченных объемах вносит неоценимый вклад в анализ и планирование дальнейших действий. Все это представлено в наиболее

понятном человеку интерфейсе при этом не в ущерб полноте(достаточности) информации

Измерение, контроль, регистрация технологических параметров осуществляется преимущественно контрольно-измерительными приборами использующие на выходе стандартный сигнал 4-20мА – HART-протокол (возможны варианты – 5В для дискретных и для оборотов частотные в Гц – Hz.). HART-протокол (англ. Highway Addressable Remote Transducer Protocol) — цифровой промышленный протокол передачи данных, попытка внедрить информационные технологии на уровень полевых устройств. Модулированный цифровой сигнал, позволяющий получить информацию о состоянии датчика или осуществить его настройку, накладывается на токовую несущую аналоговой токовой петли уровня 4—20 мА. Таким образом, питание датчика, снятие его первичных показаний и вторичной информации осуществляется по двум проводам. HART-протокол — это практически стандарт для современных промышленных датчиков. Приём сигнала о параметре и настройка датчика осуществляется с помощью HART-модема или HART-коммуникатора. К одной паре проводов может быть подключено несколько датчиков. По этим же проводам может передаваться сигнал 4—20 мА.

Средства измерений составляют контрольно-измерительный модуль, связанный с общей системой управления и транспортом с общей циклограммой работы. К средствам измерения, которое осуществляет измерение и контроль размеров вне зоны обработки деталей, относят: измерительные преобразователи, приборы и приспособление, контрольно-сортировочные автоматы, измерительно-информационной и измерительно-комплектной системы. Исходные сигналы средств измерений могут быть аналоговыми и дискретными. Аналоговые сигналы могут принимать в определенных границах любое значение, дискретные - имеют некоторое конечное значение, обусловленное квантованием за уровнем. В зависимости от формы входного сигнала приборы разделяют на аналоговые и цифровые.

В аналоговых приборах показания есть непрерывной функцией, и отсчитывается по шкале с помощью указателей. В цифровом приборе исходный сигнал имеет дискретное значение, которое состоит из целого числа элементарных квантов и закодированных в определенном алфавите, а его показание представленные в цифровой форме. В зависимости от числа контролируемых параметров приборы могут быть одномерными – датчики давления, уровня, обороты, др. и многомерными – датчики дифференциального давления, температурные датчики – MUX и TEMP, STIM (smart sensor) – датчики (протокол DE). Интеллектуальный датчик (или интеллектуальное исполнительное устройство) – STIM содержит один или более датчиков и/или исполнительных устройств с устройствами нормирования сигналов, АЦП или ЦАП для согласования датчиков/исполнительных устройств с резидентным микроконтроллером. Микроконтроллер имеет доступ к не разрушаемой памяти, которая содержит в себе поле TEDS – описания датчика/исполнительного устройства. Число контролируемых параметров, а также количество точек, подлежащих измерения, определяется характером работы детали в соединении. Поиск оптимального числа точек, которые измеряются, связанный с отклонением от геометрической формы рабочей поверхности детали и функциональных условий ее работы. В гибком автоматическом производстве предпочтение отдают многомерным приборам, которые программируются и быстро перенастраиваются. В этом случае разрабатываются гаммы приборов, которые осуществляют измерение группы однотипных технологических параметров. [26,32]

3.14 Вывод по разделу

В связи с осложнением технологических процессов и параллельной необходимостью сокращения непроизводственных затрат времени функционирования и возможности повышения оперативности влияния на ход производства в направлении повышения его эффективности, выросла необходимость автоматизации многих процессов производства.

Спроектированная автоматизированная система измерения и управления наглядно свидетельствует данной необходимости – повышения точности измерения и правильности расчета параметров объекта.

Автоматизация технологических процессов – это самая актуальная тема, так как на многих предприятиях измерение и управление параметрами объекта до сих пор происходит по старым методикам и способами обработки технологических параметров. Старые методы снижают эффективность измерения, его точность и значительно больше тратят время на процесс измерения.

При выполнении проекта были выполнены следующие задачи:

- проанализированы общие требования к АСУ ТП ее архитектуре и управлению данными;
- разделены приоритеты – уровни доступа;
- разработаны решения по оживлению мнемосхем проектируемой системы;
- разработаны решения по схемам блокировок системы ПАЗ;
- охарактеризованы устройства ввода/вывода;
- дана характеристика уровню автоматизации и методов измерений.

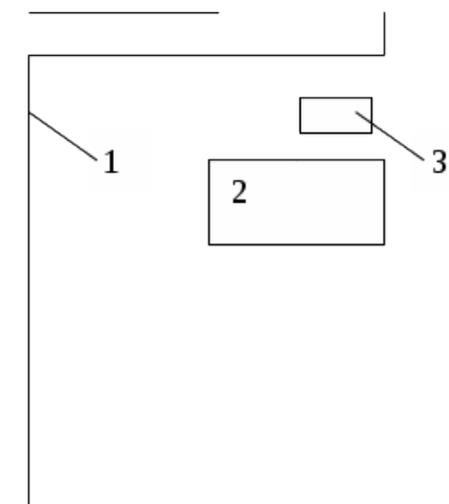
Вообще, задача обеспечения надежности и использование автоматизированных комплексов должна решаться на стадии проектирования и изготовление автоматизированного комплекса. Именно на стадии проектирования были заложены все усилия на решение указанной задачи с помощью выбора параметров надежности характеристик использования

оснащения, определение структуры и организации работы системы, оптимизации степени автоматизации процессов обслуживания и прочее.

Усовершенствование управления технологическими процессами направленно на повышение эффективности использования мощностей цехов и производств, безопасности ведения технологии и обслуживающего персонала. Высокий уровень автоматизации процессов управление измерением разрешает повысить эффективность и надежность использования информации: сбор и регистрацию информации, ее передачу, сохранение и обработку.

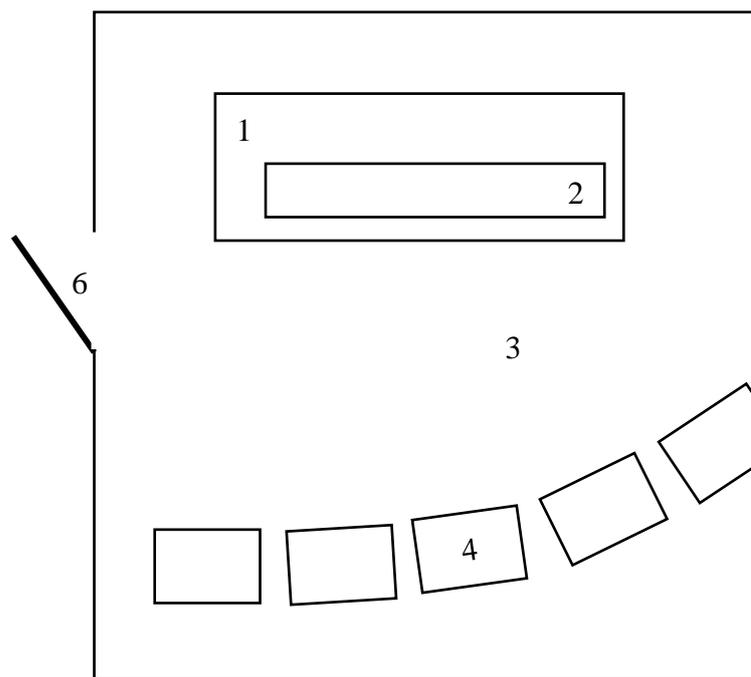
4. РЕАЛИЗАЦИЯ АСУ ТП

4.1 Организация рабочего места оператора.



1. операторский стенд
2. стол оператора (где расположены документация и персональный компьютер оператора)
3. Рабочее место оператора

План старого ЦПУ. рис. 3.1



План ЦПУ АСУ. рис. 3.2

Данное рабочее место предназначено для наблюдения за ходом технологического процесса.

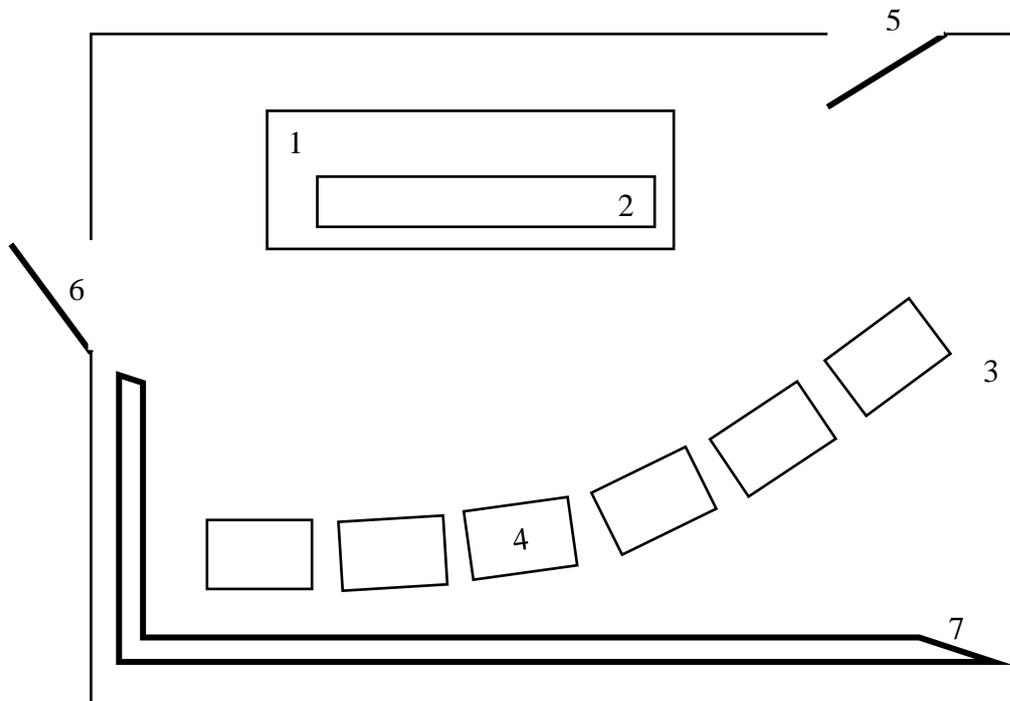
1. Стол начальника смены

2. Станция начальника смены типа – Flex
3. ЦПУ
4. Станции операторов по узлам или блокам, типа – Console
5. Вход
6. Выход.

Как видно из рисунков 3.1 и 3.2, Операторная находится в отдельном помещении, оборудованном согласно физико-эргономическим требованиям. Шум и вибрация отсутствуют. Санитарно-гигиенические показатели в операторной соответствуют нормативным требованиям. Технологический персонал ведет контроль за параметрами, отражающими состояние технологического процесса выведенными на местный щит управления в операторном отделении, исходя, из изменения функции, которых принимаются решения по управлению процессом. Доля умственного труда (доля затрат времени на выполнение функций управления) преимущественна. В связи с частыми изменениями параметров процесса характерна высокая напряженность труда при ведении режима.

Отличия между старым и новым ЦПУ в том, что щитовую схематику управления заменили графические мнемосхемы. Мнемосхемы в отличие от щитового типа схем отличаются большей информативностью, но имеют, на мой взгляд, существенный недостаток – технологическая схема разорвана/разбита на блоки/отделения. Решением может стать ЦПУ совмещающий в себе и щитовую систему индикации. Это позволит управлять технологией посредством АСУ, целостная технологическая схема будет как дополнительное информационное табло.

Такая расстановка рис. 3.3 операторского пространства заметно поможет к адаптации персонала к новой системе АСУ ТП, и вообще, к современным системам управления, т.к. результат их манипуляций будет отображать щитовая схема, что позволит персоналу прийти к пониманию тех действий которые он выполнял на старом пульте и их аналогам в АСУ.



План универсального ЦПУ. рис. 3.3

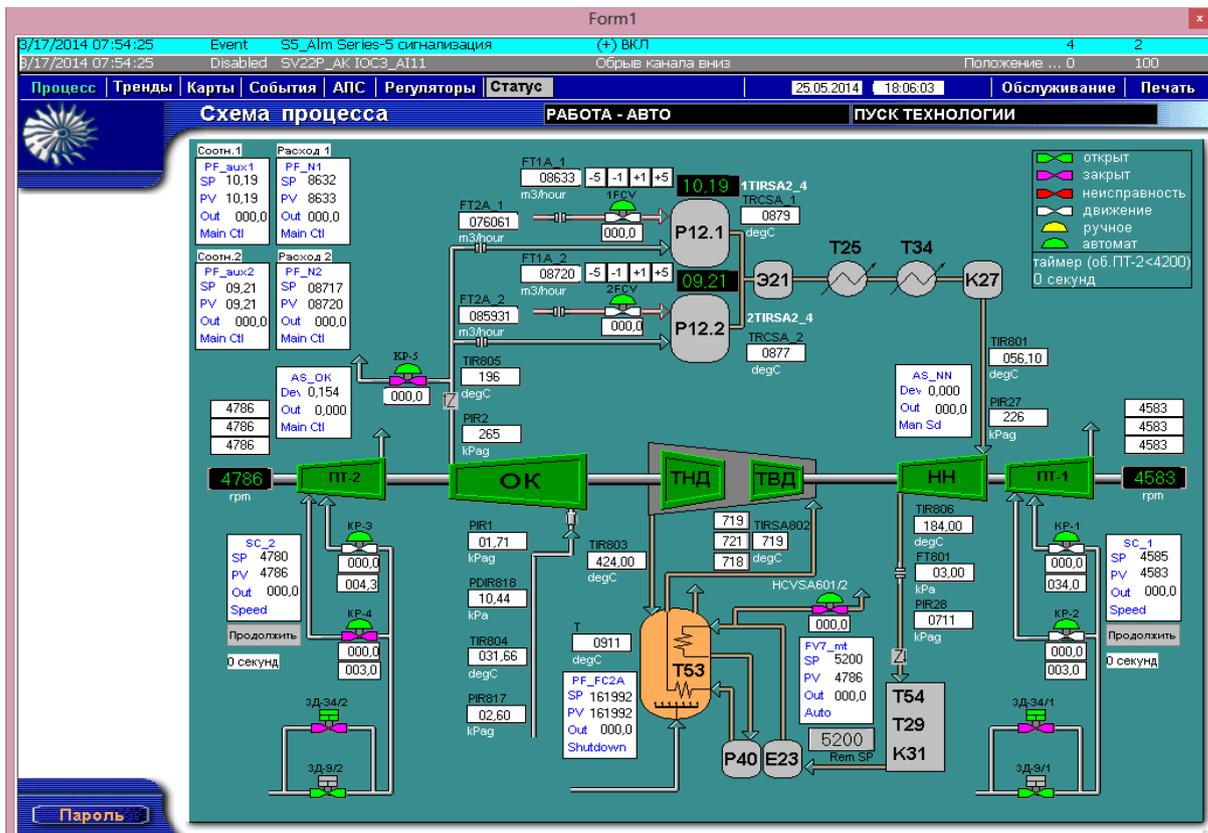
Такая расстановка операторского пространства заметно поможет к адаптации персонала к новой системе АСУ ТП, и вообще, к современным системам управления, т.к. результат их манипуляций будет отображаться на щитовой схеме, что позволит персоналу прийти к пониманию тех действий которые он выполнял на старом пульте и их аналогам в АСУ.

Автоматизированные системы управления технологическими процессами, которые создаются на базе ПТК, отвечающих настоящим ОТТ, предназначаются для автоматизации производств химпрома или их отдельных частей (установок, агрегатов, технологических узлов и т.п.) как вновь создаваемых, так и модернизируемых вне зависимости от типов, мощности, параметров и других характеристик оборудования. Основными энергоносителями в промышленности является – пар, на нем же завязана вся эффективность в плане энергопотребления, текущих реакций и машинных комплексов. Паропроводные механизмы это, как правило, компрессора и вентиляторы (дутьевого и отсосного типов), оснащаются турбинами конденсационного типа и называются конденсационными, устанавливаются паровые турбины с конденсацией и регулируемые отборами пара или с

противодавлением — теплофикационные. Тепловая энергия может производиться также и на чисто теплофикационных установках, как правило, котельных. На турбинах с противодавлением с мощностью 150 и 200 МВт имеют барабанные котлы и параметрами пара перед турбиной 13 МПа, 540/540°C; 300, 500 и 800 МВт с прямоточными котлами и параметрами пара 24 МПа, 540/540°C. В комплекте с паровыми и газовыми турбинами поставляются их локальные системы регулирования и автоматического управления, различные вспомогательные установки. Программно-технические комплексы этих систем должны удовлетворять требованиям настоящих ОТТ. Так для производства АС-АК-72М комплексный машинный агрегат поставлен со своей маслосистемой регулирования, где путем изменения давления в контуре регулирования можно грузить либо разгружать. Это производилось по месту либо с применением пневмоприводов, что заметно снижало эффективность использования машины, перерасходу пара и выход за нормы установленные плановым отделом. Поэтому АСУ турбоагрегатом стало логическим продолжением модернизации производственных мощностей химпрома. Компания ССС поставила систему Train View с ПЛК Series 5, заметно увеличив энергоэффективность производства, пар совершив работа на турбинах подавался в сеть для дальнейших нужд более эффективно без потерь мощности комплекса. Далее возникла задача с обучением персонала – эксплуатирующего оборудоване и обслуживающего систему. Совместно с научным руководителем был спроектирован симулятор-тренажёр системы на платформе Delphi 7 (Borland Software Corporation) – ccc_1¹². В состав блочного оборудования входят турбины – ПТ-1/2, печь нагрева газов, осевой компрессор, нитрозный нагнетатель, газовая турбина, фильтр воздуха; оборудование, связанное технологией бойлерные установки, экономайзеры, аппараты контактного окисления, аппараты нейтрализации побочных

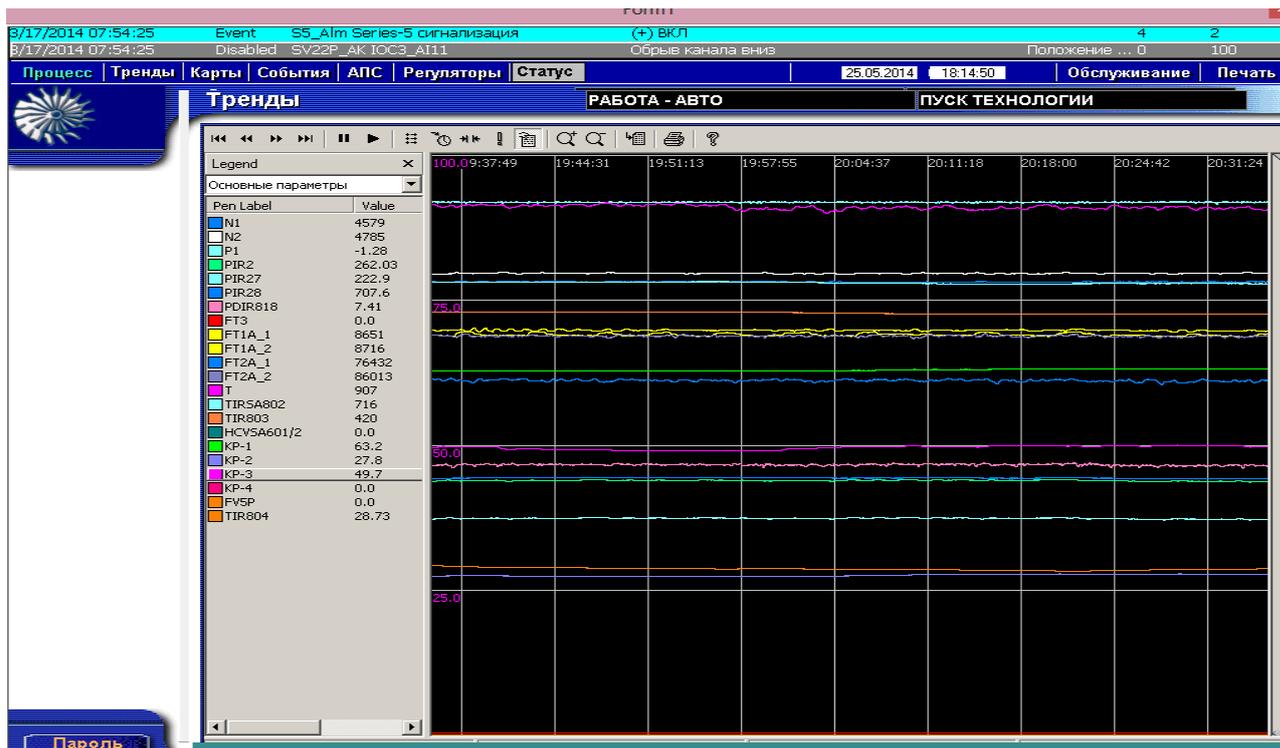
¹² [Симулятор ССС\ccc_1.exe](#)

вредных продуктов, главные паропроводы, сбросные устройства и трубопроводы пара для собственных нужд.



Рабочий дисплей оператора – мнемосхема. рис. 3.4

Система АСУ ТП проектируется как готовый продукт-решение, поэтому появляется задача по подготовке кадров в обслуживании и эксплуатации системы. Первые будут обслуживать систему – устранение неисправностей, создание точек, замена модулей, прорисовка мнемосхем и т.д., их первоначальное обучение уже начнется с момента монтажа системы до пуско-наладки системы. Эксплуатирующий персонал в момент монтажа АСУ ТП будут заняты непосредственно на подготовке технологического оборудования к перемонтажу полевого КИП, и их подготовка начнется в момент пусковых операций. [19,36] Именно поэтому так актуален симулятор турбоагрегата – он обеспечит повышение уровня персонала, даст возможность проработать предложения технологического персонала по совершенству системы, обучить пуско-остановочным операциям и все это



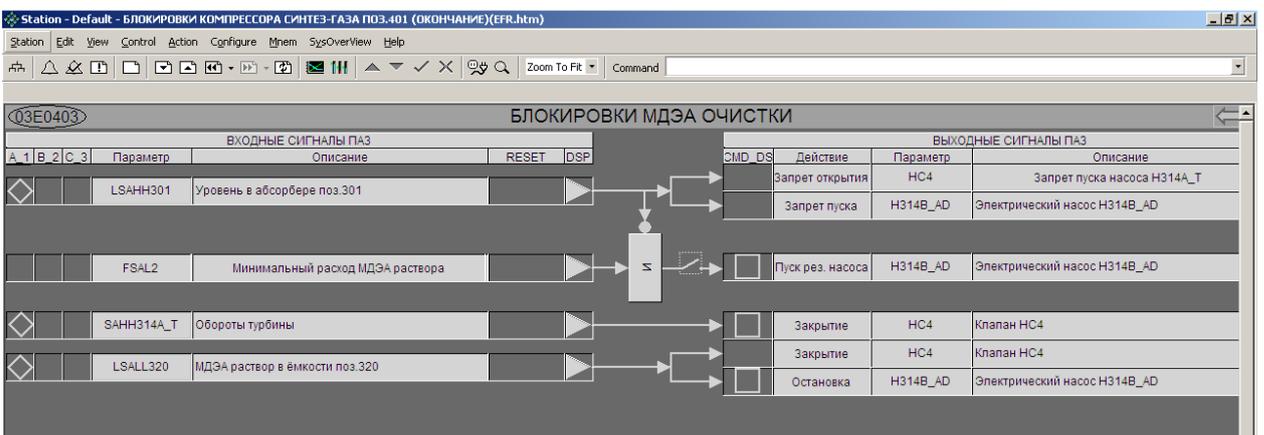
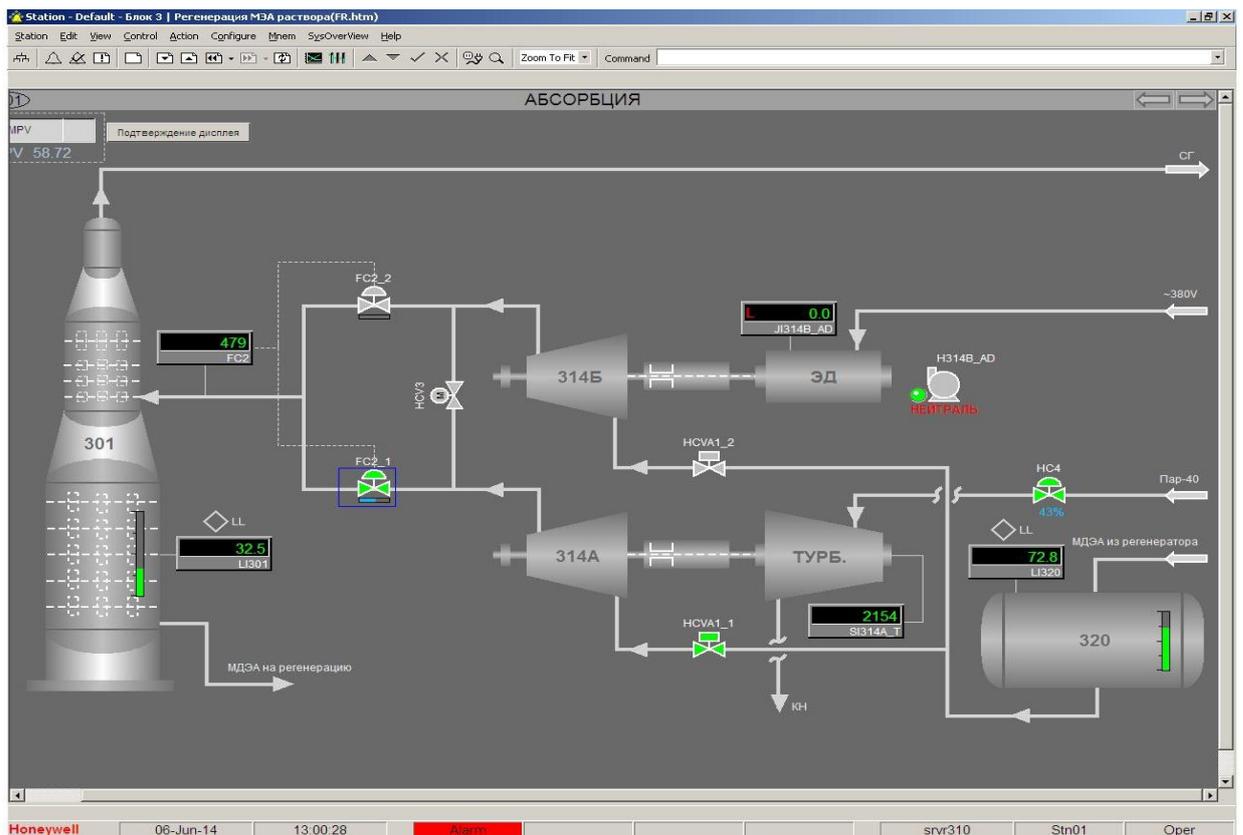
Рабочий дисплей оператора – тренды. рис. 3.4

Mode	I...	C...	Type	Instr Tag	Description	Value	Min	Max	EU
IOС3:FTA1<	1	1	AI	FT3_AK	FT3 : Перепад давления НГ на диафрагме за НН	0	0	10	kPa
IOС3:FTA2	2	2	AI	PIR27_AK	PIR27 : Давление НГ перед НН	0.4468	0	600	kPag
IOС3:FTA3	3	3	AI	PIR28_AK	PIR28 : Давление НГ после НН	1.104	0	1600	kPag
IOС3:FTA4	4	4	AI	PDIR818_AK	PDIR818 : Перепад давления воздуха на конфузоре ОК	0	0	16	kPa
IOС5:FTA1	5	5	AI	PIR817_AK	P1 : Давление воздуха перед ОК	-0.03334	-16	0	kPag
IOС5:FTA2	6	7	AI	PIR2_AK	PIR2 : Давление воздуха после ОК	0.6902	0	600	kPag
IOС5:FTA3	7	8	AI	SV11P_AK	SV11P : Положение клапана 1 ПТ-1	0	0	100	%
IOС5:FTA4	8	9	AI	SV12P_AK	SV12P : Положение клапана 2 ПТ-1	0	0	100	%
	9	10	AI	SV21P_AK	SV21P : Положение клапана 1 ПТ-2	0	0	100	%
	10	11	AI	SV22P_AK	SV22P : Положение клапана 2 ПТ-2	0	0	100	%
	11	1	AO	SV11_AK	SV11 : Управление клапаном 1 ПТ-1	0	0	100	%
	12	2	AO	SV12_AK	SV12 : Управление клапаном 2 ПТ-1	0	0	100	%
	13	3	AO	FV5_AK	FV5 : Управление КР-5 (АПК ОК)	0	0	100	%

Рабочий дисплей инженера системы. рис. 3.4

В химической отрасли основным энергоносителем является – пар, он обеспечивает баланс производств в плане утилизации тепла, получаемого в

процессе реакции и необходимом прогреве сырья, реагентов, катализаторов и линий. Насосное оборудование, используемое на производствах имеет паровой привод, а в качестве аварийного резерва электропривод реже паровой привод. Задача АСУ ТП – плавный (безударный для линий и аппаратов) переход с аварийного на резервный привод. Проектом создана мнемосхема с данными условиями и предложена логика перехода АВР (рис 3.5).



Мнемосхема и логика АВР, узел “Абсорбция”. рис 3.5

Также предложена установка электропривода на узел “Риформинг” с техническими решениями по монтажу данного оборудования. На рисунке 3.6 изображено схематическое подключение данного оборудования, далее более детальное с одной стороны, т.к. по другую идентично. Также вкратце описаны соединительные устройства принцип их работы и устройство регулирования которое будет работать в паре с АСУ. В этих целях сконфигурирован контроллер – СРМ300 с модулями ввода/вывода и соответствующими точками, прорисованы мнемосхемы для обоих узлов.

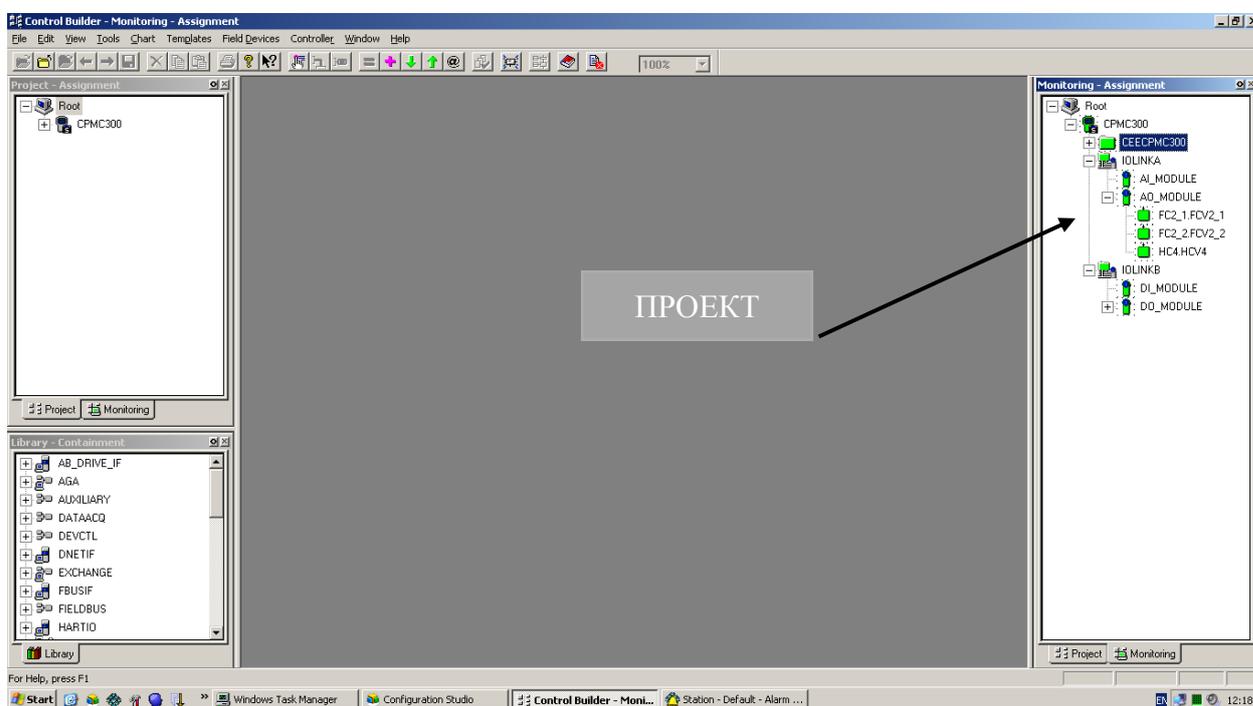
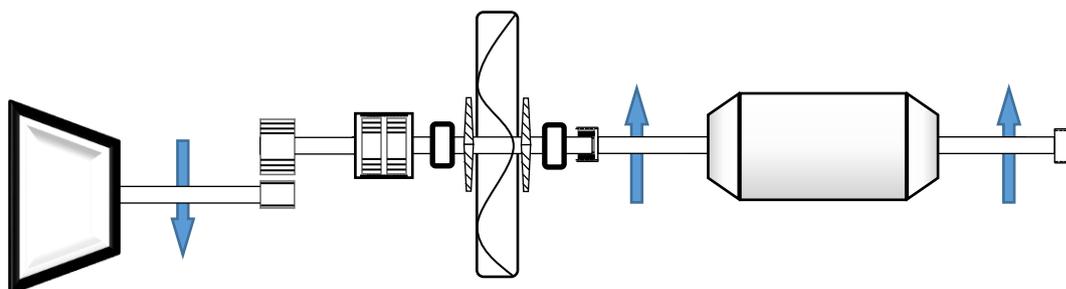
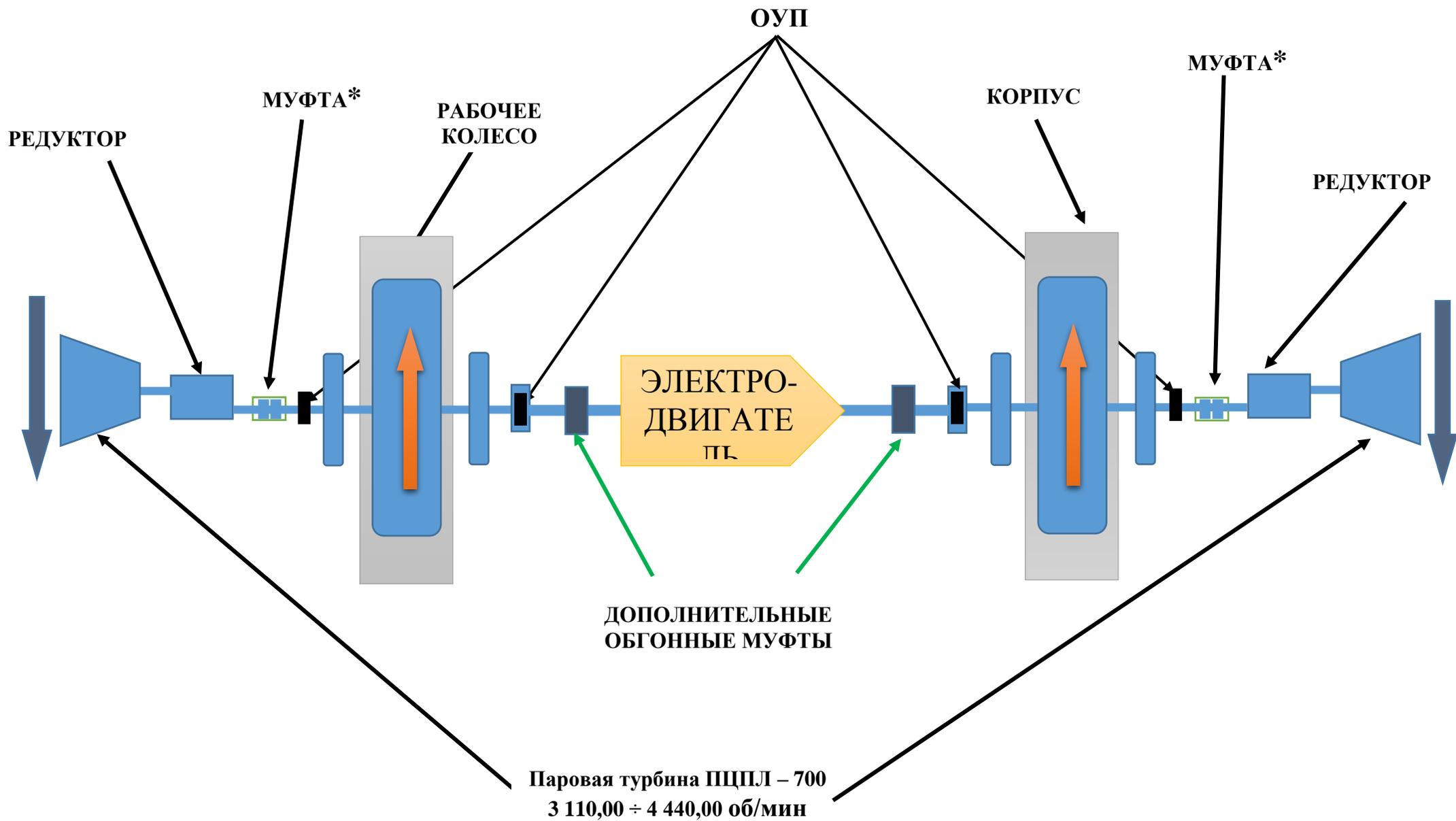


Рис 3.6 Проект – контроллер, точки узлы связи.



Схематичное изображение подключаемого оборудования. рис. 3.7

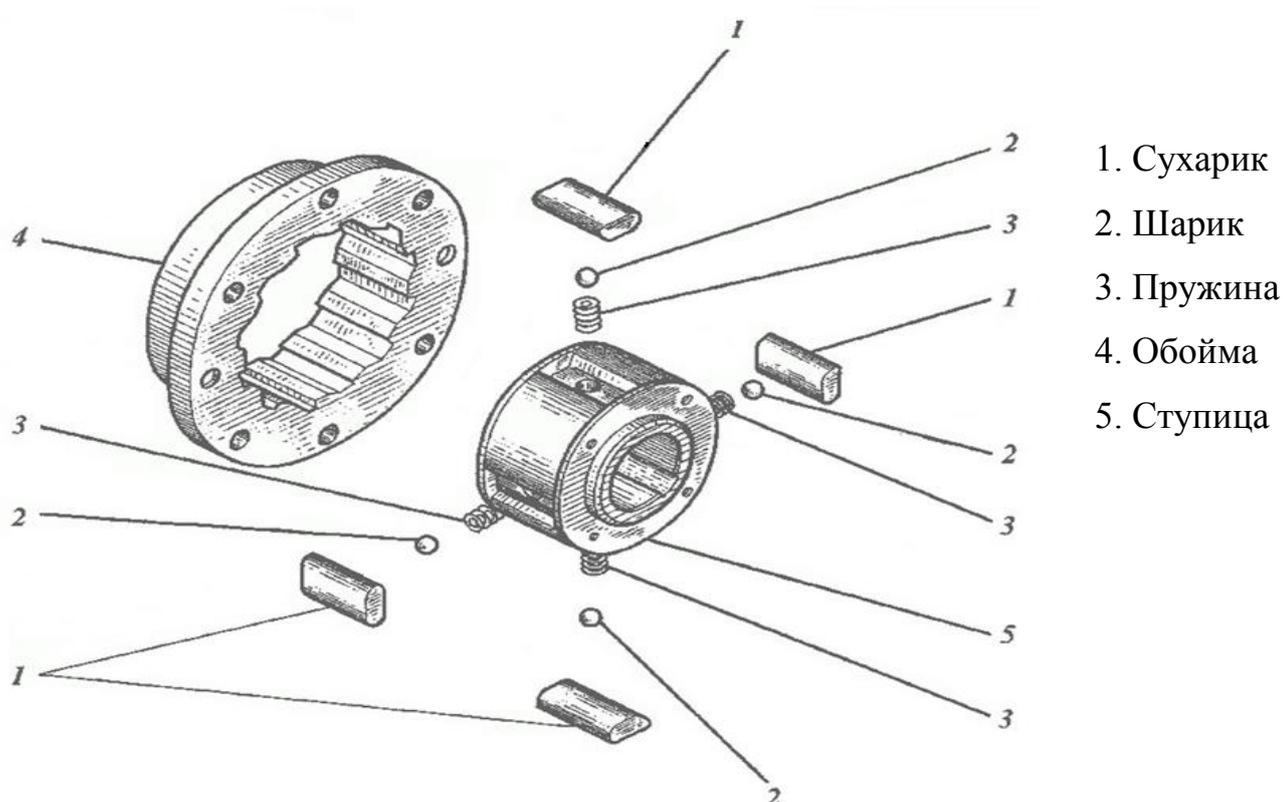


Схематичное изображение подключаемого оборудования. рис. 3.8

*Муфта. Обгонная муфта – комплекс, включающий ролики, дающие валу свободное вращение, при том, что они крутятся в одностороннем направлении. В этом материале вы увидите конструкцию, которая служит для показа того, как работает обгонная муфта. Состоит из 4-х деталей:

- Корпус – снаружи. Как правило, это кусок трубки из стали с отформованными краями, для того, чтобы удержать внутренние запчасти;
- Клетка – внутри. Принцип её работы: ограничение, удержание и заклинивание для деталей, указанных далее. Последующие детали в подшипнике фиксируются клеткой;
- Ролик игольчатый. Хромированный ролик стальной закаленный. Он дает хорошую поверхность качения для контакта с валом;
- Пружина. Это кусок стали пружинной, задачей которой является контроль над положением игольчатых роликов.

Потери в эффективности сведены к минимуму, так как ролики крутятся в контакте с пружинами, и нагрузка на узел невелика. [22,38]



Муфта обгонная

Строение обгонной муфты. рис. 3.9

В паре с АСУ будет работать реостат – пускорегулирующий и регулировочный. Для выбора пускового реостата необходимо знать мощность электродвигателя, условия пуска и характер изменения нагрузки при пуске, а также напряжение питания двигателя. Реостатом называется аппарат, состоящий из набора резисторов и устройства, с помощью которого можно регулировать сопротивление *включения*

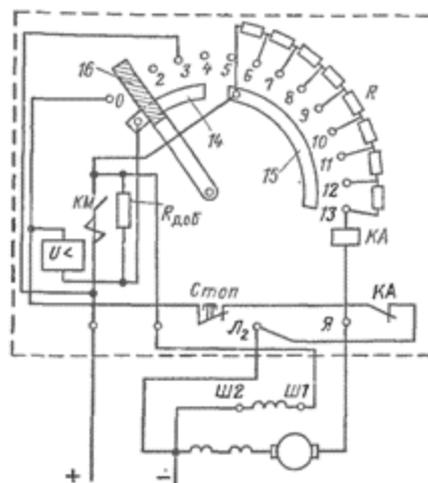


Рис. 3.10 Схема

включенных резисторов благодаря этому переменный и постоянный ток и напряжение.

пускового реостата

Мировая и отечественная инженерная практика показала, что наибольший экономический эффект при реализации программ энергосбережения дает переоснащение энергетических сетей и коммуникаций устройствами частотно-регулируемого электропривода.

В промышленно развитых странах около 2/3 всего объема потребляемой электроэнергии используется для механической работы, выполняемой электроприводом. Наиболее широко в отраслях промышленности и коммунального хозяйства используются электроприводы на базе асинхронных электродвигателей (55-60% всей потребляемой энергии). Разработка и внедрение регулируемого электропривода является одним из самых перспективных и экономически оправданных направлений из всех энергосберегающих технологий. Поскольку регулируемый электропривод концентрирует в себе основные направления полупроводниковой электроники: микроэлектронику, силовую электронику, сенсорную и информативную электронику, то его интенсивное развитие даст дополнительный толчок к дальнейшему развитию и этой отрасли на промышленных предприятиях области, в т.ч.:

- силовая электроника - линии электропередач, железнодорожный транспорт, бытовая техника;
- сенсорная электроника - новые возможности приборостроения за счет использования полупроводниковых микродатчиков;

информационная электроника - микроэлектроника с использованием систем отображения информации на отечественных светоизлучающих диодах и индикаторах. Эффективность использования регулируемого электропривода в конкретных механизмах приведена в табл. 3.1 [22,30]

Табл.3.1 Экономия электроэнергии при использовании регулируемого электропривода в различных механизмах

Насосы	на 25%-30%;
Компрессоры	на 40%;
Вентиляторы	на 30%;
Центрифуги	на 50%.
Дымососовы	от 30% до 80%

Для определения выхода из строя парового привода необходимо завести в логику такие параметры, как:

- Обороты
- Осевое смещение вала
- Давление пара (норма - 3,9 МПа (39 kgf/cm²))
- Температура пара (норма T = 363÷ 371 °С)
- Сигнал от ЭПК
- Давление смазочного масла (0,6 кгс/см²)

Необходимо установить задержку по времени для блокировочного параметра PI 103 в 20-30 секунд, по истечению которых данный параметр должен вернуться в норму или пройти группа "А". Данная схема блокировки должна быть реализована в системе FSC.

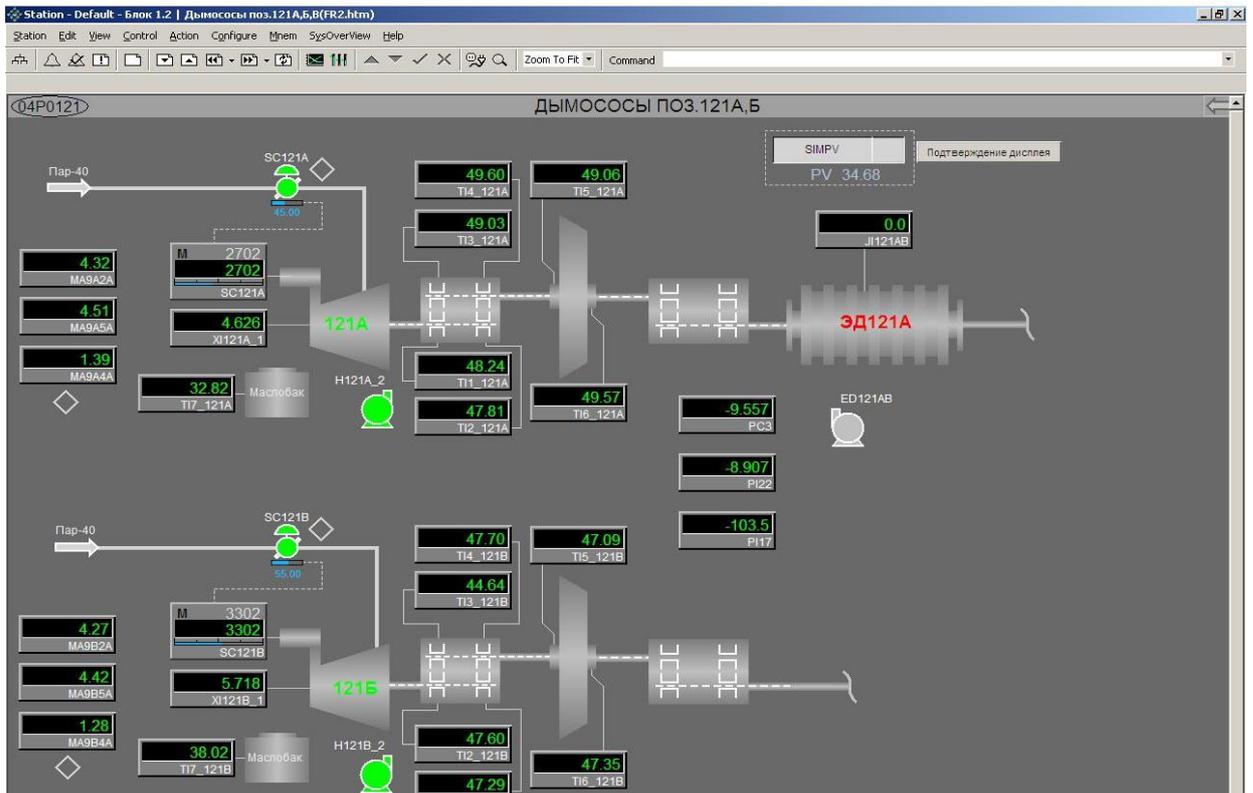


Рис. 3.11 Мнемосхема электропривода дымососов state-norm

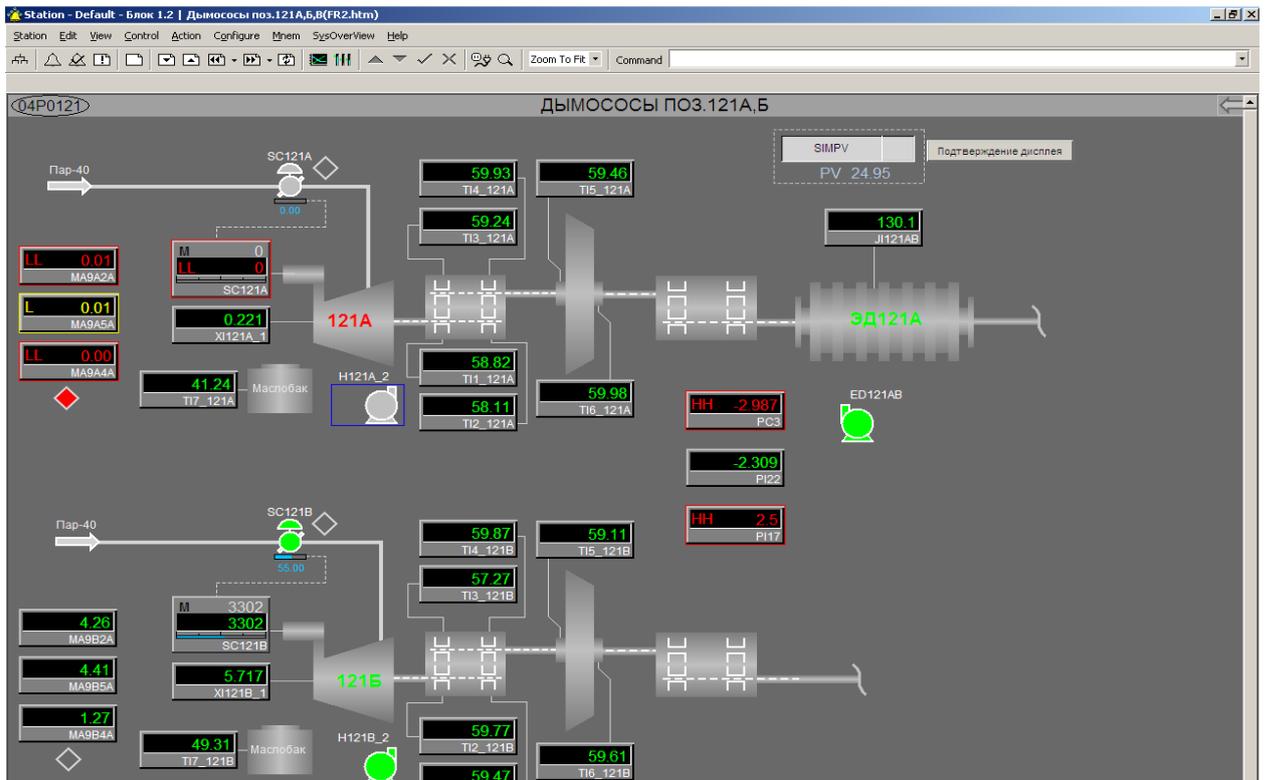


Рис. 3.12 Мнемосхема электропривода дымососов state-stop steam turbine

Экономическая целесообразность проекта электропривода для объективности показана в цифрах:

- Цена на газ – 165 240 сумов за 1000 куб.м. с учетом НДС
 - Цена на электроэнергию – плата за 1 кВт максимальной нагрузки - 216500 сум, плата за 1 кВтч потребляемой энергии - 102 сум 72 тийин
- 1400кВ/ч эл двигатель – 24часа*1400кВт*102,72=3'451'392
- 25000м³/ч – 25000*165240/1000=4'131'000

В случае включения электродвигателя разгрузится и второй дымосос, что сэкономит потребляемый им пар 40кгс/см² – 7-8 тн/час – при работе, 0,2-0,5 тн/час – для поддержания горячего состояния резервного парового привода
=> 0,2*24=4,8, 0,5*24=12, (12+4,8)/2=8,4тн/сутки, 8,4*30*4=1008тн/за квартал, нагрузку по газу с Бл. 2- Пусковой котёл. Для получения 1тн пара:

- газ – 88,1 куб.м. *165,24=14557,644
- эл/энергия – 7кВт*102,72=719,04 + 2 кВт*102,72=205,44 при
- получении воды деарированной = 924,48
- вода деаэрированная – 1,065*0,0026455=0,00281746\$ (из учета 1 цент за 3,78м³ воды) в сумах = 6,4131 (1USD=2276,19UZS).¹³ [37,38]

Информация о значениях параметров разбивается на аналоговую и дискретную. Аналоговая информация включает следующие группы измерений:

— теплотехнические:

- 1) температура (-50 — 1400 С⁰);
- 2) давление и разности давлений (250кПа — 300кгс/см²);
- 3) расход жидкостей, газа, пара (5—1000000 м³/час или т/ч);
- 4) уровень жидкостей (50 — 80);

— электрические:

- 1) мощность активная и реактивная (10 — 20);
- 2) ток (100-200 А);
- 3) напряжение (100-380В);

¹³ (14557,644+719,04+6,4131)*8,4=128378,0154 сум за сутки
128378,0154*30*4=15405361,8509 сум за квартал

- 4) частота (50—5000Гц);
- 5) выработка и потребление энергии (30—100);
- состава газов (концентрация отдельных составляющих в смеси газов);
- контроль качества воды, пара, конденсата, концентрации и состава растворов:
- 1) электропроводность (10—15);
 - 2) рН (5-10);
 - 3) Na (5-10);
 - 4) растворенный кислород (3 — 5);
 - 5) жесткость;
 - 6) содержание водорода;
 - 7) солесодержание (1—3);
- механические: вибрация, относительные перемещения и т.п. (30-50 милс или по давлению).

Примечание — В скобках приведены усредненные по ряду проектов данные о количестве точек каждого вида измерений в пределах блока без учета вспомогательных систем оборудования. Измерение всех перечисленных выше параметров производятся приборами, преобразующими измеряемый параметр в электрический выходной сигнал.

Таблица 3.2 Технические параметры аналоговых сигналов

Сигналы	Технические характеристики сигналов и каналов ввода информации	Диапазон измерения	Значение сигнала
1	2	3	4
1 Унифицированные токовые	Входное сопротивление каналов ввода не более 500 Ом	-	±5 мА
	Максимально допустимое сопротивление нагрузки датчиков и нормирующих преобразователей 2000-2500 Ом	-	0-5 мА
	Входное сопротивление каналов ввода не более 250 Ом	-	±20 мА
	Максимально допустимое сопротивление нагрузки датчиков и нормирующих преобразователей 1000-1500 Ом		0-20 мА 4-20 мА

Сигналы	Технические характеристики сигналов и каналов ввода информации	Диапазон измерения	Значение сигнала
1	2	3	4

Сигналы	Технические характеристики сигналов и каналов ввода информации	Диапазон измерения	Значение сигнала
1	2	3	4
2. Унифицированные напряжения	Входное сопротивление не менее 10 кОм Минимальное сопротивление нагрузки 2000 Ом	-	±5 В 0-5 В ±10 В 0-10 В 2-10 В
3. От термопар по ГОСТ Р 8.585-2001 и ГОСТ 6616-94	ХА(К) ХК(L) ПП(S) ПР(В)	-200 - 1000°C -200 - 600°C 0-1300°C 300-1600°C	0,04 мВ/°C 0,07 мВ/°C 0,006 мВ/°C 0,014 мВ/°C
4. От термометров сопротивления по ГОСТ 6651-94	50 М 100 М 50 П 100 П	±50°C 0-50°C 0-100°C 0-50°C 0-100°C 0-200°C 0-600°C 0-600°C	-
5. От трансформаторов тока	Входная мощность нагрузки, не менее: 0,1 ВА при $I_n = 1$ А 0,3 ВА при $I_n = 5$ А	4 I_n - длительная ТУ; 20 I_n - ТУ 10 с; 100 I_n - ТУ 1 с; 250 I_n - ТУ при импульсном воздействии длительностью не более 10 мс	0-1 А 0-5 А
6. От трансформаторов напряжения	Входная мощность нагрузки, не менее: 0,25 ВА	1,4 U_n - длительная ТУ; 1,9 U_n - ТУ 1 с	0-100 В
Примечание - ТУ - термическая устойчивость			

Преимущественно используются унифицированные электрические сигналы. Технические параметры наиболее употребительных сигналов приведены в таблице 3.2. [24,33]

4.2 Обоснование критерия экономической целесообразности

В настоящее время показателем, с которым связаны экономические интересы предприятия, является прибыль (Π). Тогда критерий экономической целесообразности автоматизации K_p можно записать следующим образом:

$K_p \rightarrow$

max

П

(3.1)

Так как внедрение систем автоматизации требует капитальных затрат (К), то учет всех экономических последствий автоматизации на предприятии требует учета капитальных затрат ($K_{доп}$), необходимых для увеличения прибыли. Тогда

$$K_p \rightarrow \max (П - EK_{доп}), \quad (3.2)$$

где E – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности, устанавливается предприятием, внедряющим СА и АСУТП, в зависимости от стоящим перед ним задач и состояния его финансов.

Однако, чтобы связать через такой критерий интересы предприятия и общества, необходимо установить социально правовые ограничения, например, выполнять трудовое законодательство, законы об охране окружающей среды и социальной защите трудящихся и т.п.

Тогда

$$K_p \rightarrow \max (П - EK_{доп}); \quad (3.3)$$

при условии, что установленные государством социально правовые ограничения выполняются.

Экономический эффект будет определяться выражением:

$$\mathcal{E} = (П_{п} - П_{д}) - EK_{ав} \quad (3.4)$$

где $П_{п}$, $П_{д}$ – прибыль после и до автоматизации;

$K_{ав}$ – капитальные вложения в автоматизацию, у.е.

(в общем случае это дополнительные капитальные вложения).

Для обеспечения наглядности и повышения технико-экономической содержательности критерия выполним ряд преобразований формулы для расчета экономического эффекта:

$$\mathcal{E} = [П_{д} (V_{п} - V_{д}) + V_{п} (C_{д} - C_{п}) + \Delta Ц V_{п}] - E K_{ав} \quad (3.5)$$

где $V_{п}$, $V_{д}$ – объем реализации продукции до и после автоматизации;

$C_{д}$, $C_{п}$ – себестоимость единицы продукции до и после автоматизации;

$П_{д}$ – прибыль от реализации единицы продукции до автоматизации;

ΔC – повышение цены, если в результате автоматизации повышается качество продукта и это учитывается в цене.

Для обоснования экономического эффекта результатов предложений по автоматизации, выполненных в дипломном проекте, формулу (3.5) целесообразно преобразовать таким образом, чтобы она учитывала пример автоматизации цеха “Аммиак-3”, в результате улучшения, которого достигается экономический эффект и такое улучшение принято ранее за цель автоматизации.

Предполагаемые экономические последствия автоматизации: увеличится процентное содержание водорода в товарном аммиаке, в результате этого повысится: надежность получения аммиака заданного качества; уменьшается наработка брака, который частично возвращался в рецикл; увеличился объем производства.

Экономический эффект в этом случае следует определять по формуле:

$$\text{ЭЭ} = \text{П}_д (\text{В}_п - \text{В}_д) + \text{В}_п \text{Ц}_п (\text{РН}_д^п - \text{РН}_п^п) + \text{Н}_д \Delta \text{В} - \Delta \text{З}_{\text{авт}} - \text{ЕК}_{\text{доп}}; \quad (3.6)$$

где:

$\text{П}_д$ – прибыль от реализации единицы товарного аммиака до автоматизации;

$\text{В}_д, \text{В}_п$ – объем реализации товарного аммиака до и после автоматизации;

$\text{РН}_д^п, \text{РН}_п^п$ – расходные нормы топливного газа до и после автоматизации

$\text{Ц}_п$ – цена продукта установки;

$\text{Н}_д$ – постоянные расходы в себестоимости единицы продукции до автоматизации;

$\Delta \text{З}_{\text{авт}}$ – затраты на эксплуатацию средств автоматизации. [37,38]

4.3 Обеспечение безопасных условий ведения ТП

Для обеспечения минимального уровня опасности производства предусмотрены следующие мероприятия:

- механизация и автоматизация технологического процесса;
- все аппараты, работающие под давлением, снабжены предохранительными клапанами;
- сброс природного газа, АВС, НГ, рабочего тела и др. в аварийных ситуациях осуществляется на факел;
- на производствах установлены сигнализаторы для непрерывного контроля дозврывоопасных концентрации в воздухе помещений и открытых пространств взрывоопасных веществ;
- на производствах установлены система пожаротушения на технически возможном уровне.
- освещение на установке выполнено в соответствии с действующими нормативами, осветительная аппаратура сделана во взрывозащищенном исполнении ВЗТЗ.
- применение средств коллективной и индивидуальной защиты работающих.

Персонал обязан знать о пожаро- и взрывоопасности данного технологического процесса, инструкции по безопасности, о системах обеспечения безопасности, чтобы исключить возможность возникновения опасных ситуаций, Рабочие и инженерно-технический персонал должны проходить медицинский осмотр при поступлении на работу, а также подвергаться периодическому медицинскому осмотру в соответствии с порядком, установленным Министерством здравоохранения РУз. Все рабочие, служащие и инженерно-технические работники должны проходить инструктаж по безопасности труда: вводный — при поступлении на работу, первичный — на рабочем месте, повторный — не реже одного раза в три месяца, внеплановый — при изменении технологического процесса, смене оборудования, нарушениях требований безопасности и несчастных случаях. Системы безопасности, включающие сигнализацию и автоматическую блокировку, предназначены для защиты персонала, механизмов и окружающей среды. Система блокировок обеспечивает защиту

индивидуального оборудования в случае отклонений технологических параметров за пределы допустимых значений. Нормальная эксплуатация заключается в обеспечении безаварийной работы всего технологического оборудования.

Для этого персоналу технологической установки необходимо:

- соблюдать нормы технологического режима, не допускать отклонение показаний температуры, давления, уровня, расхода от заданных величин;
- изменение нагрузки по колоннам производить плавно, делая последующие изменения только после полученного лабораторного анализа;
- контролировать качество товарных продуктов и своевременно вносить коррективы в технологический режим;
- своевременно производить запись лабораторных анализов в журнал;
- следить за исправностью оборудования, своевременно устранять обнаруженные неисправности и дефекты;
- своевременно производить отбор проб согласно утвержденного графика;
- не допускать эксплуатации неисправных приборов КИП и А;
- следить за сохранностью и исправным состоянием средств пожаротушения;
- следить за исправным состоянием систем вентиляции;
- содержать в чистоте рабочее место, не допускать загромождения аварийных подъездов, проходов к средствам пожаротушения;
- не допускать присутствия посторонних лиц на рабочем месте;
- все ремонтные, газоопасные и огневые работы проводить по согласованным и утвержденным нарядам-допускам и по журналам ремонтных и газоопасных работ.

Для большинства технологических параметров предусмотрено автоматическое регулирование. Оператор должен быть готовым к переключению с автоматического на ручное управление. Для обеспечения непрерывной работоспособности установки в случае неисправности или

аварии все насосы имеют резерв для переключения их на резервный или наоборот.

Вращающееся оборудование, в частности: компрессоры, насосы, вентиляторы, их приводы, должны периодически проходить проверку, обо всех неисправностях, т.е. о высокой температуре подшипников, вибрации, утечке в сальниках или уплотнениях, необычных шумах и др. нужно немедленно сообщать в соответствующие подразделения. В этих целях показания по температуре подшипников, маслосмазки; ампераж – нагрузка; обороты; вибрация и др. выведены на пульт и имеют сигнализацию и блокировки.

В случае необходимости или аварии оборудование должно быть остановлено, устранение неисправности вести на отключенном аппарате, подготовленном к ремонту согласно соответствующих инструкций. [8,30]

Запрещаются любые ремонтные работы на действующем оборудовании!

Все резервное оборудование должно быть укомплектовано средствами КИПиА, электросхемы собраны, блокировки включены. Проверка состояния резервных насосов производится не реже одного раза в неделю, компрессоров - не реже одного раза в месяц путем их кратковременного пуска с записью результатов проверки в журнале. Вывод оборудования из резерва в работу производится при остановке работающего оборудования по графику ППР или при возникновении неисправностей на нем в процессе работы. Переход на резервное оборудование по графику ППР производится по письменному распоряжению начальника установки или механика установки. Переход на резервное насосное или вентиляционное оборудование в смене, связанный с возникшей неисправностью, производится под руководством аппаратчика 6 разряда и по распоряжению начальника смены. При этом в вахтовом журнале делается запись с обязательным указанием причин и характера неисправности. Пуск резервного насосного оборудования, вентиляционных систем производится

согласно инструкций по эксплуатации. При необходимости проведения работ в местах, где возможно образование взрывоопасной смеси паров и газов с воздухом, во избежание искрообразования от ударов запрещается применение инструментов, вызывающих искрообразование.

Обслуживающему персоналу следует знать, что нельзя работать в обуви, подбитой железными гвоздями или металлическими набойками, во взрыво- и пожароопасных местах. При отборе проб следует проявлять осторожность, перед отбором новой пробы необходимо тщательно промыть пробоотборные линии и холодильники от старого продукта, использовать только чистые емкости. Анализ загрязненных проб дает ошибочные результаты, приводящие к ненужным изменениям режимных условий установки. [8]

При отборе проб необходимо пользоваться перчатками!

Противопожарное оборудование должно храниться в нужном месте и периодически проверяться, в случае необходимости быть готовым к немедленному использованию. Работа установки с неисправными средствами пожаротушения не допускается. Электроосвещение установки выполнено в соответствии со СНИППА-9.78¹⁴, для помещений принята система общего освещения. Каждое помещение оборудовано рабочим и аварийным электроосвещением. В ночное время работающая установка должна быть освещена. Аварийное освещение должно находиться в исправном состоянии.

Требования, обеспечивающие пожарную безопасность:

- В зимних условиях отогревать замерзшую аппаратуру, трубопроводы, задвижки разрешается только паром или горячей водой. Использование открытого огня запрещается.
- Курение на установке допускается в специально отведенном месте (по согласованию с пожарной охраной), оборудованном урной для окурков и емкостью с водой.

¹⁴ <http://www.vashdom.ru/snip/31-110-2003/>, <http://www.vashdom.ru/norms.htm>

- За герметичностью оборудования, фланцевых соединений и сальников, со стороны обслуживающего персонала необходим строгий контроль. В случае обнаружения пропусков следует принимать меры по их устранению.
- При пожаре или аварии на установке персонал, не участвующий в ликвидации пожара или аварийной ситуации, эвакуируется с территории объекта.
- На случай возникновения пожара в производственных помещениях предусмотрена возможность безопасной эвакуации людей.

Вентиляция

Приточная вентиляционная система предназначена для подачи и распределения воздуха по всему объему вентилируемого помещения. Помимо подачи воздуха приточная вентиляционная система позволяет провести обработку воздуха в соответствии с требованиями по очистке, нагреванию, осушению, увлажнению для обслуживаемого помещения. Наружный воздух поступает в приточную установку через открытую воздушную заслонку, затем через шумоглушитель проходит в секцию фильтра. После этого очищенный воздух проходит первую стадию нагрева через рекуператор (если предусмотрен), а затем уже подогревается (по необходимости) специальной секцией нагрева. Затем воздух проходит через камеру охлаждения и в летнем режиме работы охлаждается. Далее воздух попадает в секцию вентилятора, где создается напор и после секции шумоглушителя попадает в воздуховод, где (если предусмотрено) увлажняется с помощью парогенератора. После этого воздух попадает в обслуживаемые помещения. Температура приточного воздуха измеряется канальным датчиком температуры. Измеренная температура является сигналом обратной связи для программируемого логического контроллера, который вырабатывает управляющий сигнал на запорно-регулирующие клапаны секций подогрева/охлаждения.

Вытяжная система предназначена для равномерного удаления воздуха из всего помещения. Вытяжные системы можно разделить на два класса: 1) местные; 2) общеобменные. Скорость вращения вентилятора может быть изменена как напрямую с преобразователя частоты (с помощью потенциометра), так и в автоматическом режиме по сигналу с контроллера автоматики. Сигнал от контроллера может выдаваться в виде аналогового значения 0–10 В (4–20 мА), либо посредством двух дискретных выходов (комбинация которых позволяет задать 8 фиксированных значений скоростей).

Основная задача системы дымоудаления – обеспечение условий для безопасной эвакуации людей в случае возникновения пожара на объекте. Эксплуатация системы дымоудаления обязывает собственника проверять работоспособность системы на ежегодной основе или чаще. Учитывая, что в системе дымоудаления зачастую используются вентиляторы значительной мощности, при пусках и остановках вентиляторов напрямую от сети, могут возникать просадки напряжения.

Использование преобразователей частоты, может снизить пусковой ток таких вентиляторов до номинального тока, по сравнению с 7-8 кратным превышением номинального тока при пуске напрямую от сети. Система дымоудаления управляется специальным контроллером, который взаимодействует с системой пожарной сигнализации. Вентиляторы дымоудаления включаются в том случае, если система пожарной сигнализации фиксирует наличие дыма или огня в здании. Как только система пожарной сигнализации посылает сигнал «Пожар» на дискретный вход преобразователя частоты, вентилятор подачи воздуха останавливается и переходит в реверс. В данном режиме общеобменная система превращается в систему дымоудаления. Встроенный режим Fire Mode («Пожарный режим») не позволяет отключиться преобразователю частоты по внутренним ошибкам/либо аварии. Процесс дымоудаления продолжается до тех пор, пока не произойдет полное разрушение привода/электродвигателя, либо не

пропадет сигнал «Пожар». Схемы подключения вентсистем приведены в Приложении 2.

Таблица 3.3 Преимущества регулируемого привода

Применение частотно-регулируемого привода	Преимущества
Изменение производительности вентилятора	Сокращение расходов на электроэнергию до 20%. Улучшение управляемости системы
Возможность работы в реверсивном режиме	Повышение надежности функционирования системы дымоудаления за счёт выявления поломок и своевременного их устранения в рамках ежедневной штатной работы общеобменной вентиляции
Возможность работы в реверсивном режиме	Один и тот же вентилятор может использоваться для целей дымоудаления. Сокращение площади, требуемой для размещения систем дымоудаления и общеобменной вентиляции. Снижение энергоёмкости оборудования

Известно, что высокая температура в сочетании с высокой влажностью воздуха снижают работоспособность человека. Поэтому важно поддерживать параметры микроклимата в указанных пределах. Для чего в холодное время года используют водяное отопление, а в теплое время года кондиционеры. Концентрация вредных веществ, пыли, аэрозолей в воздухе рабочей зоны не должны превышать нормативных значений по ГОСТ 12.1.014-84.

Таблица 3.4 Оптимальные и допустимые параметры микроклимата

Параметр микроклимата	Холодный период	Теплый период
Оптимальная температура, °С	22...24	23...25
Допустимая температура, °С	21...25	22...28
Оптимальная относительная влажность воздуха, %	40...60	40...60
Допустимая относительная	75	55(при 28 °С)

влажность воздуха, %		
Оптимальная скорость движения воздуха, м/с	0.1	0.1
Допустимая скорость движения воздуха, м/с	<0.1	0.1...0.2

БЖД

Система АСУ ТП применяется для управления технологическим процессами, в состав которой входит система ПАЗ – обеспечение перехода оборудования, узла, цеха в безопасное состояние Система проста в использовании за счет применения программного обеспечения верхнего уровня на ЭВМ. Требования к современным системам высокие в смысле автоматизации сбора информации и управления процессом. С позиции безопасности жизнедеятельности человека, работающего с системой нужно сократить до минимума время работы с компьютером. Поэтому предусмотрено чередование операторов – один день за пультом, другой в цеху, к тому же используются мониторы с низким коэффициентом излучения, датчиком освещенности, применяются нейтральный цветовой гаммы. При разработке программы верхнего уровня для компьютера главной целью было удобно, наглядно расположить кнопки управления. На переднюю, панель выведены кнопки быстрого перехода на мнемосхемы со светодиодами, индицирующие наличие или отсутствие показаний ТП за нормой режима, также все функции продублированы – имеется две и более возможности

Освещение

Основной объем информации технологический персонал получает при помощи зрительного анализатора. Следует выделить такие требования к освещенности рабочих мест:

- наличие необходимого уровня освещенности рабочей поверхности;
- наличие занавесок для ограничения слепящего действия света;

– равномерность освещения;

В качестве источников света при искусственном освещении должны применяться преимущественно люминесцентные лампы. Для обеспечения необходимых норм освещенности нужно проводить чистку светильников и оконных стекол не реже двух раз в год и своевременно заменять перегоревшие лампы в светильниках. [8,20]

Согласно СНиП 23-05-95 для работ средней точности освещенность при искусственном освещении должно быть:

- при комбинированном освещении 750 лк;
- при общем освещении 300 лк.

Освещенность рабочей поверхности в кабинете или рабочей комнате, проектном кабинете должно быть равным 300 лк. Расчет произведем по методу коэффициента использования светового потока, при котором необходимый световой поток ламп в каждом светильнике Φ определяется по формуле

$$\Phi = (E \cdot S \cdot K \cdot Z) / (N \cdot \eta), \text{ где} \quad (3.7)$$

E – заданная минимальная освещенность в лк;

K – коэффициент запаса;

S – освещаемая площадь;

Z – соотношение $E_{\text{ср}}/E_{\text{мин}}$;

N – число светильников;

η – коэффициент использования;

Для помещения с малым выделением пыли, дыма и копоти, в которых используют люминесцентные лампы, коэффициент запаса равен 1.5 и светильники положено чистить от пыли два раза в месяц. Индекс помещения вычислим по формуле:

$$I = (A \cdot B) / (h \cdot (A + B)), \text{ где} \quad (3.8)$$

A – длина помещения;

B – глубина помещения;

h – расстояние от освещаемой поверхности до светильника.

$$I=(5.5 \cdot 4.5)/(1.85(5.5+4.5))=1,34$$

Вычислим расстояние от освещаемой поверхности до светильника по формуле

$$h = H - h_{\text{ст}} - h_{\text{свет}}, \text{ где} \quad (3.9)$$

H – высота потолка;

$h_{\text{ст}}$ – высота рабочей поверхности;

$h_{\text{свет}}$ – расстояние между потолком и краем светильника;

$$h=3,5-0,95-0,2=1,85$$

Коэффициент отражения:

– потолка 50 %;

– стен 50 %;

Коэффициент использования светового потока равен 63 %. Коэффициент неравномерности равен 1,2, а коэффициент затенения крупногабаритным оборудованием единице, т. к. таковое отсутствует.

$$\Phi=(300 \cdot 4,5 \cdot 5,5 \cdot 1,5 \cdot 1,2)/(0,63 \cdot 1)=21214,28 \text{ лм}$$

Пусть расстояние от крайнего ряда светильников до стен равно

$$m=0,3 \cdot l, \text{ где} \quad (3.10)$$

l – расстояние между светильниками.

Расстояние между светильниками вычисляется из соотношения

$l/h=1,2 \dots 1,4$, пусть равно 1,3, тогда

$$l=1,3 \cdot 1,85=2,4 \text{ м}$$

$$m=0,3 \cdot 2,4=0,7 \text{ м}$$

Габаритный размер люминесцентной лампы ШОД ЛБ-40: $1 \times 0,5$ м. Световой поток одного светильника, рассчитанного на две лампы, равен:

$$\Phi=21214,2/4=5303,55 \text{ лм}$$

Для обеспечения вычисленного светового потока применим люминесцентную лампу ШОД ЛБ-40 со световым потоком 3000 лм. Искусственное освещение соответствует нормативному значению, т. к. светового потока 4-х светильников достаточно для обеспечения необходимого светового потока Φ .

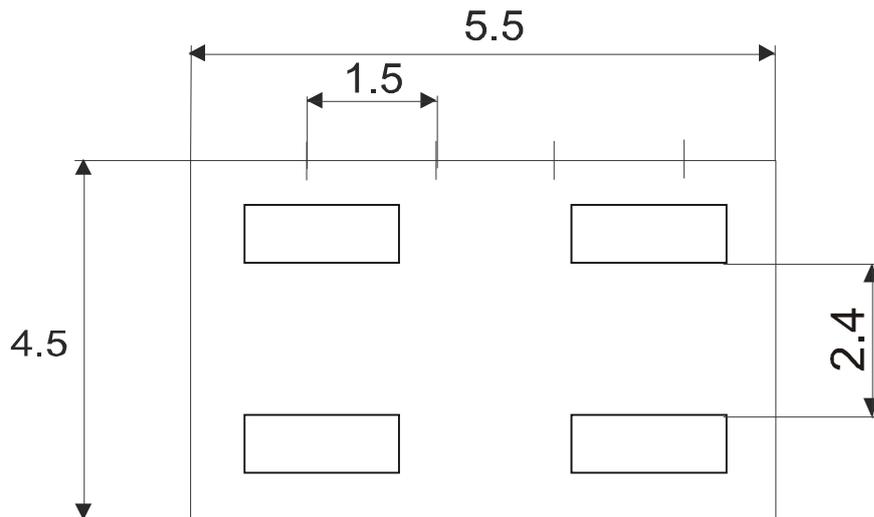


Схема расположения светильников на потолке. рис 3.13

Расчет заземлителя

Расчет защитного заземлителя состоит в определении основных параметров заземлителя, размеров и порядка размещения, одиночных заземлителей и заземляющих проводников, при которых напряжение прикосновения и шага в период замыкания фазы на корпус прибора не превышал допустимых значений.

Заземлитель выполнен из труб и имеет следующие параметры:

- диаметр 0,05 м;
- длина 2 м;
- ширина соединительной стальной полосы 0,03 м.

Нормированное значение сопротивления заземлителя 4 Ом. Естественный заземлитель не используется.

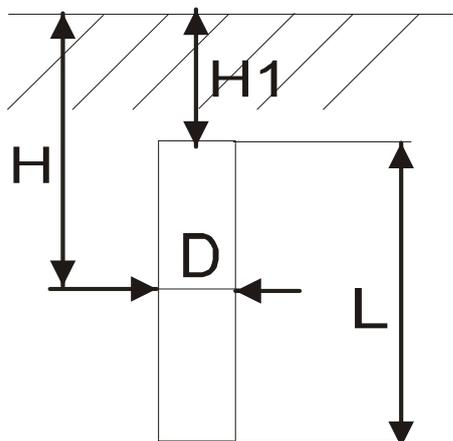


Схема заложения одиночного заземлителя ($H_1=0,5$ м; $H=1,5$ м). рис 3.14

Определим удельное сопротивление грунта. В качестве грунта возьмем глину малой влажности с удельным сопротивлением 30 Ом·м. С учетом климатического коэффициента ($\varphi=1,2$) удельное сопротивление грунта вычислим по формуле

$$\rho_{гр}=\rho\cdot\varphi=30\cdot1,2=36 \text{ Ом}\cdot\text{м} \quad (3.11)$$

Определим сопротивление одиночного заземлителя по формуле

$$\begin{aligned} R_{стод} &= (\rho_{гр}(\text{Ln}(2\cdot l/n) + 1/2 \text{Ln}((4H+1)/5H-1)))/(2\cdot\pi\cdot l) = \\ &= (36(\text{Ln}(2\cdot 2/0.5) + 1/2 \text{Ln}(4\cdot 1.5+2)/(5\cdot 1.5-2)))/(2\cdot 3.14\cdot 2) = 6,48 \text{ Ом} \end{aligned}$$

Расположим заземлители по контуру. Предварительно выбираем четыре заземлителя и расположим их по контуру на расстоянии 2 м друг от друга.

Длина полосы стали с учетом использования четырёх заземлителей

$$L_{пол} = 4 \cdot l = 4 \cdot 2 = 8 \text{ м}$$

Сопротивление полосы без коэффициента соединительной полосы

$$\begin{aligned} R_{п}' &= (\rho_{гр} \cdot \text{Ln}(2 \cdot L_{пол} \cdot L_{пол}) / (b \cdot H)) / (2 \cdot \pi \cdot L_{пол}) = \\ &= (36 \cdot \text{Ln}(2 \cdot 8 \cdot 8) / (0,03 \cdot 0,5)) / (2 \cdot 3,14 \cdot 8) = 6,48 \text{ Ом} \end{aligned} \quad (3.12)$$

Определим сопротивление полосы с коэффициентом использования соединительной полосы

$$R_{п} = R_{п}' / \eta_{п} = 6,48 / 0,45 = 14,4 \text{ Ом} \quad (3.13)$$

Определим суммарное сопротивление заземлителей при условии, что их сопротивление 4 Ом, без учета сопротивления полосы:

$$R_{ст} = (R_{п} \cdot R_{и}) / (R_{п} + R_{и}) = (14,4 \cdot 4) / (14,4 + 4) = 3,13 \text{ Ом}$$

Уточним число вертикальных заземлителей с учетом коэффициента использования заземлителей ($\eta_{ст}=0,66 \dots 0,72$)

$$n = R_{стод} / (R_{стод} \cdot \eta_{ст}) = 6,08 / (3,13 \cdot 0,66) = 2,94 \quad (3.14)$$

Проверим суммарное сопротивление заземлителей

$$\begin{aligned} R &= (R_{стод} \cdot R_{п}) / (R_{стод} \cdot \eta_{ст} + R_{п} \cdot \eta_{ст} n) = \\ &= (6,48 \cdot 6,48) / (6,48 \cdot 0,45 + 6,48 \cdot 0,66 \cdot 4) = 2,05 \text{ Ом} \end{aligned} \quad (3.10)$$

Таким образом, обосновано использование спроектированного заземлителя. [30,38]

4.4 Вывод по разделу

Данный раздел рассматривает реализационную часть проекта, технические требования и решения. По завершению проекта достигнуты следующие цели:

- все функции управления, необходимые для качественного ведения технологического процесса, автоматизированы;
- способы реализации этих функций соответствуют современным требованиям;
- комплекс технических средств соответствует современным требованиям и обеспечивает высокую точность поддержания технологических параметров и надежность функционирования;
- разработаны мероприятия по предупреждению аварийных и несчастных случаев, правила работы. Созданы нормальные условия для работы персонала;
- из выше сказанного следует, что уровень автоматизации все параметры, что имелись в старой пневматической системе управления введены в новую систему АСУ ТП и являются достаточными для ведения безопасного технологического режима, дополнительные параметры будут введены в процессе наладки и последующей эксплуатации системы в соответствии с наличием свободных каналов, с записью в регламенте – “Лист регистрации изменений”. [29]

Заключение

В связи с осложнением технологических процессов и параллельной необходимостью сокращения непроизводительных затрат, времени функционирования и возможности повышения оперативности влияния на ход производства в направлении повышения его эффективности, возросла необходимость автоматизации многих процессов производства.

Предприятия химической отрасли производят различные виды химической продукции, использующейся в химической, металлургической, золотодобывающей, текстильной, легкой, пищевой промышленности и в сельском хозяйстве. Производство удобрений составляет приблизительно 75 процентов объема продукции, производимой всей химической отраслью. Осваиваются новые виды продукции в целях импортозамещения и создания новых рабочих мест. Эффективная работа производственных мощностей во многом зависит от правильного и безопасного ведения технологического режима, в соответствии с этим АСУ ТП является тем решением, которое обеспечен высокий уровень точного ведения режима, снижению себестоимости выпускаемой продукции за счет оптимального использования потребляемого сырья и ресурсов, обеспечит оперативный вывод в ремонт и т.д. проект преследует достижение этих целей. [29, 38]

В соответствии с заданием на дипломное проектирование за объект автоматизации приняты агрегат аммиака и производство "АС-АК-72М". В разделе " Характеристики объекта, как элемента автоматизации " было дано краткое описание технологических процессов и схем производств.

В разделе " Концепция автоматизации." за цель автоматизации принято повысить надежность, эффективность и сроки технической эксплуатации – "от ремонта до ремонта" за счет наиболее точного поддержания заданных технологических норм и безопасного пуска/останова производства. В этом случае, и сама система должна отвечать параметрам надежности, горячей замены неисправного оборудования, резервированию и защищенности. Описаны параметры автоматизации характеристики и требования к ним,

подробно описаны способы автоматизации – все это может дать оценку уровню автоматизации производства.

В разделе "Интерфейс с оператором" предложены решения по оживлению мнемосхем управления и ПАЗ, рассмотрены структурные схемы обработки параметров ввода/вывода. Подробно рассмотрена рабочая среда оператора.

В разделе "База данных системы" описаны базы данных, и их функциональная нагрузка в общей системе при серверном управлении, база данных при одиночной консольной исполнениях храниться в самой станции в определенных инженером проекта при конфигурации системы местах.

В разделе "Реализация системы регулирования" были реализованы два проекта:

- 1) симулятор управления турбоагрегатом, который позволяет уже в процессе настройки системы опробовать ее поведение, в обучении персонала, испытанию изменений системы и т.д., он открывает большие возможности для инженеров;
- 2) на основе виртуальной машины VMware Workstation создан симулятор с серверной системой управления производства, разработаны два проекта
 - первый – схема перехода на резервный электронасос с алгоритмом работы клапанов по перебросу потоков раствора с одного насоса на другой
 - второй – схема включения аварийного электропривода для основного оборудования – двух дымососов, с перспективной энергосберегающей технологией регулируемого электропривода.

Это позволит эффективно использовать электродвигатель повышенной мощности, сэкономит энергию, обеспечит непрерывность технологического процесса, даст возможность ремонтному персоналу устранить неисправность вышедшего из строя парового привода с возможностью его обкатки,

плавность перехода зависит также от регулируемого электропривода как в сторону электродвигателя, так и в сторону паропривода.

Тут же описаны преимущества регулируемого привода, требования к параметрам аналоговых сигналов.

В разделе "Безопасность жизнедеятельности" дана характеристика объекта с точки зрения пожаро- и взрывобезопасности, изучены условия труда персонала, опасности производства и рассмотрены мероприятия по защите от этих опасностей. Рассмотрены проблемы улучшения условий труда, обеспечения пожаро- взрывоопасности и правила безопасного ведения технологического процесса.

Данный проект, считаю, достиг поставленных Мной целей, применены современные методы и решены сложнейшие задачи, проект собирает накопленный опыт, полученные выводы и технические решения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каримов И.А. “Мыслить и работать по-новому – требование времени” (Янгича фикрлаш ва ишлаш давр талаби) Тошкент, 1997й;
2. Постановление Президента Республики Узбекистан – «О Программе модернизации, технического и технологического перевооружения предприятий химической промышленности на период 2007-2011 годы» от 31-07-2007, 16:04;
3. Постановление Кабинета Министров РУз от 19 апреля 2012 года №115 “О дополнительных мерах по ускоренному обновлению морально и физически устаревшего оборудования предприятий отраслевой промышленности.”;
4. Закон Республики Узбекистан от 25 апреля 1997 г. N 412-I – “О рациональном использовании энергии”.
5. Закон “Об образовании” Республики Узбекистан от 29 августа 1997 г. за №464-I;
6. Постановление Президента Республики Узбекистан от 15 июля 2008 г., № ПП-916 «О дополнительных мерах по стимулированию внедрения инновационных проектов и технологий в производство»;
7. Указ Президента Республики Узбекистан от 1 марта 2013 г., № УП-4512 «О мерах по дальнейшему развитию альтернативных источников энергии»;
8. О А О «O’ ZKIMYOSANOATLOYIHA» – Технологический регламент производства “АС-АК-72М” и “Аммиак-3”, ОАО “FARG’ONAAZOT”.
9. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. В.В.Шувалов, Г.А.Огаджанов, В.А.Голубятников. М.; Химия, 1991 г.;
10. Е.Г. Дудников, А.В. Казаков, Ю.Н. Софиева, А. Э. Софиев, А.М. Цирлин – “Автоматическое управление в химической промышленности” учебник для ВУЗов – М.; Химия 1987 г.;

11. Федотов А.В. Автоматизация управления в производственных системах: Учебное пособие. – Омск: ОмГТУ, 2001 г.;
12. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности: Учебник для техникумов/ В. А. Голубятников, В. В. Шувалов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.; Химия, 1985 г.;
13. Типовые технические требования к общестанционной части АСУ ТП блочной ТЭС. — М: Минтопэнерго СССР, 1993 г.;
14. Общеотраслевые руководящие методические материалы по созданию и применению автоматизированных систем управления технологическими процессами в отраслях промышленности (ОРММ-3 АСУ ТП). - М.: ГКНТ, 1986 г.;
15. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие/ А. С. Ключев, А. Т. Лебедев, С. А. Ключев, А. Г. Товарнов; Под ред. А. С. Ключева. – 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Энергоатомиздат, 1989 г.;
16. “Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами”. Учебник для ВУЗов. М.; Энергоатомиздат 1985 г.;
17. Шандров Б.В., Чудаков А.Д. Технические средства автоматизации. М., Издательский центр “Академия” 2007 г.;
18. Релейная защита и противоаварийная автоматика. Ермоленко В.М.: Федосеев А.М.: 1978 г.;
19. “Общие технические требования к программно-техническим комплексам для АСУ ТП тепловых электростанций” – РД 153-34.1-35.127-2002; Служба передового опыта ОРГРЭС, Москва 2002 г.;
20. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие/ А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Ключев; Под ред. А.С. Ключева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990 г.;
21. Измерительно-информационные системы и измерительно-вычислительные комплексы. Труды института/

- ВНИИ электроизмерительных приборов; [Редкол. В.В.Орешников и др.].
Л.: ВНИИЭП, 1987 г.;
22. Исследование и проектирование измерительных и управляющих комплексов: Сб. Трудов. -Г.,1987. В надзаг.: МВ и ССО СССР. Всесоюзный заочный политехнический институт;
23. Чернявский Э.А., Дергаев В.В. Измерительно-вычислительные средства автоматизации производственных процессов. Уч. Пособие. Л.: Энергоатомиздат, 1989 г.;
24. РД 153-34.0-11.117-2001. Информационно-измерительные системы. Метрологическое обеспечение. Основные положения. — М.: СПО ОРГРЭС, 2001 г.;
25. ГОСТ 24.701-86. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения;
26. Портман В.Т., Барабанов В.В. Влияние надежности станков с ЧПУ на эффективность их использования в автоматизированных комплексах. Труды института. "Создание и эксплуатация автоматизированных комплексов из станков с ЧПУ". Г., ЭНИМС, 1977 г.;
27. Чененов В.Н. Прогнозы развития автоматизации производства. - В сб.: "Оборудование с ЧПУ", М., Ниимаш, 1986 г.;
28. Ротач В.Я., Теория автоматического управления: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2004 г.;
29. Кудрявцев Е.М. Оформление дипломных проектов на компьютере. – М.: ДМК Пресс, 2004 г. (Серия «Проектирование»);
30. Правила устройства электроустановок. М.,1998 г.;
31. «Samson»: Регулирующие клапаны для технологических процессов. Клапаны серии 230, 240. Том 1, 2004 г.;
32. «Samson»: Регулирующие клапаны для технологических процессов. Клапаны серии 250. Сервоприводы. Том 2, 2004 г.;
33. «Samson»: Регулирующие клапаны для технологических процессов.

- Приборы и принадлежности для регулирующих клапанов. Том 3, 2004г.;
34. Техничко-экономическое обоснование дипломных проектов: Учеб. пособие для вузов/ Л.А. Астреина, В.В. Балдесов, В.К. Беклешов и др.; Под ред. В.К. Беклешова. – М.: Высш. шк., 1991 г.;
35. Щелкунов В.А., Скобло А.И., Владимиров А.И. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии.-С.П.:Недра, 2004 г.;
36. Денисенко Виктор Васильевич – “Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием”, научное издание;
37. Карпенко Е.М., Комков С.Ю. Производственный менеджмент. Учебное пособие. Гомель, 2010 г.;
38. Интернет ресурсы:
- <http://www.hpk-penza.ru/se/smart.php?id=3256&in=fo&t=1>(Инвестиции в Модернизацию "Ферганаазота");
 - <http://www.regnum.ru/news/864300.html> (газетная статья “Президент Узбекистана одобрил программу модернизации химической промышленности”);
 - <http://www.giap-m.com/designs/hno3> (ОАО "Научно-исследовательский и проектный институт азотной промышленности и продуктов органического синтеза");
 - <http://www.regnum.ru/news/864300.html#ixzz2qUIOuwcw> (ИА REGNUM.);
 - <http://uza.uz/ru/documents/166/> («О Программе модернизации, технического и технологического перевооружения предприятий химической промышленности на период 2007-2011 годы»);
 - <http://uza.uz/ru/documents/166/> (Постановление Президента Республики Узбекистан);
 - <http://ru-auto.info/picbo/020501/> (Автоматизация производственных процессов);
 - <http://uzkimyosanoat.uz/> (Государственная акционерная компания «Узкимёсаноат»);

- http://news.uzreport.uz/news_4_r_95619.html (UzReport);
- <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=135951> (Сырьевая база химической промышленности);
- www.ngpedia.ru (Большая Энциклопедия Нефти Газа);
- www.isup.ru (Журнал “ИСУП” – отраслевой научно-технический журнал);
- www.techbook.ru (Денисенко Виктор Васильевич – “Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием”, научное издание);
- <http://uza.uz/ru/documents/?pg=31> (Национальное информационное агентство Узбекистана);
- <http://vunivere.ru> (Учебные материалы для студентов);
- <http://www.academy.uz/ru/> (Академия наук Республики Узбекистан);
- www.isup.ru (Журнал “ИСУП” – отраслевой научно-технический журнал);
- http://conislab.net/ru/index_ru.html (лаборатория систем интегрированного управления “КОНИС Лаб”).

Приложение

Приложение 1 - Национальные и международные стандарты и нормативные материалы

Все решения по автоматизации будут приняты в соответствии с требованиями действующих нормативных документов, в том числе определяющих правила безопасности эксплуатации на химических производствах.

Стандарт	Наименование
ISA	
ISA-S5.2	Схемы бинарной логики для технологических операций
IEC	
IEC 60801	Требования электромагнитной совместимости для приборов контроля и измерения технологических процессов, используемых в промышленности
IEC 60812	Методика анализа безопасности системы – Анализ неисправных состояний и их последствий
IEC 61000	Электромагнитная совместимость
IEC 61131	Программируемые контроллеры
IEC 61508	Функциональная надежность электрических/электронных/ программируемых электронных систем обеспечения безопасности
ГОСТ	
ГОСТ 21.404-85	Обозначения условные в схемах автоматизации
ГОСТ 12.2.020-76	Классификация и маркировка взрывозащищенного электрооборудования
ГОСТ 22782.5-78	Требования к изоляции взрывозащищенного

Стандарт	Наименование
	оборудования
ГОСТ 12.1.011-78	Классификация взрывоопасных смесей
ГОСТ 24.701-86	Надежность АСУ. Основные положения.
ГОСТ 34.6090	Автоматизированные системы. Стадии создания.
ГОСТ 34.602-89.	Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.
ГОСТ24.104-85	Автоматизированные системы управления. Общие требования.

Приложение 2 – Расшифровка аббревиатур, используемых в проекте.

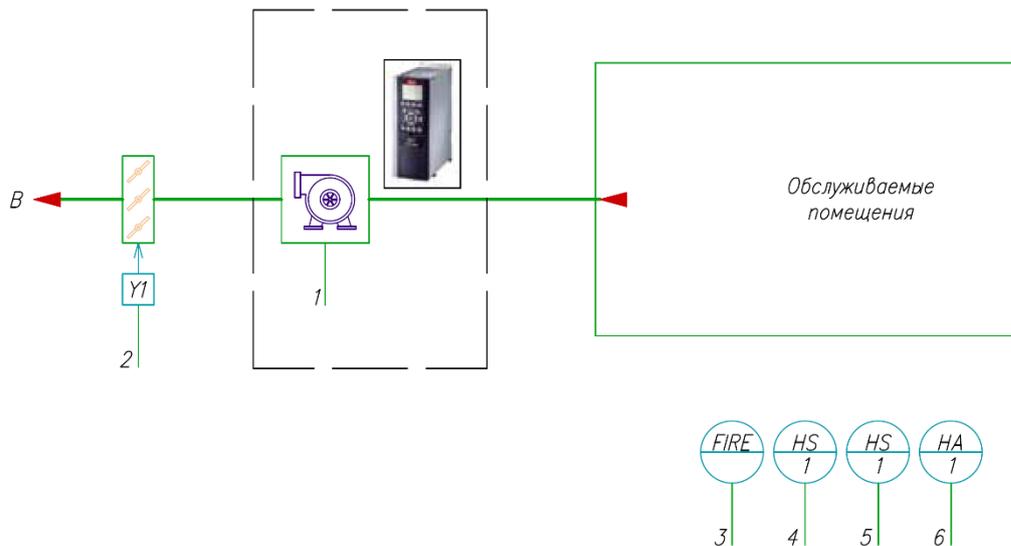
Сокращение	Описание
PCY	Распределенная система управления технологическими процессами
ПАЗ	Автоматизированная система противоаварийной защиты и аварийной

Сокращение	Описание
	сигнализации
МДЭА	Раствор метилдиэтанолamina
SM	Safety Manager (Контроллер ПАЗ)
ЦПУ	Центральный пункт управления (операторная)
PV	Переменная процесса
SP	Задание для регулятора
OP	Регулирующее воздействие
FAT	Заводской Тест-приемка оборудования
IOTA	Терминальная панель входов/выходов
ODBC	Open DataBase Connectivity (Программный интерфейс для доступа к базам данных)
OEP	Панель ввода оператора
CEE	Control Execution Environment (Среда Выполнения Управления)
CM	Control Module (Контейнерный блок приложения Control Builder, содержащий определяемый пользователем набор функциональных блоков).
SCM	Sequence Control Module (Контейнерный блок приложения Control Builder, содержащий определяемый пользователем набор функциональных блоков для осуществления последовательного управления)
FO	Тип «НО» исполнительного механизма
FC	Тип «НЗ» исполнительного механизма
PCDI	Peer Control Data Interface (Интерфейс передачи данных в/из SM)
ВГ	Выхлопной газ
НГ	Нитрозный газ
OEP	Панель ввода оператора
FTE	Fault Tolerant Ethernet (Отказоустойчивая Сеть Ethernet)
FTEB	FTE Bridge (Модуль Моста FTE)
НТР	Нормальный технологический режим
КМА	Комплексный машинный агрегат
АМГ	Аммиак газообразный
АВС	Азото-водородная смесь
НН	Нитрозный газ
ВОЦ	Водооборотный цикл
ГИАП	Государственный институт аммиачного производства
ГНВ	Газ нитрозный выхлопной
БНГ	Блок нагрева газов
ОВГ	Очищенный выхлопной газ
ИТН	Аппарат использующий тепло нейтрализации
АВР	Автоматическое включение резервного
ВУК	Визуальная равномерная колонка

Сокращение	Описание
СИ	Сигналы измерения
ТО	Техническое оборудование
САГА	Система автоматического газового анализа
ТЭП	Технико-экономический параметр
КАС	Карбамидно-аммиачная смесь
САФУ	Сложное азотно – фосфатное удобрение.
КФ смола	Карбаминоформальдегидная смола
ДВП	Древесноволокнистая плита
ТНФ	Тринатрийфосфат
MUX (MTL 838/831)	Устройства уплотнения и ввода-вывода каналов (мультиплексор с искрозащитой и без соответственно)
STIM	Smart Transducer Interface Module (интерфейсный модуль интеллектуального преобразователя - ИМИП)
HART	Highway Addressable Remote Transducer Protocol
TEDS	Transducer Electronic Data Sheet (электронное описание преобразователя – ЭОП)
ЭКМ	Электро-контактный манометр
М/Щ	Местный Щит
КСЗС	Кнопка съёма звукового сигнала
КППС	Кнопка проверки предупредительной сигнализации.
КПАС	Кнопка проверки аварийной сигнализации
КСЗС	Кнопка съёма звукового сигнала
КППС	Кнопка проверки предупредительной сигнализации
КПАС	Кнопка проверки аварийной сигнализации
АО	Аварийный останов
ПО	Плановый останов
ESD	Emergency shutdown
ЭПК	Электропневматический клапан
I/O	Input/Output
PM	Processor Module
ИОМ	Input Output Module
PB (Pb.)	Push Button
LOC	Local
Pos.	Position
EMV	Electromagnetic Valve
PRE.SCH.	Preparedness scheme
CCS	Compressor Control Solution
MD	Режим – mode (Manual (Ручной) или Automatic (Автоматический))
NIM	Network Interface Module

Сокращение	Описание
ИКВ	Integrated Keyboard
PHD	Process History Database
EMDB	Enterprise Model Database
ERDB	Engineering Repository Database
RTDB	Real Time Database
HMI	Human Machine Interface
АСК	Acknowledge
ПУ	Пульт Управления
БТА	Блок Теплоизолирующей Арматуры
DAC	Data Acquisition
АРМ	Автоматизированное рабочее место
ПТК	Программно-технический комплекс
УСО	Устройство связи с объектом
ОТТ	Общие технические требования
ППР	Планово–периодический ремонт
ТП	Технологический процесс
ОУП	Опорно-упорный подшипник

Схема автоматизации вытяжной установки



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

- исполнительный механизм (электропривод)
- ключ управления (кнопка)
- аппаратура, предназначенная для сигнализации (лампочка)

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

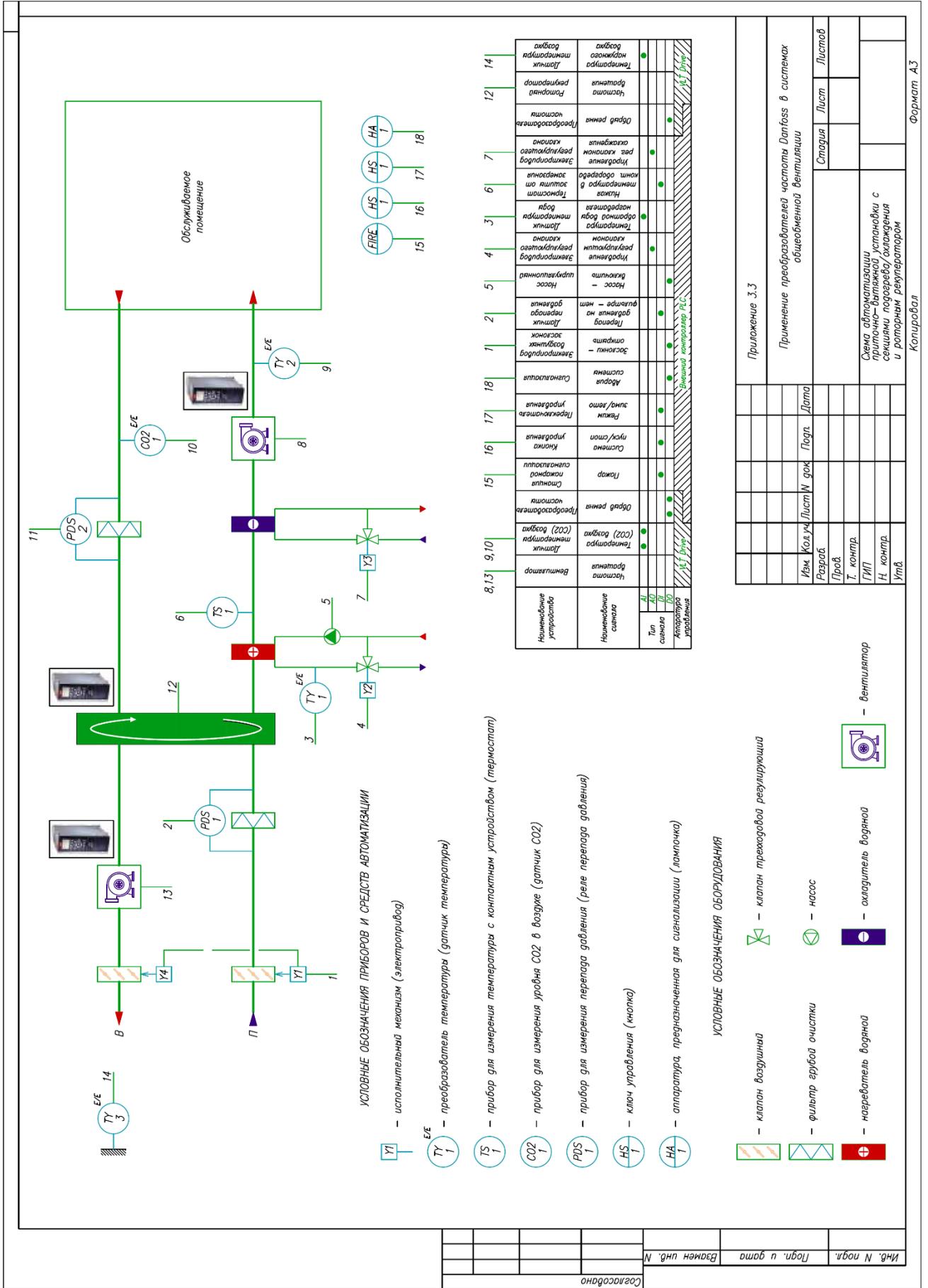
- клапан воздушный
- осевой вентилятор

		1	2	3	4	5	6
Наименование устройства		Вентилятор	Преобразователь частоты	Электропривод воздушной заслонки	Станция пожарной сигнализации	Кнопка управления	Переключатель управления
Наименование сигнала		Частота вращения	Обрыв ремня	Заслонка - открыта	Пожар	Система пуск/стоп	Режим зима/лето
Тип сигнала	AI						
	AO						
	DI				●	●	●
	DO			●			
Аппаратура управления		VLT Drive		Внешний контроллер PLC			

Приложение 3.2

Взамен инв. N									
Погр. и дата									
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата				
Инва. N подл.	Пров.						Стация	Лист	Листов
	Т. контр.							1	1
	ГИП								
	Н. контр.								
	Утв.								
Схема автоматизации вытяжной установки									

Схема автоматизации приточно-вытяжной установки с секциями подогрева/охлаждения и роторным рекуператором



Приложение 3.3

Применение преобразователей частоты Danfoss в системах общеобменной вентиляции

Изм.	Кол. уч.	Лист	И. док.	Год	Дата
Разраб.					
Проб.					
Т. контр.					
ПМП					
Н. контр.					
Утв.					

Формат А3

Копировал

