

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ТОШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор ТХТИ
доц. Муталов Ш.А.

«___» _____ 2016 г.

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

по курсу

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ, МОНТАЖ, НАЛАДКА И
ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ**

Область знаний:	500000 – Инженерные, обрабатывающие и строительные отрасли
Область образования:	520000 – Инженерия и инженерное дело
Направление бакалавриата:	5521800 – Автоматизация и управление
Специальность магистратуры:	5A521802- Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)

Ташкент - 2016 г.

1- лекция. Введение. Понятие об автоматизации и химико-технологических системах (2 часа).

План лекции:

1. Введение;
2. О рейтинговой системе;
3. Понятие об автоматизации и химико-технологических системах;
4. Классификация современных систем управления;
4. Жизненный цикл технической системы автоматизации;
 - замысел;
 - проектирования;
 - монтаж;
 - наладка;
 - эксплуатация.

Введение.

Понятие об автоматизации и химико-технологических системах.

Автоматизация технологических процессов является важнейшим средством повышения производительности труда, сокращения расхода материалов и энергии, улучшение качества продукции и повышение надежности работы. Внедрение современных систем автоматизации технологическими процессами, их эффективная работа, как на вновь строящихся, так и на реконструируемых объектах во многом зависит от содержания, состава и оформления проектной документации, современных методов ведения монтажных работ, соблюдения требований по наладке и эксплуатации технических средств систем автоматизации.

Под химической системой понимают совокупность происходящих в ней физико-химических процессов и средств для их реализации.

Таким образом, химическая система включает: собственно химический процесс, аппарат в котором он проводится, средства для контроля и управления процессом и связи между ними.

ПРИМЕР: регулируемый химический процесс, протекающий в реакторе как система. Информация о течении процесса, полученная первичным преобразователем (пп) подаётся регулятору (Р), который в зависимости от текущего значения параметра вырабатывает воздействие и действует на объект через исполнительный механизм (ИМ).

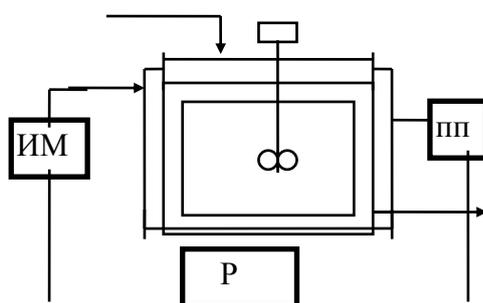


Рис. 1.

В этой химической системе для проведения определенного физико-химического процесса необходимо иметь реактор с мешалкой и систему управления этим процессом.

Система взаимодействует со внешней средой и может быть количественно оценена через свои входы X и выходы Y .

Входами могут быть перерабатываемые управляющие воздействия, сырьё, его количество, состав, температура и т.д. Выходами могут быть количество готового продукта, его качество, температура.

Обычно система подвержена возмущениям Z . Для их компенсации, т.е. для того чтобы система работала в заданном направлении, используют управляющее воздействие U .

Система- это достаточно сложный объект, которую может расчленить (провести декомпозицию) на составляющие элементы или подсистемы. Эти элементы информационно связаны друг с другом и с окружающей средой объекта.

Совокупность связей образуют структуру объекта.

Система имеет алгоритм функционирования, направленный на достижения определенной цели. Все системы можно условно разделить на малые и большие.

Малые системы однозначно определяются свойствами процесса и обычно ограничены одним типовым процессом, его внутренними связями, а также особенностями аппаратурного оформления и функционирования.

Большие системы представляют собой сложную совокупность малых систем и отличаются от них в количественном и качественном отношениях. Примером большой кибернетической системы может служить химический цех или завод (рис.2.).

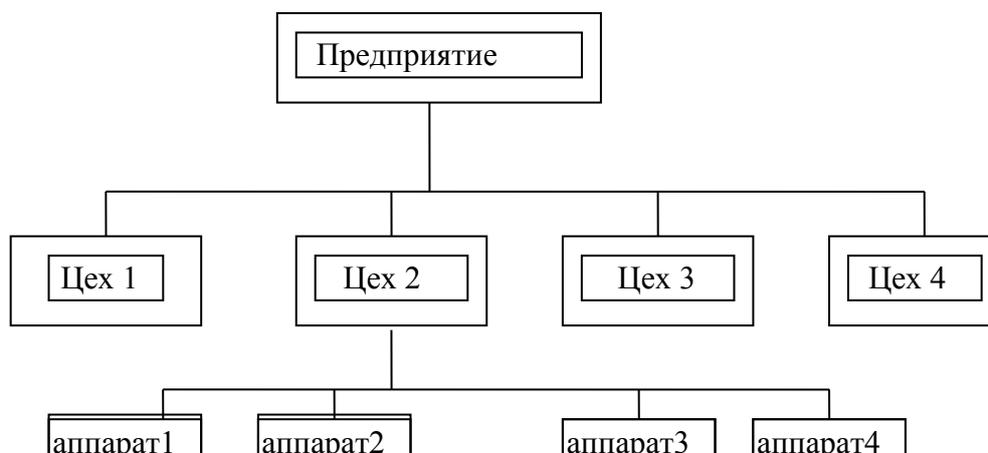


Рис.2.

Классификация современных систем управления;

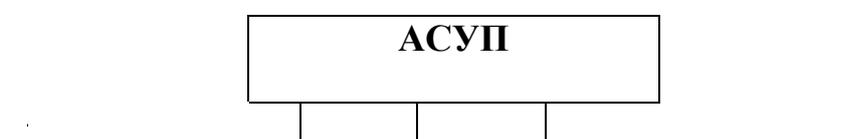
Современные системы управления можно классифицировать по следующим признакам:

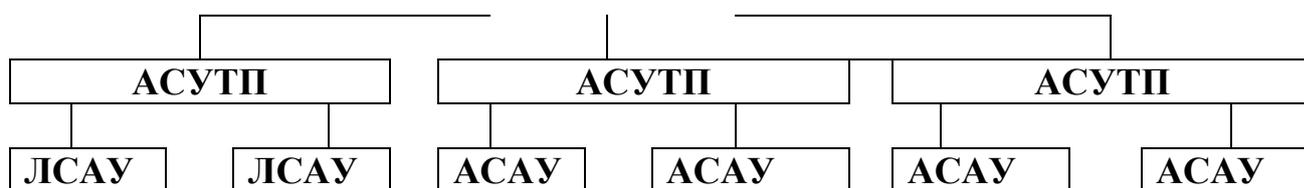
1. По структуре
 - а) одноуровневые (ЛСАУ);
 - б) иерархические (АСУТП и АСУП).
2. По степени сложности
 - а) простые;
 - б) сложные;
 - в) очень сложные.
3. По характеру функционирования
 - а) детерминированные;
 - б) стохастические.
4. По степени автоматизации:
 - а) Системы автоматического контроля и ручного управления;
 - б) Локальные системы автоматического управления;
 - в) Автоматизирование системы управления (АСУ).

Эффективность построения различных АСУ во многом зависит от локальных систем автоматического управления. Локальные системы автоматического управления осуществляет функционирования контроля, сигнализации и регулирования таких технологических параметров как температура, расход давления и т.д.

Они находятся на нижнем уровне иерархии в АСУТП. Поэтому их создание должно идти с учетом требований вышестоящей подсистемы

Современное химическое предприятие, как система большого масштаба, состоит из большого количества взаимосвязанных подсистем, между которыми существуют отношения соподчиненности в виде иерархической структуры с тремя основными ступенями. Каждая подсистема химического предприятия представляет собой совокупность ХТС и системы автоматического управления, действующее как одно целое.





Первую низкую ступень иерархической структуры химического предприятия, образуют типовые процессы в определенном аппаратном оформлении и локальные системы управления ими.

На нижней ступени иерархии химического предприятия происходит структурное обогащение информации, характеризующее функционирование подсистем, а задачу управления подсистемами сводят к локальной стабилизации технологических параметров типовых процессов путем создания систем автоматического регулирования (САР).

Основу второй ступени иерархии химического предприятия составляют агрегаты, комплексы и автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП).

В следствии создания новых высокоинтенсивных технологических процессов, агрегатов большой единичной мощности и реконструкции действующих предприятий с целью оптимизации процессов возникли принципиально новые научно-технические задачи:

- 1) организация работы химических производств и агрегатов в оптимальных режимах по экономическим и энерготехнологическим показателям;
- 2) передача функций управления самому агрегату через оптимальную организацию материальных и энергетических потоков в агрегате, т.е. структура агрегата организуется кибернетически;
- 3) обеспечение надежности функционирования агрегата в связи с применением энерготехнологических систем, появляется необходимость применения управляющих вычислительных машин.

На данной ступени иерархии при управлении подсистемами возникают задачи оптимальной координации работы аппаратов и оптимального распределения нагрузок между ними. Привлекаются принципиально новые методы декомпозиции и агрегации подсистем технологический анализ на основе теории эвристического моделирование, многоуровневая оптимизация и др.

Третья высшая ступень иерархической структуры химического предприятия - это системы оперативного управления совокупностью цехов, системы организации производства, планирование распределения сырья и реализации готовых продуктов - автоматизированная система управления предприятием (АСУП).

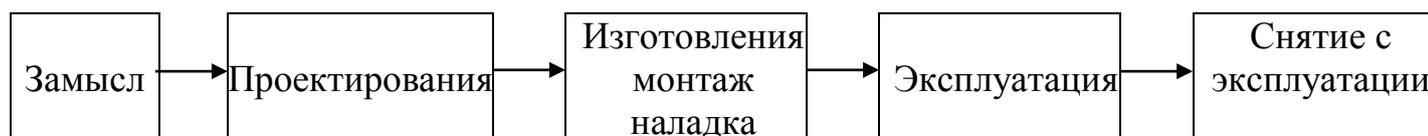
На этой ступени иерархии возникают задачи ситуационного анализа и оптимального управления всем предприятием, для решения которых применяются математические методы системно-техники, линейного

программирования, теории игр, теории информации, теории массового обслуживания и др.

Жизненный цикл технической системы автоматизации

Создания и внедрения систем управления в производство включает несколько последовательных этапов: замысел, проектирования, монтаж, наладка и эксплуатация.

Таким образом жизненный цикл технической системы проходит следующие этапы.



Замысел – сложный творческий процесс. На этом этапе, на основании широкого изучения аналогических задач в отечественной и зарубежной практике формируется идеология построения системы управления. Производится анализ возможных технических и алгоритмических решений. Этап сопровождается научно-исследовательской работой и опытно конструкторскими разработками. Выходом этого этапа является разработка технического задания на проектирования.

Проектирование представляет собой сложный трудоемкий и длительный процесс. С развитием науки и техники особое место занимает сроки проектирования. Если учесть что жизненный цикл технической системы имеет тенденцию к снижению, то нужно сокращать сроки проектирования и внедрения.

Важнейшей задачей этапа проектирования является разработка полного комплекта технической и программной документации на систему.

Выдаваемая техническая документация должна обеспечить как возможность промышленного качественного **изготовления** системы, которая отвечает определенным требованиям, так и надежную эксплуатацию системы.

Состав и содержание технической документации определяется Единой Системой Конструкторской Документации (ЕСКД). Она представляет собой совокупность ГОСТов, ОСТ, РТМ, (руководствующие технические материалы) и СН и П (строительные нормы и правила), в которых описываются правила выполнения, оформления и использования технической конструкторской документации на всех стадиях разработки, изготовления, эксплуатации, ремонта системы управления. Состав, содержания, оформления, программной документации на систему определяется ЕСПД (единая система программной документации).

Монтаж систем автоматизации является вторым этапом работ по автоматизации производства, во время которого осуществляется установка

средств измерений и автоматизации в соответствии с проектом и действующими нормативно-техническими документами подключение к ним всех необходимых коммуникации.

Важнейшим средством сохранения сроков монтажа и повышения его качества является индустриализация монтажных работ путем выполнения возможно большей доли работ на заводах и в монтажно-заготовительных пунктах (мастерских), оснащенных необходимыми инструментами и механизмами. (При этом затраты уменьшаются в 1,5 раза).

После завершения монтажных работ приступают к наладке систем автоматизации. В результате сложной совокупности работ по проверке, регулированию, отладки элементов системы добиваются нормальной работы системы автоматизации.

Эксплуатация систем автоматизации осуществляется операторами–технологами. Система автоматизации является сложным объектом обслуживания, поэтому для надежного и правильного функционирования системы предусматриваются планово профилактические работы (ремонт, метрологическое обеспечение производства, поверка средств измерений и т.д.). Для проведения этих работ организуется служба эксплуатации систем автоматизации.

2-лекция: Основные этапы проектирования локальных систем автоматизации (4 часа).

План лекции:

1. Составление задания на проектирование систем автоматизации;
2. Состав и содержание проектной документации на автоматизацию. Состав графического и текстового материала рабочего проекта;
3. Техническое задание на проектирование.

Основные этапы проектирования локальных систем автоматизации

Проектные работы по автоматизации выполняются отделами автоматизации отраслевых проектных институтов или специализированными организациями работающими по автоматизации. Отраслевые проектные институты обычно являются генеральными проектировщиками. Проектирование систем автоматизации ведется на основании технико-экономического обоснования (ТЭО) и в соответствии с заданием на проектирование. При необходимости в состав предпроектных работ входит и НИР.

Составление задания на проектирование

Задание на проектирование составляется заказчиком с участием Генерального проектировщика, а для систем автоматизации и с участием разработчика этих систем. (часто составляет сами специалисты по

автоматизации). Порядок утверждений задания на проектирования устанавливается соответствующими СНиП.

В состав ТЗ (технического задания) в общем случае входят основания для проектирования, сроки начала и окончания, стадийность проектирования, наименование организаций (генпроектировщик, субподрядчик), перечень пусковых комплексов, основные технико-экономические показатели и требования по выполнению НИР и ОЭР.

Задание на проектирования локальных систем автоматизации также содержит:

- перечень цехов, агрегатов и установок и технологической схемы;
- перечень функциональных задач автоматизации;
- перечень контролируемых и регулируемых величин;
- рекомендации по структуре управления и расположению щитов и пультов;

Вместе с заданием представляются все необходимые данные и материалы для проектирования, к которым относятся:

- Чертежи производственных помещений и технологического оборудования;
- сведения по источникам электроэнергии и сжатого воздуха;
- характеристика производственных помещений и т.д.

Проектирование проводится в одну стадию (рабочий проект) или в две стадии (Технический проект и рабочий проект). При проектировании простых локальных систем управления применяют одностадийное проектирование.

Состав и содержание проектной документации по автоматизации

В состав рабочего проекта при выполнении одностадийного проектирования входят следующие **графические материалы**:

- структурные схемы управления автоматизированными производствами;
- схемы автоматизации технологических процессов;
- Принципиальные схемы (Электрические, пневматические) контроля, управления, технологической сигнализации и питания технических средств системы;
- документации на щиты и пульты (общий вид, таблицы соединений и подключений);
- схемы соединения и подключения внешних проводок;
- чертежи расположения проводок и оборудования (план трасс);
- чертежи установки вспомогательной аппаратуры;
- чертежи не стандартизованного оборудования.

Состав текстового материала

К текстовым материалам входят:

- Пояснительная записка;

- Таблицы исходных данных и результатов расчета сужающих устройств и регулирующих органов;
- Спецификация оборудования;
- Смета стоимости оборудования и монтажа;
- Перечень нормалей, включающие типовые чертежи монтажа средств автоматизации;

Документацию на щиты относят к прилагаемым материалам.

При выполнении рабочих чертежей нужно учесть индустриализацию монтажных работ.

Техническое задание на проектирование

Для согласования проекта по автоматизации с другими частями комплексного проекта промышленного объекта составляются технические задания:

- задания на обеспечение установок автоматизации электроэнергией, сжатым воздухом, теплоносителем и хладагентом;
- задание на помещения операторских и диспетчерских пунктов;
- задания на обеспечение связи;
- задания на выполнение отдельных работ (например: теплоизоляция трубных проводок, освещение площадок, размещение отборных устройств, регулирующих органов на технологическом оборудовании).

Все задания передаются генеральному проектировщику.

3–лекция: Структурные схемы управления и контроля (6 часа).

План лекции:

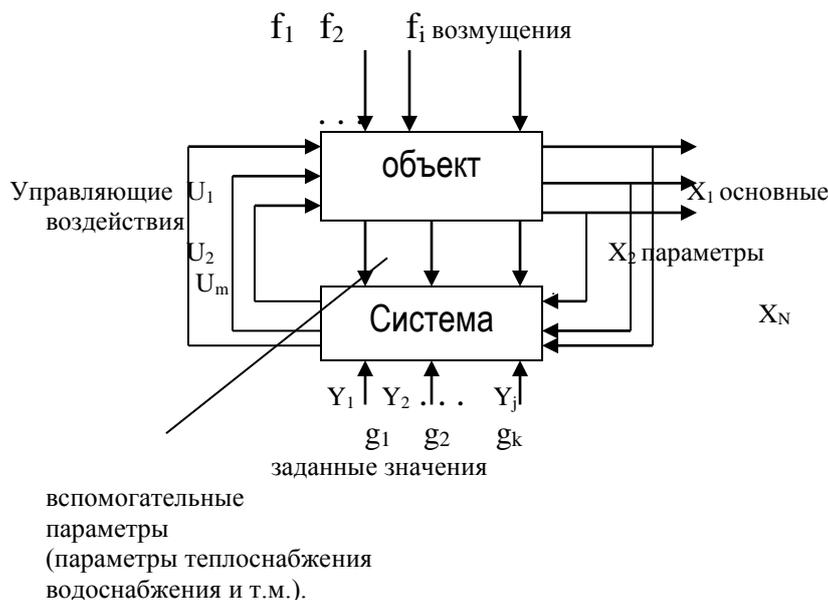
1. Структурные схемы управления и контроля
 - одноуровневые децентрализованные и централизованные структуры управления;
 - многоуровневая структура управления;
2. Содержание структурных схем контроля и управления;
3. Выполнение структурных схем контроля и управления.
4. Условные изображения основных подразделений и пунктов управления:
 - условные обозначения функциональных групп технических средств;
 - условные обозначения функций технических средств.

Структурные схемы управления и контроля

При разработке проекта автоматизации в первую очередь необходимо определить, с каких мест те или иные участки объекта будут управляться, где будут размещаться пункты управления, операторские помещения, какова будет взаимосвязь между ними, то есть нужно определит структуру управления.

Исходные данные для выбора структуры управления и её иерархии оговариваются заказчиком при выдаче задания.

В общем виде структурную схему системы автоматизации можно представить:

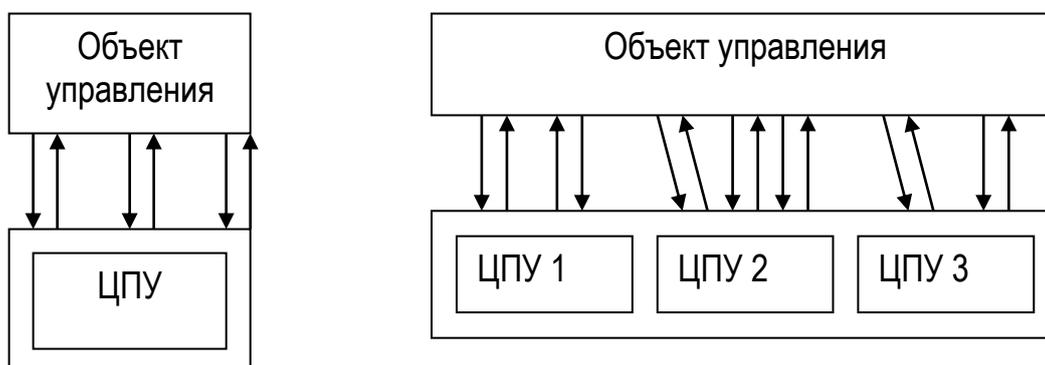


В этой схеме не расшифровывается из каких пунктов управления состоит система (одноуровневая или многоуровневая система).

Одноуровневые и многоуровневые структуры управления

Существуют одноуровневые децентрализованные и централизованные и многоуровневая структуры управления. Структурная схема одноуровневого централизованного управления можно представить следующим образом.

Здесь показаны основные потоки информации от объекта к СУ и от СУ к объекту (управляющих воздействии).

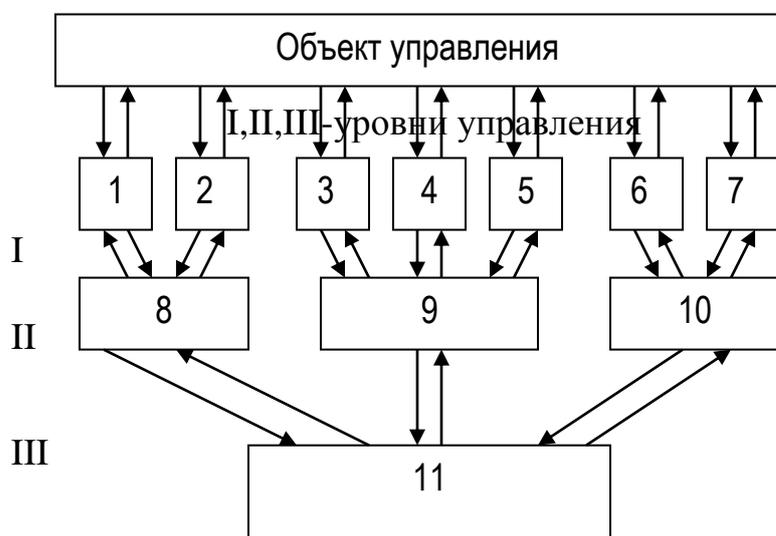


В структурной схеме одноуровневого децентрализованного управления, отдельные ЦПУ (ЦПУ 1, ЦПУ 2 и ЦПУ 3) управляют отдельными подразделениями производства.

Одноуровневые централизованные системы применяются в основном для управления несложными объектами или объектами, расположенными на небольшом расстоянии.

Если отдельные подразделения производства разбросаны и находятся на значительном расстоянии друг от друга, то более приемлимым становится одноуровневые децентрализованные системы управления.

При управлении сложными технологическими процессами с целью наиболее оптимальной организации управления можно использовать многоуровневые системы управления.



Отдельные технологические установки управляются децентрализованно с пунктов управления 1-7.

Наиболее ответственные параметры с объектов передаются на пункты управления второго уровня 8-10.

Основные параметры определяющие ход технологического процесса в целом управляются с пункта 11, третьего уровня.

Структурные схемы управления рекомендуется выполнять в соответствии с руководящими техническими материалами (РТМ 252.40-76 Минприбора).

Содержание структурных схем контроля и управления

Структурные схемы контроля и управления содержат:

- условные изображения основных функциональных подразделений с необходимой степенью детализации (производства, цеха, участки, линии и т.д.);
- условные изображения основных пунктов управления (местных щитов, операторских, диспетчерских и т.д.);
- условные изображения основных и вспомогательных служб предприятия;
- условное обозначение основных функций, реализуемых на каждом пункте управления;
- условное изображение технических средств;
- условное изображение линий связи между производством, пунктами управления, службами предприятия;
- перечни технических средств и функций.

При составлении структурных схем масштабы не соблюдаются.

Выполнение структурных схем контроля и управления

Условное изображение основных подразделений и пунктов управления выполняются в виде прямоугольников. Прямоугольники разделяют по горизонтали на несколько частей. В верхней части указываются наименование агрегатов, линий, а в нижней - название отделения или участка. В этих же прямоугольниках указывается наименования производства.

В прямоугольниках, изображающих пункты управления по горизонтали выделяется пять частей.

1. В верхней части дается наименование пункта управления (диспетчерский пункт производства, операторский пункт цеха и т.д.);
2. Далее (сверху вниз), указывается технический персонал, ответственный за принятие решений (сменный диспетчер, оператор и т.д.);
3. В третьей части прямоугольника приводится наименование основных устройств, установленных в данном пункте (шит контроля, пульт управления, мнемосхема УВК, средства связи и т.д.);
4. В четвертой указывается условные обозначения функциональных групп технических средств;
5. В пятой указываются условные обозначения функций технических средств.

Условные обозначение функциональных групп технических средств.

Д–датчики автоматические
С–сигнализаторы
ИЦ–индикаторы цифровые
ИА–индикаторы аналоговые
Р–регуляторы локальные
РА–регистраторы аналоговые
КА–коммандоаппараты
СУ–станции и панели управления ИУ
ЗД–задающее устройство
ПР–процессор
ВЗУ–внешнее запоминающее устройство
ВГ–устройство символьной индикации
ВВУ–вводно-выводное устройство
УП–устройство печати
УСО–устройство связи с объектом

ПРВ—пульт ручного ввода данных

ДС—аппаратура диспетчерской операторной связи

ПГС-аппаратура производственной громкоговорящей связи

Условные обозначения функций технических средств:

- 1-контроль параметров;
- 2-дистанционное управление технологическим оборудованием и исполнительными устройствами;
- 3-измерительное преобразование;
- 4-контроль и сигнализация состояния оборудования;
- 5-стабилизирующие регулирование;
- 6-выбор режима работы регуляторов и ручное управление задатчиком;
- 7-ручной ввод данных;
- 8-регистрация параметров;
- 9-расчет ТЭП;
- 10-учет производства и согласование данных за смену;
- 11-диагностика технологических линий;
- 12-распределение нагрузок технологических линий;
- 13-оптимизация отдельных технологических процессов;
- 14-анализ состояния технологических процессов;
- 15-прогнозирование основных показателей производства;
- 16-оценка работы смены;
- 17-контроль выполнения плановых заданий;
- 18-контроль проведения ремонтов;
- 19-подготовка и выдача оперативной информации в АСУ ТП;
- 20-получение производственных ограничений и заданий от АСУ ТП.



Сменный мастер	Начальник смены														Сменный технол							
Дежурный персонал	Шит Кип		Мнемо схема		УВК						Средства связи				Дежурный лобарант							
Средство связи	ЗД	ИА	РА	С	КА	СУ	ПР	ВВ	ВУ	ВЗ	У	П	ВГ	УП	УСО	ДС	ПГ	С	Средства связи	Пульт		
ДС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14							ДС	ПРВ

МПУ участки первичной пер. оператор	МПУ участки тепловой обраб аппаратчик	МПУ участки фасовки оператор	МПУ участки умл оператор	МПУ участки уо аппаратчик	МПУ участки уто аппаратчик	МПУ уф оператор
Шит КИП	Шит КИП	Шит КИП	Шит КИП	Шит КИП	Шит КИП	Шит КИП
Средство связи	Средст связи	Средс связи	Средс связи	Средст связи	Средст связи	Средс связи
Д	КА	Р	Р	А	С	

Мойка	инспекция	Шпарка	Протирка	Вакуум	ВА №2	ВА №3	Линия №1	Л №2	Л №3	Л №4	Мойка	инспекция	Шпарка	Протирка	фильтрован	ВА №1	ВА №2	ВА №3	Линия №1	Линия №2	Линия №3																						
Участок первичной переработки				Участок тепловой обработки				Протирка				Участок первичной переработки		Участок фасовки		Участок первичной переработки		Участок фасовки и пастеризации																									
Производство соков с мякотью																						Производство осветленных соков																					

4- лекция: Схемы автоматизации (СА) технологических процессов (4 часа)

План лекции:

Задачи решаемые при составлении схем автоматизации:

1. Анализ технологического процесса;
2. Анализ существующих схем автоматизации;
3. Выбор измерительных приборов и чувствительных элементов;
4. Выбор вторичных приборов;
5. Выбор регулирующих приборов-регуляторов;

Задачи решаемые при составлении схем автоматизации

Схемы автоматизации (СА) – это основной документ проекта и служит основанием для разработки остальных чертежей проекта. Поэтому СА определяет уровень автоматизации объекта. При составлении СА решаются следующие задачи:

1. Анализ технологического процесса;

Только глубокие знания технологии позволяют обоснованно решить задачи автоматизации, правильно выбирать контролируемые и управляемые величины, установить диапазон их изменения, рабочее значение (номинальное), определить характер возмущений и правильно выбрать главные управляющие воздействия.

2. Анализ существующих схем автоматизации:

Окончательное решение по СА принимаются после анализа существующих схем автоматизации.

- Предлагаемая СА должна обеспечить высокие технико-экономические показатели;

- Анализ статических и динамических характеристик объекта, определение структуры схем регулирования. ($y = f(x_1 x_2 x_3)$);

- В результате анализа выбираются основные каналы регулирования (регулирующего воздействия);

- Выбор на технологической схеме точек контроля или отбора импульсов для регулирующей системы.

Выбор точек контроля влияет на параметры настройки регулятора т.к. с изменением точек контроля меняются статические и динамические характеристики объекта. Поэтому место установки датчиков нужно производить с учетом статических и динамических характеристик объекта.

3. Выбор измерительных приборов и чувствительных элементов

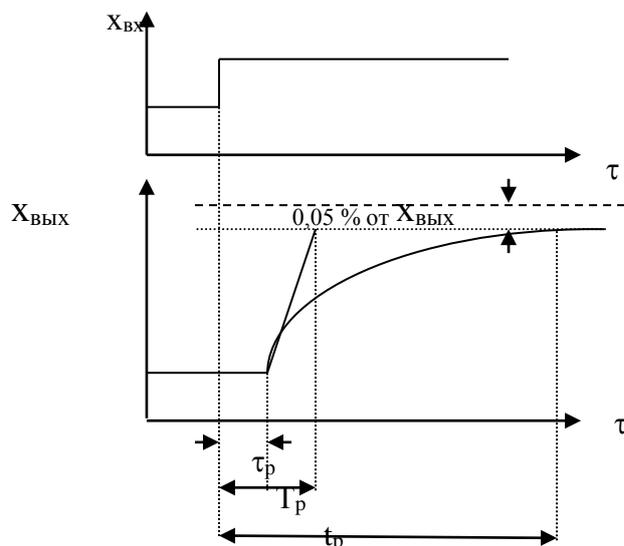
а) Обычно в задании на проектирование указываются основные технологические параметры и показатели, значение которых нужно контролировать (регулировать) в процессе работы объекта. При этом нужно учитывать, что избыток информации не только удорожает систему, но и усложняет ее обслуживание.

При выборе приборов нужно стремиться выбирать в основном серийно выпускаемые приборы.

б) В зависимости от условий технологического процесса и ее требований выбирают приборы различного качества. Качество измерительного прибора определяется точностью измерения, чувствительностью, быстродействием и надежностью. Обычно выбирают приборы с классом точности $0,25 \div 1,5$; чувствительностью $0,05 \pm 0,1\%$ от диапазона; быстродействие не более 16 с. (время пробега).

2. При выборе чувствительного элемента нужно учитывать характеристики измеряемой среды (диапазон изменения, агрессивность среды) и их динамические свойства (Постоянная времени T и время переходного процесса t_p а также время начала реагирования τ_p)

На графике показана методика определения T_p , t_p , τ_p .



Эти измерительные приборы могут быть комплектованы пневматическими или электрическими преобразователями. Пневматические преобразователи (выходной сигнал 0,02÷0,1 МПа) обычно применяются в пожаро - и взрывоопасных производствах и обладают значительной инерционностью. Дистанционная передача до 300м. Класс точности 1.

Электрические преобразователи являются безинерционными. Различают индуктивные, омические, сельсинные, дифференциально-трансформаторные, ферродинамические, электросиловые и частотно-силовые преобразователи. Класс точности 0,5 и 1.

Преимущество – возможность передачи информации в большие расстояния, недостаток – влияние электрических и магнитных полей.

4. Выбор вторичных приборов

б) При составлении СА выбор вторичных приборов нужно осуществлять с учетом следующих классификационных признаков:

1. По классу точности (0,25, 0,5; 1,0, 1,5);
2. По динамическим свойствам – быстродействию;
3. По габаритам (нормальные, малогабаритные, миниатюрные);
4. По числу измеряемых величин;
5. По виду шкалы (прямолинейные, круглые, с вращающей шкалой)
6. По характеристике исполнения (искробезопасные, тропические и нормальные).
7. По характеру отсчета (цифровые, аналоговые, дискретно-аналоговые).

Показывающие приборы применяются для оперативного контроля. Важнейшие показатели технологического процесса контролируются показывающими и самопишущими приборами (с ленточной или дисковой диаграммой).

Приборы с цифровым отсчетом применяют при контроле медленно изменяющихся величин, когда нужно измерить с высокой точностью.

При выборе шкалы прибора нужно предусмотреть чтобы максимум измеряемой величины лежала в пределах последней четверти (за исключением приборов с упругими чувствительными элементами $(0,5 \div 0,7)$).

Пример: При подборе прибора для измерения t , P и других параметров нужно в первую очередь определить требования на точность измерения параметра, выбор диапазона измерения, класс точности измерительного прибора, метода измерения, чувствительного элемента прибора и вторичного прибора.

5. Выбор регулирующих приборов-регуляторов

Выбор регуляторов осуществляется в зависимости от:

- вида энергии внешнего источника (электрические, пневматические и гидравлические);
- характера выходного сигнала (непрерывные, дискретные);
- от закона регулирования (Пз, П, И, ПИ, ПД, ПИД).

Используя эти регуляторы составляют САР. Различают САР по возмущению, САР по отклонению и комбинированный САР. Качество работы САР во многом зависит от правильного определения канала воздействия на процесс, а также от правильного выбора закона регулирования.

Выбор регуляторов осуществляют начиная с одноконтурной системы регулирования и простейшего закона регулирования. Закон регулирования усложняют до тех пор, пока не добьются требуемого качества регулирования. Если требуемое качество не достигается в одноконтурном регулировании, то анализируют возможность применения многоконтурного регулирования.

5,6-лекции. Выполнение схем автоматизации. ГОСТ 21-404-85. (СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные, приборов и средств автоматизации в схемах) (8-часа).

План лекции:

1. Назначение функциональных схем;
2. Изображение технологического оборудования и коммуникаций. Условные цифровые обозначения трубопроводов для жидкостей и газов по ГОСТ 2.784-70;
3. Изображение средств измерения и автоматизации. ГОСТ 21.404-85:
 - Основные условные обозначения приборов и средств автоматизации по ГОСТ 21.404-85;
 - Буквенные условные обозначения по ГОСТ 21.404-85;
 - Дополнительные буквенные обозначения, отражающие функциональные признаки приборов по ГОСТ 21.404 — 85;
 - Дополнительные обозначения, отражающие функциональные признаки преобразователей сигналов и вычислительных устройств по ГОСТ 21.404-85;

- Размеры графических условных обозначений приборов и средств автоматизации по ГОСТ 21.404 – 85.

4. Примеры построения условных обозначений по ГОСТ 21.404-85;

5. Примеры выполнения функциональных схем.

Назначение функциональных схем

Функциональные схемы являются основным техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации.

При разработке функциональных схем автоматизации технологических процессов необходимо решать следующие:

- получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;

- непосредственное воздействие на технологический процесс для управления им;

- стабилизация технологических параметров процесса;

- контроль и регистрация технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

Системы автоматизации технологических процессов содержат машинно-аппаратурную схему, на которой с помощью условных обозначений изображают органы управления, приборы и средства автоматизации.

Существует два варианта выполнения схем автоматизации:

- упрощенный;

- развернутый.

Технологические оборудования в схемах автоматизации изображают без масштаба и располагают в 2/3 верхней части чертежа. Выполнение технологической схемы осуществляется с использованием ГОСТ 2.785-70, ГОСТ 14202-69, ГОСТ 21106-78, ГОСТ 2 721-74.

Контурные оборудования в этих схемах вычерчивают тонкими линиями (до 0,5 мм), а коммуникации более толстыми (1-2мм). На линиях Пересечения, если они соединяются ставится точка, отсутствие точки означает, отсутствие соединения (+).

На схемах автоматизации приборы и средства автоматизации изображаются в соответствии с ГОСТ 21.404-85 («СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные, приборов и средств автоматизации в схемах»).

Устройства и аппаратура вспомогательного назначения (реле, выключатели, фильтры, редукторы и т.д.) на схеме автоматизации не изображаются.

На схемах автоматизации также изображаются комплектные устройства (вычислительные устройства, комплексы и т.д.).

В нижней части чертежа (примерно в 1/3 части высоты) под технологической схемой, размещают прямоугольники, в которых изображают аппаратуру системы автоматизации.

Вычислительные устройства, комплексы не имеют специального изображения по ГОСТ и поэтому они в схемах автоматизации изображаются в виде прямоугольников.

В прямоугольниках средства автоматизации располагаются в следующей последовательности:

- приборы по месту;
- приборы на щите;
- оперативный щит;
- центральный диспетчерский щит;
- вычислительное устройство и т.д.

Изображение технологического оборудования и коммуникаций

Технологическое оборудование и коммуникации при разработке функциональных схем должны изображаться, как правило, упрощенно. Однако изображенная таким образом технологическая схема должна давать ясное представление о принципе ее работы и взаимодействии со средствами автоматизации.

На технологических трубопроводах обычно показывают ту регулирующую и запорную арматуру, которая непосредственно участвует в контроле и управлении процессом, а также запорные и регулирующие органы, необходимые для определения относительного расположения мест отбора импульсов или поясняющие необходимость измерений. В отдельных случаях некоторые элементы технологического оборудования допускается изображать на функциональных схемах в виде прямоугольников с указанием наименования этих элементов или не показывать вообще.

Технологические коммуникации и трубопроводы жидкости и газа изображают условными обозначениями в соответствии с ГОСТ 2.784 — 70, приведенными в таблице 5.1.

Для более детального указания характера среды к цифровому обозначению может добавляться буквенный индекс, например вода чистая — 1ч, пар перегретый — 2п, пар насыщенный — 2н и т. п. Условные числовые обозначения трубопроводов следует проставлять через расстояния не менее 50 мм.

Условные цифровые обозначения трубопроводов для жидкостей и газов по ГОСТ 2.784-70 (Таблица 5.1.)

Наименование среды, транспортируемой трубопроводом	Обозначение
Вода	-1-1-
Пар	-2-2-
Воздух	-3-3-
Азот	-4-4-
Кислород	-5-5-
Инертные газы:	
аргон	-6-6-
неон	-7-7-
гелий	-8-8-
криптон	-9-9-
ксенон	-10-10-
Аммиак	-11-11-
Кислота (окислитель)	-12-12-
Щелочь	-13-13-
Масло	-14-14-
Жидкое горючее	-15-15-
Горючие и взрывоопасные газы :	
водород	-16-16-
ацетилен	-17-17-
фреон	-18-18-
метан	-19-19-
этан	-20-20-
этилен	-21-21-
пропан	-22-22-
пропилен	-23-23-
бутан	-24-24-
бутилен	-25-25-
Противопожарный трубопровод	-26-26-
Вакуум	-27-27-

Для жидкостей и газов, не предусмотренных в таблице 5.1, допускается использовать для обозначения другие цифры, но обязательно с необходимыми пояснениями новых условных обозначений.

Если обозначения трубопроводов на технологических чертежах не стандартизированы, то на функциональных схемах автоматизации следует применять условные обозначения, принятые в технологических схемах.

На трубопроводах, на которых предусматривается установка отборных устройств и регулирующих органов, указывают диаметры условных проходов.

Изображение средств измерения и автоматизации ГОСТ 21.404-85

Приборы, средства автоматизации, электрические устройства и элементы вычислительной техники на функциональных схемах автоматизации показываются в соответствии с ГОСТ 21.404-85 и отраслевыми нормативными документами.

При отсутствии в стандартах необходимых изображений разрешается применять нестандартные изображения, которые следует выполнять на основании характерных признаков изображаемых устройств.

ГОСТ 21.404 - 85 предусматривает систему построения графических и буквенных условных обозначений по функциональным признакам, выполняемым приборами (табл. 3.2).

В стандарте установлены два способа построения условных обозначений: упрощенный и развернутый.

Для упрощенного способа построения достаточно основных условных обозначений, приведенных в табл. 5.2, и буквенных обозначений, приведенных в табл. 5.3.

Развернутый способ построения условных графических обозначений может быть выполнен путем комбинированного применения основных (табл. 5.2 и 5.3) и дополнительных обозначений, приведенных в табл. 5.4 и 5.5.

Сложные приборы, выполняющие несколько функций, допускается изображать несколькими окружностями, примыкающими друг к другу.

Методика построения графических условных обозначений для упрощенного и развернутого способов является общей.

В верхней части окружности наносятся буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора.

Основные условные обозначения приборов и средств автоматизации по ГОСТ 21.404-85 (Таблица 5.2.)

Наименование	Обозначение
Первичный измерительный преобразователь (датчик), прибор, устанавливаемый по месту	
Прибор, устанавливаемый на щите	
Отборное устройство без постоянно подключенного прибора (служит для эпизодического подключения приборов во время наладки, снятия характеристик и т. п.)	

Исполнительный механизм. Общее обозначение. (Положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала не регламентируется)	
Исполнительный механизм, открывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала	
Исполнительный механизм, закрывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала	
Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала оставляет регулирующий орган в неизменном положении	
Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом (обозначение может применяться в сочетании с любым из дополнительных знаков, характеризующих положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала)	
Регулирующий орган	
Линия связи	
Пересечение линий связи без соединения друг с другом	
Пересечение линий связи с соединением между собой	

Буквенные условные обозначения по ГОСТ 21.404-85 (Таблица 5.3.)

Обозначение	Измеряемая величина		Функции, выполняемые прибором		
	Основное назначение первой буквы	Дополнительное назначение, уточняющее назначение первой буквы	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное назначение
A	-	-	Сигнализация	-	-
B	-	-	-	-	-
C	-	-	-	Регулирование управления	-
Д	Плотность	Разность давления	-	-	-
Е	Любая электрическая величина	-	-	-	-
F	Расход	Соотношение, доля, дробь	-	-	-
G	Размер, положение, перемещение	-	-	-	-
Н	Ручное воздействие	-	-	-	Верхний предел измеряемой величины
I	-	-	Показание	-	-
J	-	Автоматическое переключение, обегание	-	-	-
К	Время, временная программа	-	-	-	-
L	Уровень	-	-	-	Нижний предел измеряемой величины
М	Влажность	-	-	-	-
N	Резервная буква	-	-	-	-
O	Резервная буква	-	-	-	-
P	Давление, вакуум	-	-	-	-

Q	Величина характеризующая качество состав, концентрацию и т. п.	Интегрирование суммирование по времени	-	-	-
R	Радиоактивность	-	Регистрация	-	-
S	Скорость, частота	-	-	Включение, отключение, переключение сигнализация	-
T	Температура	-	-	-	-
U	Несколько разнородных измеряемых величин	-	-	-	-
Y	Вязкость	-	-	-	-
W	Масса	-	-	-	-
X	Нерекомендуемая резервная буква	-	-	-	-

Дополнительные буквенные обозначения, отражающие функциональные признаки приборов по ГОСТ 21.404 — 85 (Таблица 5.4.)

Наименование	Обозначение
Чувствительный элемент (первичное преобразование)	<i>E</i>
Дистанционная передача (промежуточное преобразование)	<i>T</i>
Станция управления	<i>K</i>
Преобразование; вычислительные функции	<i>У</i>

В нижней части окружности наносится позиционное обозначение (цифровое или буквенно-цифровое), служащее для нумерации комплекта измерения или регулирования (при упрощенном способе построения условных обозначений) или отдельных элементов комплекта (при развернутом способе построения условных обозначений).

Порядок расположения буквенных обозначений в верхней части (слева направо) должен быть следующим: обозначение основной измеряемой величины; обозначение, уточняющее (если необходимо) основную измеряемую величину; обозначение функционального признака прибора.

Функциональные признаки (если их несколько в одном приборе) также располагаются в определенном порядке.

Пример построения условного обозначения прибора для измерения, регистрации и автоматического регулирования перепада давления приведен на рис. 5.1.

При построении условных обозначений приборов следует указывать не все функциональные признаки прибора, а лишь те, которые используются в данной схеме. Так, при обозначении показывающих и самопишущих приборов (если функция «показание» не используется) следует писать *TR* вместо *TIR*, *PR* вместо *PIR* и т. п.



Рис. 5.1. Пример построения условного обозначения прибора для измерения, регистрации и автоматического регулирования перепада давления.

При построении условного обозначения сигнализатора уровня, блок сигнализации которого является бесшкальным прибором и снабжен

контактным устройством и встроенными сигнальными лампами, следует писать:

а) *LS* — если прибор используется только для дистанционной сигнализации отклонения уровня, включения, выключения насоса, блокировок и т. д.;

б) *LA* — если используются только сигнальные лампочки самого прибора;

в) *LSA* — если используются обе функции в соответствии с а) и б);

г) *LC* — если прибор используется для позиционного регулирования уровня.

Дополнительные обозначения, отражающие функциональные признаки преобразователей сигналов и вычислительных устройств по ГОСТ 21.404-85 (Таблица 5.5.)

Наименование	Род сигнала:
Род сигнала:	
электрический	E
пневматический	P
гидравлический	G
Виды сигнала:	
аналоговый	A
дискретный	D

Размеры графических условных обозначений приборов и средств автоматизации по ГОСТ 21.404 - 85

Размеры графических условных обозначений по ГОСТ 21.404 — 85 приведены в табл. 5.6.

Условные графические обозначения на схемах должны выполняться линиями толщиной 0,5 — 0,6 мм.

Горизонтальная разделительная черта внутри обозначения и линии связи должны выполняться линиями толщиной 0,2 — 0,3 мм.

В обоснованных случаях (например, при позиционных обозначениях, состоящих из большого числа знаков) для обозначения первичных преобразователей и приборов допускается вместо окружности применять обозначения в виде эллипса.

Размеры графических условных обозначений приборов и средств автоматизации по ГОСТ 21.404 - 85 (таблица 5.6.)

<p>Первичный измерительный преобразователь (датчик), прибор (контролирующий, регулирующий):</p> <p>базовое обозначение</p> <p>допускаемое обозначение</p> <p>Отборное устройство</p> <p>”””</p> <p>Исполнительный механизм</p> <p>Регулирующий орган</p>	
--	--

При использовании условных обозначений по ГОСТ 21.404-85 необходимо руководствоваться следующими правилами:

1) буква *A* (см. табл. 5.3) применяется Для обозначения функции сигнализации при упрощенном способе построения условных обозначений, а также при развернутом способе, когда для сигнализации используются лампы, встроенные в сам прибор. Во всех остальных случаях для обозначения контактного устройства прибора применяется буква *S* и при необходимости символ лампы, гудка, звонка.

Сигнализируемые предельные значения измеряемых величин следует конкретизировать добавлением букв *H* и *L*. Эти буквы наносятся вне графического обозначения, справа от него (см. табл. 5.7, пп. 31, 32).

Букву *S* не следует применять для обозначения функции регулирования (в том числе позиционного);

2) для конкретизации измеряемой величины около изображения прибора (справа от него) необходимо указывать наименование или символ измеряемой величины, например «напряжение», «ток», pH, O₂ и т. д. (см. табл. 5.7, пп. 41-43);

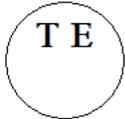
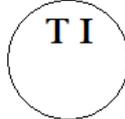
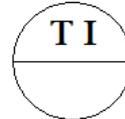
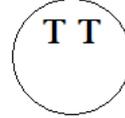
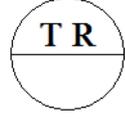
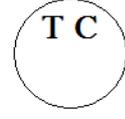
3) в случаях необходимости около изображения прибора допускается указывать вид радиоактивности, например α-, β- или γ-излучение (см. табл. 5.7, п. 44);

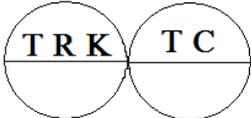
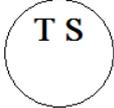
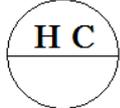
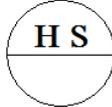
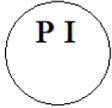
Примеры построения условных обозначений по ГОСТ 21.404—85

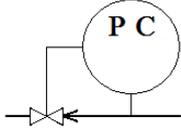
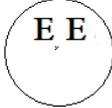
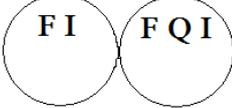
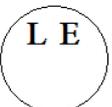
Примеры построения условных обозначений, устанавливаемых ГОСТ 21.404-85, приведены в таблице 5.7.

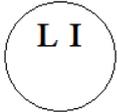
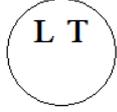
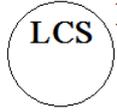
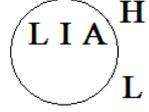
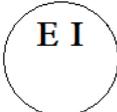
Таблица 5.7.

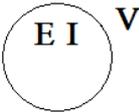
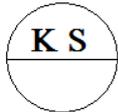
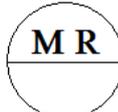
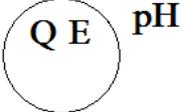
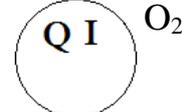
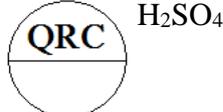
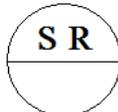
Наименование	Обозначение
--------------	-------------

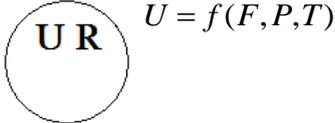
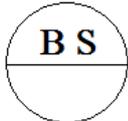
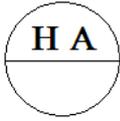
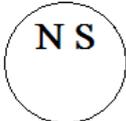
<p>Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту (термометр термоэлектрический, термометр сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра и т. п.)</p>	
<p>Прибор для измерения температуры, показывающий, установленный по месту (термометр ртутный, термометр манометрический и т. п.)</p>	
<p>Прибор для измерения температуры, показывающий, установленный на щите (милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.)</p>	
<p>Прибор для измерения температуры, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (термометр манометрический бесшкальный с пневмо- или электропередачей)</p>	
<p>Прибор для измерения температуры, одноточечный, регистрирующий, установленный на щите (милливольтметр самопишущий, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.)</p>	
<p>Прибор для измерения температуры с автоматическим обегющим устройством, регистрирующий, установленный на щите (потенциометр многоточечный самопишущий, мост автоматический т. п.)</p>	
<p>Прибор для измерения температуры, регистрирующий, установленный на щите (термометр манометрический, милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.)</p>	
<p>Регулятор температуры, бесшкальный, установленный по месту (например, дилатометрический регулятор температуры)</p>	

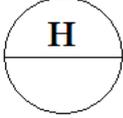
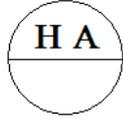
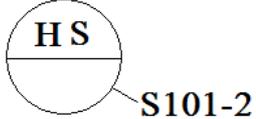
Комплект для измерения температуры, регистрирующий, регулирующий, снабженный станцией управления, установленный на щите (например, вторичный прибор и регулирующий блок системы «Старт»)	
Прибор для измерения температуры, бесшкальный, с контактным устройством, установленный по месту (например, реле температурное)	
Байпасная панель дистанционного управления, установленная на щите	
Переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых воздушных линий, установленных на щите	
Прибор для измерения давления (разрежение), показывающий, установленный по месту (любой показывающий манометр, дифманометр, тягомер, напоромер, вакуумметр и т.п.)	
Прибор для измерения перепада давления, показывающий, установленный по месту (например, дифманометр показывающий)	
Прибор для измерения давления (разрежения), бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, манометр, дифманометр бесшкальный с пневмо- или электропередачей)	
Прибор для измерения давления (разрежения), регистрирующий, установленный на щите (например, самопишущий манометр или любой вторичный прибор для регистрации давления)	
Прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту (например, реле давления)	
Прибор для измерения давления (разрежения), показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (электроконтактный манометр, вакуумметр и т. п.)	

<p>Регулятор давления, работающий без использования постороннего источника энергии (регулятор давления прямого действия), «до себя»</p>	
<p>Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту (диафрагма, сопло, труба Вентури, датчик индукционного расходомера и т. п.)</p>	
<p>Прибор для измерения расхода, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, бесшкальный дифманометр или ротаметр с пневмо-или электропередачей)</p>	
<p>Прибор для измерения соотношения расходов, регистрирующий, установленный на щите (любой вторичный прибор для регистрации соотношения расходов)</p>	
<p>Прибор для измерения расхода, показывающий, установленный по месту (например, дифманометр или ротаметр показывающий)</p>	
<p>Прибор для измерения расхода, интегрирующий, установленный по месту (например, любой бесшкальный счетчик-расходомер с интегратором)</p>	
<p>Прибор для измерения расхода, показывающий, интегрирующий, установленный по месту (например, показывающий дифманометр с интегратором)</p>	
<p>Прибор для измерения расхода, интегрирующий, с устройством для выдачи сигнала после прохождения заданного количества вещества, установленный по месту (например, счетчик-дозатор)</p>	
<p>Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения уровня, установленный по месту (например, датчик электрического или емкостного уровнемера)</p>	

<p>Прибор для измерения уровня, показывающий, установленный по месту (например, манометр или дифманометр, используемый для измерения уровня)</p>	
<p>Прибор для измерения уровня, с контактным устройством, установленный по месту (например, реле уровня)</p>	
<p>Прибор для измерения уровня, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, уровнемер бесшкальный с пневмо- или электропередачей)</p>	
<p>Прибор для измерения уровня, бесшкальный, регулирующий, с контактным устройством, установленный по месту (например, электрический регулятор-сигнализатор уровня. Буква <i>H</i> в данном примере означает блокировку по верхнему уровню)</p>	
<p>Прибор для измерения уровня, показывающий, с контактным устройством, установленный на щите (например, вторичный показывающий прибор с сигнальным устройством. Буквы <i>H</i> и <i>L</i> означают сигнализацию верхнего и нижнего уровней)</p>	
<p>Прибор для измерения плотности раствора, бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, датчик плотномер с пневмо- или электропередачей)</p>	
<p>Прибор для измерения размеров, показывающий, установленный по месту (например, показывающий прибор для измерения толщины стальной ленты)</p>	
<p>Прибор для измерения любой электрической величины, показывающий, установленный по месту (надписи, расшифровывающие конкретную измеряемую величину, располагаются либо рядом с прибором, либо в виде таблицы на поле чертежа) (см., например, пп. 36 — 38)</p>	

Вольтметр	
Амперметр	
Ваттметр	
Прибор для управления процессом по временной программе, установленный на щите (командный электропневматический прибор КЭП, многоцепное реле времени и т. п.)	
Прибор для измерения влажности, регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный прибор влагомера)	
Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения качества продукта, установленный по месту (например, датчик рН-метра)	
Прибор для измерения качества продукта, показывающий, установленный по месту (например, газоанализатор показывающий для контроля содержания кислорода в дымовых газах)	
Прибор для измерения качества продукта, регистрирующий, регулирующий, установленный на щите (например, вторичный самопишущий прибор регулятора концентрации серной кислоты в растворе)	
Прибор для измерения радиоактивности, показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (например, прибор для показания и сигнализации предельно допустимых концентраций α - и β -лучей)	
Прибор для измерения частоты вращения привода, регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный прибор тахогенератора)	

<p>Прибор для измерения нескольких разнородных величин, регистрирующий, установленный по месту (например, самопишущий дифманометр-расходомер с дополнительной записью давления и температуры пара. Надпись, расшифровывающая измеряемые величины, наносится либо справа от прибора, либо на поле схемы в примечании)</p>	
<p>Прибор для измерения вязкости раствора, показывающий, установленный по месту (например, вискозиметр показывающий)</p>	
<p>Прибор для измерения массы продукта, показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (например, устройство электронно-тензометрическое или сигнализирующее)</p>	
<p>Прибор для контроля погасания факела в печи, бесшкальный, с контактным устройством, установленный на щите (например, вторичный прибор запально-защитного устройства. Применение резервной буквы <i>B</i> должно быть оговорено на поле схемы)</p>	
<p>Преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический, например, преобразователь измерительный, служащий для преобразования термо-ЭДС термометра термоэлектрического в сигнал постоянного тока)</p>	
<p>Преобразователь сигнала, установленный по месту (входной сигнал пневматический, выходной — электрический)</p>	
<p>Вычислительное устройство, выполняющее функцию умножения на постоянный коэффициент <i>K</i></p>	
<p>Пусковая аппаратура для управления электродвигателем (например, магнитный пускатель, контактор и т. п. Применение резервной буквы должно быть оговорено на поле чертежа схемы)</p>	

<p>Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, снабженная устройством для сигнализации, установленная на щите (кнопка со встроенной лампочкой, ключ управления, задатчик и т. п.)</p>	
<p>Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, снабженная устройством для сигнализации, установленная на щите (кнопка со встроенной лампочкой, ключ управления с подсветкой и т. п.)</p>	
<p>Ключ управления, предназначенный для выбора режима управления, установленный на щите (например, приведен для иллюстрации случая, когда позиционное обозначение велико и поэтому наносится вне окружности)</p>	

4) буква *U* может быть использована для обозначения прибора, измеряющего несколько разнородных величин. Подробная расшифровка измеряемых величин должна быть приведена около прибора или на поле чертежа (см. табл. 5.7, п. 4б);

5) для обозначения величин, не предусмотренных данным стандартом, могут быть использованы резервные буквы. Многократно применяемые величины следует обозначать одной и той же резервной буквой.

Для одноразового или редкого применения может быть использована буква *X*. При необходимости применения резервных буквенных обозначений они должны быть расшифрованы на схеме. Не допускается в одной и той же документации применение одной резервной буквы для обозначения различных величин;

6) для обозначения дополнительных значений прописные буквы *D, F, Q* допускается заменять строчными *d, f, q*

7) в отдельных случаях, когда позиционное обозначение прибора не помещается в окружность, допускается нанесение его вне окружности;

8) буква *E* (см. табл. 5.7) применяется для обозначения чувствительных элементов, т. е. устройств, выполняющих первичное преобразование. Примерами первичных преобразователей являются термометры термоэлектрические (термопары), термометры сопротивления, датчики пирометров, сужающие устройства расходомеров, датчики индукционных расходомеров и т. п.;

9) буква *T* означает промежуточное преобразование — дистанционную передачу наала. Ее рекомендуется применять для значения приборов с дистанционной передачей показаний, например бесшкальных метров (дифманометров), манометрических термометров с дистанционной передачей и т. п.

10) буква *K* применяется для обозначения приборов, имеющих станцию управления, т. е. переключатель выбора вида управления (автоматическое, ручное);

11) буква *Y* рекомендуется для построения обозначений преобразователей сигналов и вычислительных устройств;

12) порядок построения условных обозначений с применением дополнительных букв следующий: на первом месте ставится буква, обозначающая измеряемую величину, на втором — одна из дополнительных *E*, *T*, *K* или *Y*.

Например, первичные измеритель преобразователи температуры (термометры термоэлектрические, термометры сопротивления и др.) обозначаются *TE*, первичные измерительные преобразователи расхода (сужающие устройства расходомеров, датчики индукционных расходомеров и др.) — *FE*; бесшкальные манометры с дистанционной передачей показаний — *PT*; бесшкальные расходомеры с дистанционной передачей — *FT* и т.д.;

13) при применении обозначений из табл. 5.5. надписи, расшифровывающие вид преобразования или операции, выполняемые вычислительным устройством, наносятся справа от графического изображения прибора;

14) обоснованных случаях во избежание неправильного понимания схемы допускается вместо условных обозначений приводить полное наименование преобразуемых сигналов. Также рекомендуется обозначать некоторые редко применяемые или специфические сигналы, например кодовый, время-импульсный, число-импульсный и т. д.;

15) при построении обозначений комплектов средств автоматизации первая буква в обозначении каждого прибора, входящего в комплект, является наименованием измеряемой комплектом величины. Например, в комплекте для измерения регулирования температуры первичный измерительный преобразователь следует обозначать *TE*, вторичный регистрирующий прибор — *TR*, регулирующий блок — *TC* и т. п.

При построении условных обозначений по ГОСТ 21.404-85 предусматриваются следующие исключения:

1) все устройства, выполненные в виде отдельных блоков и предназначенные для ручных операций, должны иметь на первом месте в обозначении букву *H* независимо от того, в состав какого измерительного комплекта они входят, например, переключатели электрических цепей измерения (управления), переключатели газовых (воздушных) линий обозначаются *HS*, байпасные панели дистанционного управления — *HC*, кнопки (ключи) для дистанционного управления, задатчики — *H* и т. п.;

2) при обозначении комплекта, предназначенного для измерения нескольких разнородных величин, первичные измерительные преобразователи (датчики) следует обозначать в соответствии с измеряемой величиной, вторичный прибор — *UP*;

3) в отдельных случаях при построении обозначений комплектов, предназначенных для измерения качества косвенным методом, первая буква в обозначении датчика может отличаться от первой буквы в обозначении вторичного прибора (например, для измерения качества продукта пользуются методом температурной депрессии). Датчиками температуры при этом являются термометры сопротивления, вторичным прибором - автоматический мост. Обозначение такого комплекта при развернутом способе будет следующим: датчики - *TE*, вторичный прибор – *QR* (см. табл. 5.7., п. 43.)

Щиты, стивы, пульта управления на функциональных схемах изображаются условно в виде прямоугольных произвольных размеров, достаточных для нанесения графических условных обозначений устанавливаемых на них приборов, средств автоматизации, аппаратуры управления и сигнализации по ГОСТ 21.404-85.

Комплектные устройства (машины централизованного контроля, управляющие машины, полукомплекты телемеханики и др.) обозначаются на функциональных схемах также в виде прямоугольников.

Функциональные связи между технологическим оборудованием и установленными на нем первичными преобразователями, а также со средствами автоматизации, установленными на щитах и пультах, на схемах показываются тонкими сплошными линиями. Каждая связь обозначается одной линией независимо от фактического числа проводов или труб, осуществляющих эту связь. К условным обозначениям приборов и средств автоматизации для входных и выходных сигналов линии связи допускается подводить с любой стороны, в том числе сбоку и под углом. Линии связи должны наноситься на чертежи по кратчайшему расстоянию и проводиться с минимальным числом пересечений.

Допускается пересечение линиями связи изображений технологического оборудования и коммуникаций. Пересечение линиями связи условных обозначений приборов и средств автоматизации не допускается.

Примеры выполнения функциональных схем

Позиционные обозначения приборов и средств автоматизации

Всем приборам и средствам автоматизации, изображенным на функциональных схемах, присваиваются позиционные обозначения (позиции), сохраняющиеся во всех материалах проекта.

На стадии проекта позиционные обозначения выполняют арабскими цифрами в соответствии с нумерацией и заявочной ведомостью приборов, средств автоматизации и электроаппаратуры.

На стадии рабочей документации при одностадийном проектировании позиционные обозначения приборов и средств автоматизации образуются из двух частей: обозначение арабскими цифрами номера функциональной группы и строчными буквами русского алфавита номеров приборов и средств автоматизации в данной функциональной схеме.

**Примеры схем контроля температуры:
Индикация и регистрация температуры (TIR).**

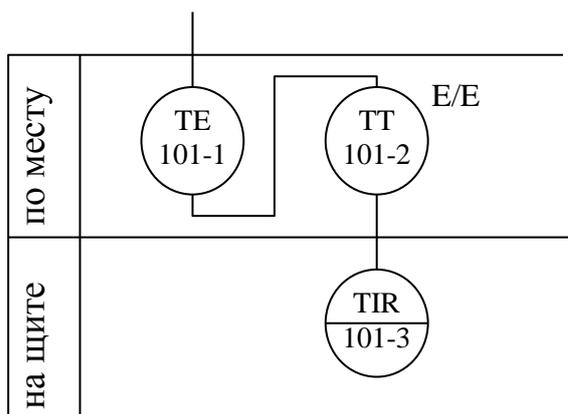


Рис. 2.32

101-1 Термoeлектрический термометр тип ТХА, гр. ХА, пределы измерения от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $900\text{ }^{\circ}\text{C}$, материал корпуса Ст0Х20Н14С2, марка ТХА-0515

101-2 Преобразователь термоЭДС в стандартный токовый сигнал $0...5\text{ мА}$, гр. ХА, марка Ш-72

101-3 Миллиамперметр показывающий регистрирующий на 2 параметра, марка А-542

Примечание: Другие виды амперметров: А-502, А-503 – показывающие, А-542, А-543 – регистрирующие, последняя цифра – число параметров; А-100 – показывающий на 1 параметр.

Индикация, регистрация и регулирование температуры с помощью пневматического регулятора (TIRC, пневматика).

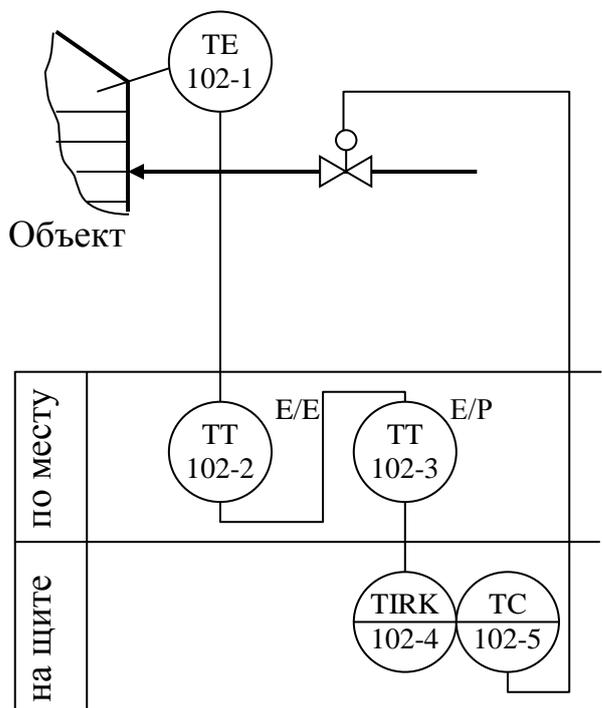


Рис. 2.33

102-1 то же, что 101-1

102-2 то же, что 101-2

102-3

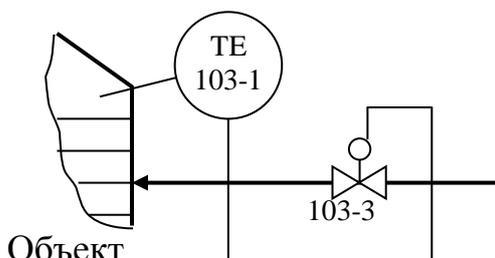
электропневмопреобразователь, входной сигнал $0...5\text{ мА}$, выходной – стандартный пневматический $0,02...0,1\text{ МПа}$, марка ЭПП-63 (или ЭПП-180)

102-4 пневматический вторичный прибор на 3 параметра со станцией управления, марка ПВ 10.1Э (с электроприводом диаграммной ленты)

102-5 Пневматический ПИ-регулятор ПР 3.31

Примечание: Регуляторы ПР 2.31 сняты с производства.

Индикация и регулирование температуры с помощью микропроцессорного регулятора (TIC, эл.).



103-1 то же, что 101-1

103-2 Трехканальный микропроцессорный регулятор типа «Протерм-100»

103-3 Регулирующий клапан для неагрессивных сред, корпус из чугуна, предельная температура $T = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$, давление $P_y = 1,6\text{ МПа}$, условный диаметр $D_y = 100\text{ мм}$, тип 25нч32нж

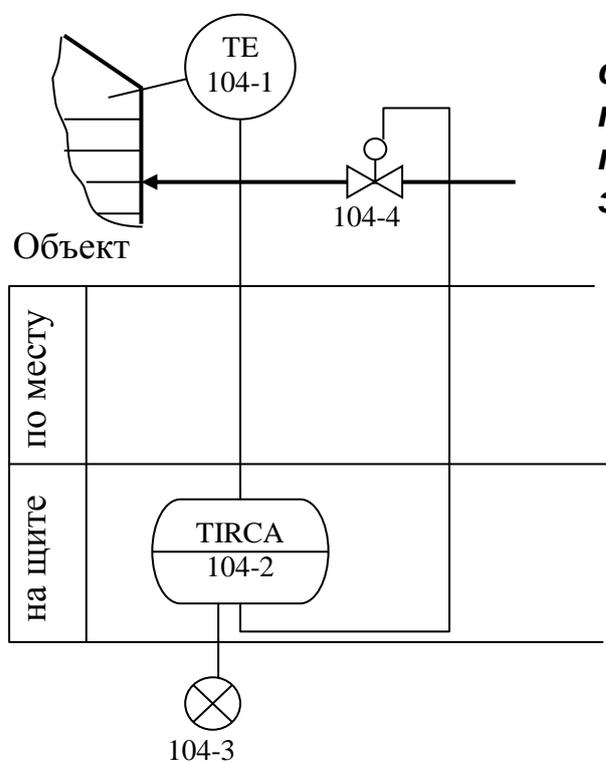


Рис. 2.35

Индикация, регистрация, сигнализация и регулирование температуры с помощью потенциометра (моста) (TIRC, эл.).

104-1 то же, что 101-1

104-2 Автоматический электронный потенциометр на 1 точку со встроенными устройствами регулирования и сигнализации, тип КСП-4 (или автоматический электронный мост типа КСМ-4 и т.д.)

104-3 Лампа сигнальная Л-1

104-4 то же, что 103-3

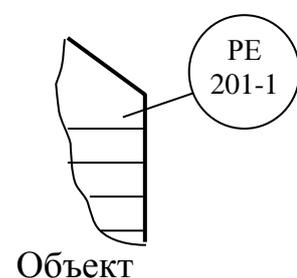


Рис. 2.36

Примеры схем контроля давления.

Индикация давления (PI).

210-1 Манометр пружинный М-... (см. рис. 2.36)

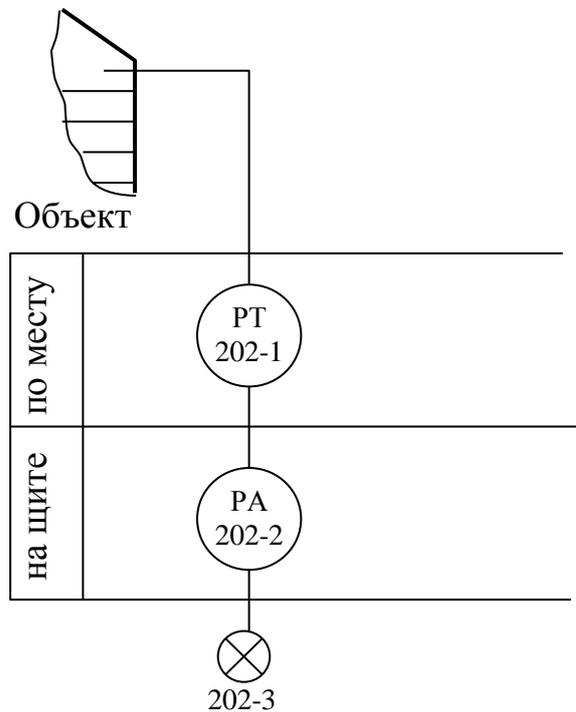


Рис. 2.37

Сигнализация давления (РА).

202-1 Пневматический первичный преобразователь давления, предел измерения 0... 1,6 МПа, выходной сигнал 0,02...0,1 МПа, марка МС-П-2 (манометр сильфонный с пневмовыходом)

202-2 Электроконтактный манометр с сигнальной лампой ЭКМ-1

202-3 то же, что 104-3

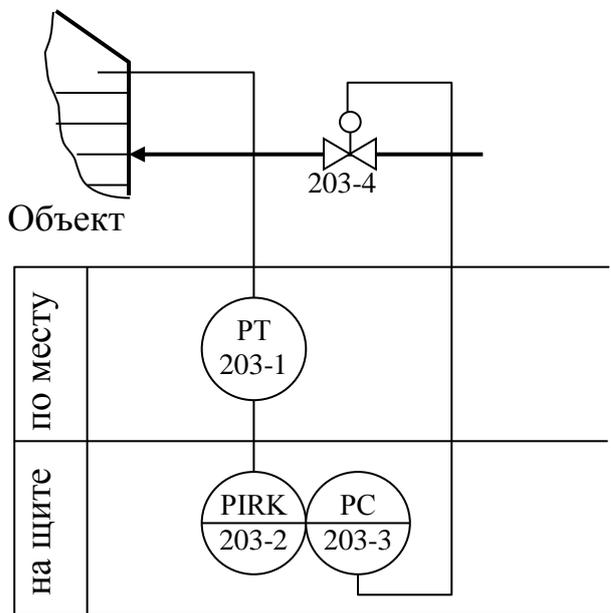


Рис. 2.38

Индикация, регистрация и регулирование давления (PIRC, пневматика)

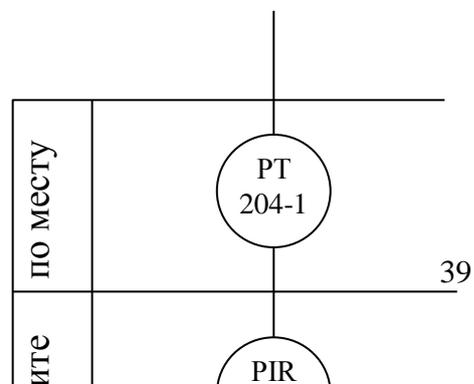
См. рис. 2.38.

203-1 то же, что 202-1

203-2 то же, что 102-4

203-3 то же, что 102-5

203-4 то же, что 103-3

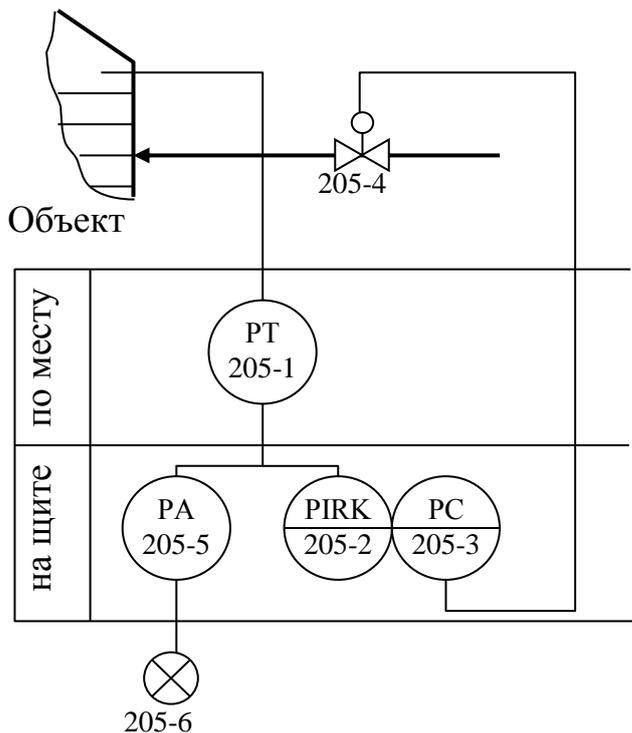


Индикация и регистрация давления (PIR, эл.).

См. рис. 2.39.

204-1 Первичный преобразователь давления со стандартным токовым выходом 0...5 мА, марка МС-Э (или Сапфир-22ДИ и т.д.)

204-2 то же, что 101-3



Индикация, регистрация, регулирование и сигнализация давления (PIRCA, пневматика).

См. рис. 2.40.

205-1 то же, что 202-1

205-2 то же, что 102-4

205-3 то же, что 102-5

205-4 то же, что 103-3

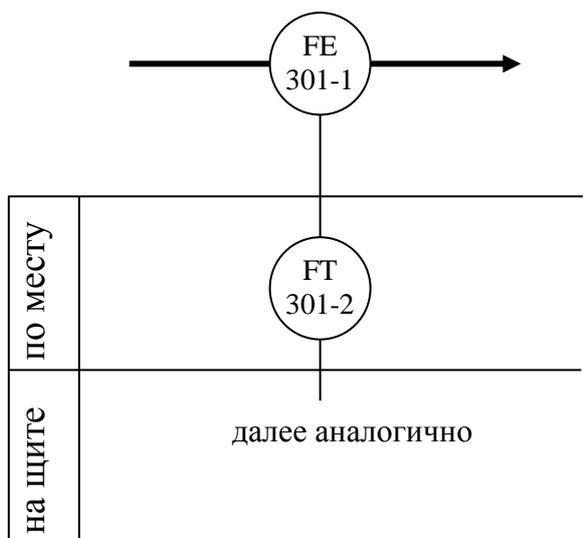
205-5 то же, что 202-2

205-6 то же, что 202-3

Рис. 2.40

Схемы контроля уровня и расхода.

Схемы контроля уровня аналогичны схемам контроля давления, поскольку его значение при измерении либо преобразуется в давление, либо датчики уровня, как и датчики давления, имеют на выходе стандартный пневматический или электрический сигнал.



Для измерения расхода жидкости первичные преобразователи устанавливаются в сечении трубопровода, поэтому на схеме обозначения также, как правило, изображаются встроенным в трубопровод.

При использовании сужающих устройств, например, диафрагм, перепад давлений на них замеряется дифманометрами, поэтому схемы

автоматизации аналогичны схемам контроля давления. Прочие

расходомеры, как правило, уже имеют на выходе стандартный сигнал.

Примеры схем:

- 301-1 Диафрагма марки ДК6-50-П-а/Г-2 (диафрагма камерная, давление $P_y = 6$ атм, диаметр $D_y = 50$ мм)
- 301-2 Дифманометр с пневмовыходом 0,02...0,1 МПа, марка ДС-П1 (для пневматики) или Сапфир-22ДД (для электрической схемы)
- 302-1 Ротамер РД-П (с пневмовыходом) или РД-Э (с электрическим выходом)

Прямоугольники рекомендуется выполнять высотой 40 мм. Все прямоугольники с левой стороны на поле шириной 15 мм снабжают соответствующими надписями «приборы по месту», «Щит ... отделения», «щит центральный» и т.д.

Линии связи показывают тонкими сплошными линиями толщиной 0,2-0,3 мм, которые проводят с наименьшим числом перегибов и пересечений с изображением технологического оборудования и трубопроводов. На соединительных линиях вблизи пересечения с первым прямоугольником указывается максимальное рабочее значение измеряемой величины.

При выполнении схем автоматизации сложных технологических установок допускается делать обрыв линии связи, и нумеруют одной и той же арабской цифрой в возрастающем порядке слева направо.

Каждому измерительному и регулирующему комплексу присваивается порядковый номер на схеме, а каждому элементу – позиционное обозначение. Например, чувствительный элемент 1а, местный прибор 1б, вторичный прибор 1в, регулятор 1г, исполнительный механизм с регулирующим органом 1д.

На рисунках ... показаны примеры выполнения схем автоматизации в развернутом и упрощенном способах.

На примере развернутого способа выполнения схемы автоматизации изображение каждого контура, располагаемое на технологической части схемы включает окружность и линии связи с оборудованием или трубопроводом. В верхнюю часть окружности вписывают буквенный код контролируемого параметра и первичного преобразования, а в нижнюю – позиционный номер контура. Линии связи от чувствительного элемента к первичному преобразователю и другим элементам контура нумеруют.

Приборы в прямоугольнике « Приборы местные» также изображают в виде окружности, а приборы на щите окружностью разделенной по середине

горизонтальной чертой пополам. В верхнюю часть окружности вписывают буквенные коды всех функций, выполняемых данным контуром, а в нижней части номера позиций.

При упрощенном способе прямоугольники в нижней части не рисуют. Контур контроле и регулирования изображают в виде окружности разделенной горизонтальной линией и с линиями связи с технологическим оборудованием и исполнительными устройствами. В верхней части окружности вписывается буквенные коды всех функций выполняемых данным контуром.

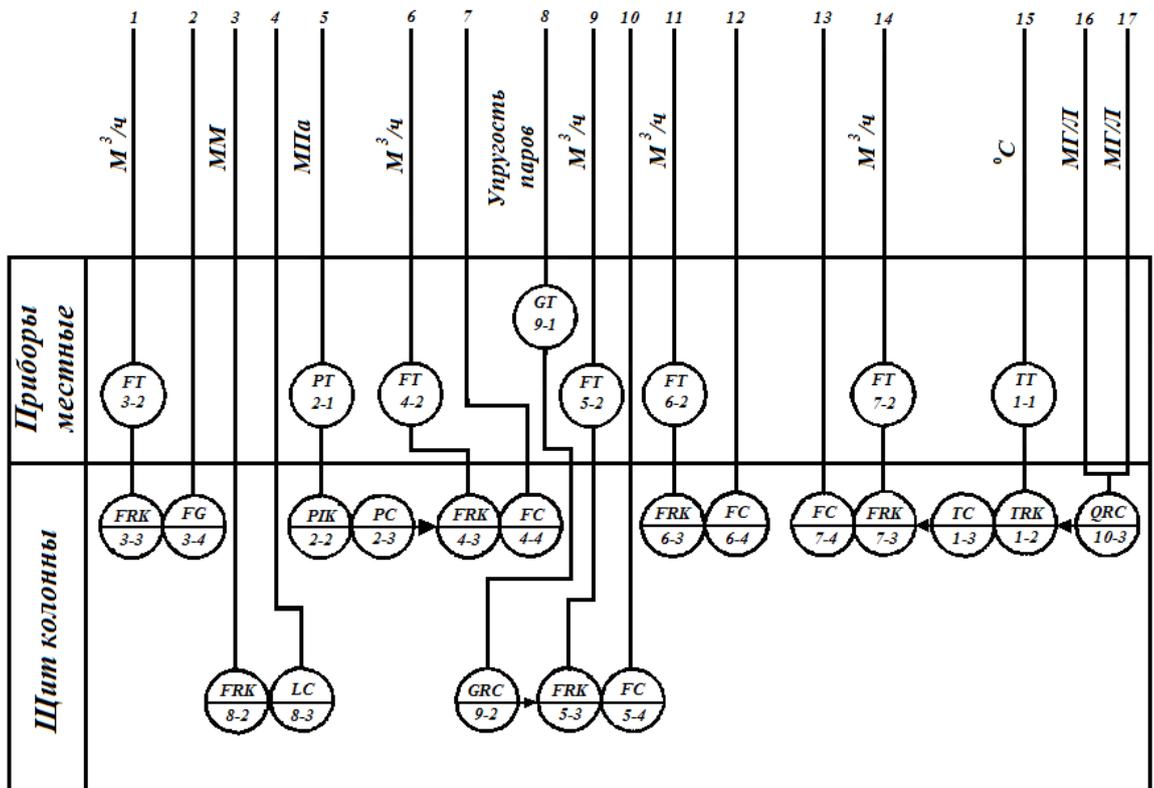
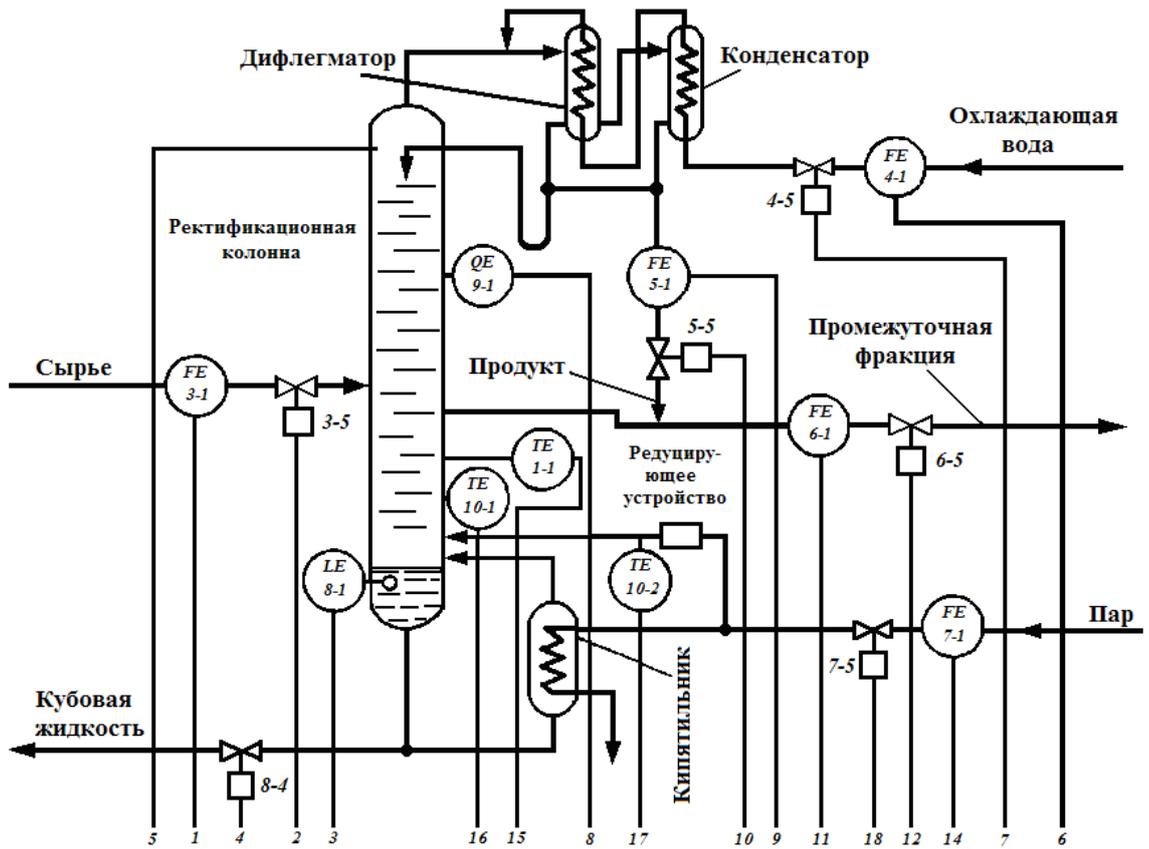


Рис. 5.2. Пример выполнения развернутой схемы автоматизации.

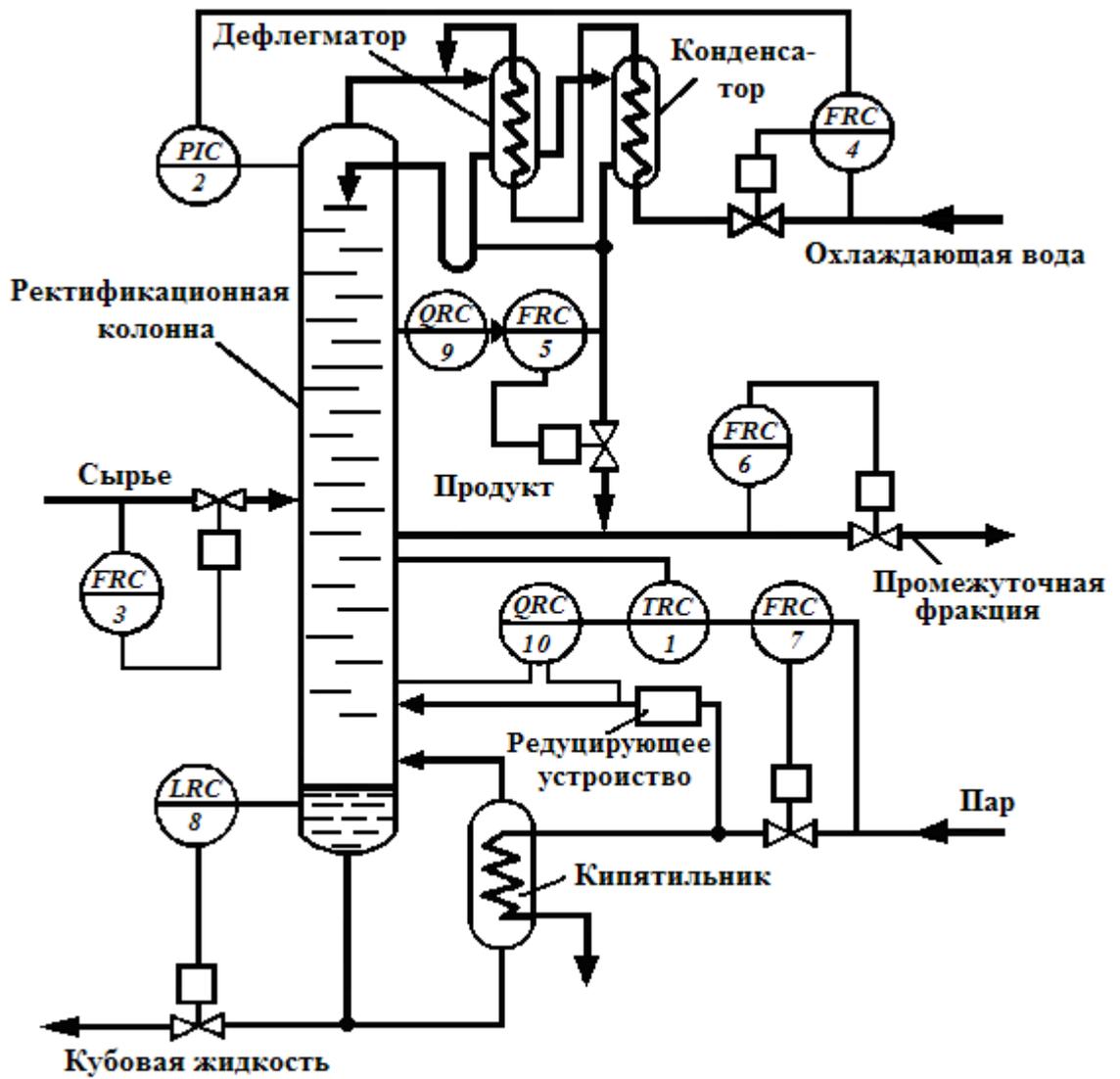


Рис. 5.3. Пример выполнения упрощенной схемы автоматизации.

На рисунке показан фрагмент выполнения схемы автоматизации с применением управляющих компьютеров (вычислительных машин). В

верхние прямоугольники, где указываются приборы местные, на щитах различного уровня, одинаковы с развернутой схемой автоматизации. Управляющая машина показывается также в виде прямоугольников, куда поступает информация об основных параметрах технологического процесса, где показывается с помощью каких параметров осуществляется оптимальное управление, какие параметры выводятся для цифровой индексации, какие на печать и на дисплей.

Рис. ...

Таблица 2.2 - Форма спецификации к ФСА.

поз.	Параметры среды, измеряемые параметры	Наименование и техническая характеристика	Марка	К-во	Примечание
100-1 101-1 103-2	Давление в аппарате, $P_{\max} = 0,5$ МПа	Манометр сильфонный с пневмовыходом, вых. сигнал 0,02...0,1 МПа, пределы измерений 0...1,6 МПа	МС-П2	3	по месту

Приборы в спецификации могут быть сгруппированы по позициям на схеме или по маркам.

7 и 8-лекции. Принципиальные электрические и пневматические схемы. Схемы управления, сигнализации и защиты. (4-часа).

План лекции:

1. Принципиальные электрические схемы. Схемы управления, сигнализации и защиты.
2. Проектирование принципиальных электрических схем;
3. Разработка структурных и принципиальных схем управления и сигнализации. (ГОСТ 2.710-81. Обозначение элементов в принципиальных электрических схемах).
4. Примеры выполнения принципиальных электрических схем:
 - Схема управления электродвигателями и их принципиальная схема управления;
 - Схема управления загрузки гранул в бункер и его принципиальная схема управления;
 - Принципиальная схема технологической сигнализации.
5. Принципиальные пневматические схемы.

Принципиальная схема, эта схема, каждый элемент которой выполняет определенные функции (резистор, транзистор, конденсатор и др.). На основе принципиальных схем выполняются остальные материалы проекта (общий вид щита, монтажная схема, схема внешних соединений). Различают принципиальные электрические схемы управления, сигнализации и питания. Возможно, что схемы управления и сигнализации даются в одной схеме.

К принципиальным схемам предъявляются следующие требования:

1. Надежность;
2. Безопасность работы;
3. Удобство эксплуатации;
4. Экономичность.

Принципиальные электрические схемы.

Схема управления.

В зависимости от выполняемой функции СУ различают.

1. Схемы управления электроприводами механизмов (ИПТС);
2. СУ электроприводами запорных и регулирующих устройств;
3. Схемы программного управления технологическими агрегатами периодического действия.

Управления может быть местным или дистанционным.

Схемы сигнализации.

В зависимости от выполняемых функций различают:

1. Схемы технологической сигнализации;
2. Схемы производственной сигнализации; (для оповещения о положении рабочих органов машин: отключено-включено; открыто-закрыто)
3. Схемы командной сигнализации (организация функции управления);
4. Схемы пожарной сигнализации;
5. Схемы сторожевой сигнализации.

В схемах сигнализации могут быть применены следующие типы сигналов:

1. сигнал нормального режима;
2. предупреждающий сигнал;
3. аварийный сигнал.

Первый обычно используют в схемах производственной сигнализации и оповещает нормальный режим работы.

Второй используют когда параметр переходит из зоны нормального режима в зону допустимых, но нежелательных значений.

Третий - аварийный сигнал срабатывает когда параметр переходит из зоны допустимых в зону не допустимых значений параметра и требует немедленного вмешательства оператора.

Схемы защиты

Эти схемы контролируют процессы, подают аварийные сигналы и выключают оборудования или меняют режим его работы в целях предотвращения аварий.

Проектирование принципиальных электрических схем

Проектирования принципиальных электрических схем управления и сигнализации ведут в такой последовательности:

1. Составляют алгоритм работы схемы;
2. Разрабатывают структуру схемы управления и сигнализации;
3. Переходят от структурной к принципиальной схеме.

Алгоритм управления электроприводами:

1. Автоматическая;
2. Ручное управления;
3. Местное;
4. Дистанционное управления.

При достижении значения параметра граничного значения подачу нужно прекратить.

Разработка структурных и принципиальных схем управления и сигнализации

При разработке структурной схемы задача сводится к разработке такой схемы, которая бы соответствовала заданию в виде алгоритма ее работы при минимально возможном числе элементов.

Различают интуитивный, формализованный и комбинированные методы построения структурных схем. Первый, обычно используют в простых случаях, применяя аналогичные решения. При построении сложных схем используют формализованные методы синтеза структурных схем с использованием аппарата формальной математической логики.

В комбинированных методах сначала интуитивно выбирают схему, затем используя логические функции, полученную схему записывают аналитически.

Схемы технологической сигнализации по структуре относятся к релейным или импульсным.

Переход к принципиальным схемам

После разработки структурной схемы управления или сигнализации переходят к принципиальным схемам. Выбирают напряжение питания, производят ее аппаратную реализацию.

Питание схем 220 в., 380 в. переменного тока и 60, 48, 24, 12 в постоянного тока.

Аппаратуру выбирают в зависимости от питания, характеристики помещения, в зависимости от требуемых количеств контактов и т.д. (при необходимости с учетом времени срабатывания).

На принципиальных электрических схемах управления и сигнализации могут быть показаны:

1. Цепи управления, сигнализации, измерения, регулирования и силовые цепи;
2. Контакты аппаратов из данной схемы занятые в других и контакты аппаратов из других схем;
3. Диаграммы и таблицы включений контактов приемных элементов схем (переключателей, конечных выключателей и др.);
4. Циклограмма работы оборудования;
5. Перечень элементов и основная надпись и др.

Элементы на принципиальной схеме обозначаются в соответствии с ЕСКД по ГОСТ 2.710-81.

Все аппараты в схемах показывают в их нормальном положении (например, контакты реле в обесточенном состоянии).

Все элементы принципиальной электрической схемы обычно снабжаются позиционным обозначением, которое состоит из трех частей. Первая часть обозначения обычно выполняется одно или двух буквенного кода, во второй части приводится порядковый номер элемента, а третья часть обозначения соответствует функциональному назначению.

Например: R_{2N} – резистор (R) 2, используемый как измерительный (N). (ГОСТ 2.710-81).

R_{3F} - резистор 3 используемый как предохранитель (F) и т.д.

Маркировка цепей выполняется в соответствии с ГОСТ 2.709-72.

В системах автоматизации принято применять три групп чисел для маркировки:

1-399; 1001-1399; 2001-2399 - цепи управления (регулирование, измерение);

400-799; 1400-1799; 2400-2799 - цепи сигнализации;

800-999; 1800-1999; 2800-2999 - цепи питания.

Принадлежность участка к определенным цепям указываются следующим образом: 45-1; 45-2; 45-3 и т.д.

При построении принципиальных схем управления, сигнализации и защиты используются следующие ГОСТы:

ГОСТ 2.755-87. – Устройства коммутационные и контактные соединения;

ГОСТ 2.747-68 - Размеры условных графических обозначений;

ГОСТ 2.755-76

ГОСТ 2.710-81 - буквенные коды видов элементов и другие.

Примеры выполнения принципиальных электрических схем:

Схема управления электродвигателями и их принципиальная схема управления

...расмда электрюритмаларни бошқариш чизмаси келтирилган. Манбаани бошқариш занжири фазалараро кучланиш 380В билан ёки фаза кучланиши билан амалга оширилади.

Электр юритмани бошқаришнинг принципал чизмасирасмда келтирилган. Бу чизмада куйидаги белгиланишлардан фойдаланилган:

SB1 ва SB2 – ёқиб ўчирувчи кнопкалар, КМ-контактор магнитли, КК-иссиқлик релеси, FU-қиска туташдан сақлагичлар, QS-рубильник.

Электр юритма ёқувчи SB1 ва ўчирувчи SB2 кнопкалар ёрдамида ишга туширилади ва ўчирилади. SB1 босилганда КМ бошқариш ўрамидан ток ўтиб, контактор ўзаги магнитланиб, якорни тортади ва КМ нормал узик контактларни улайди. Бунда уловчи контакт SB1нинг блокировкаловчи контакти ва электр юритмага манбаъни уловчи КМ контактлар ҳам уланади. Электр юритма ишга тушади. Электр юритмани тўхтатиш учун SB2 ўчирувчи кнопка босилиб, КМ га манбаа узилади. Бунда блокировкаловчи КМ контактлари ҳам узилади. Электр юритма ишдан тўхтади. Электр юритмага юклама ошиб кетганда, электр юритмани куйишдан сақлаш учун, иссиқлик релелари ишга тушади ва манбаъни узади. Электр юритмани қайта ишга тушириш учун ёқувчи SB1 кнопка босилиб, КМ контактори занжири уланади.

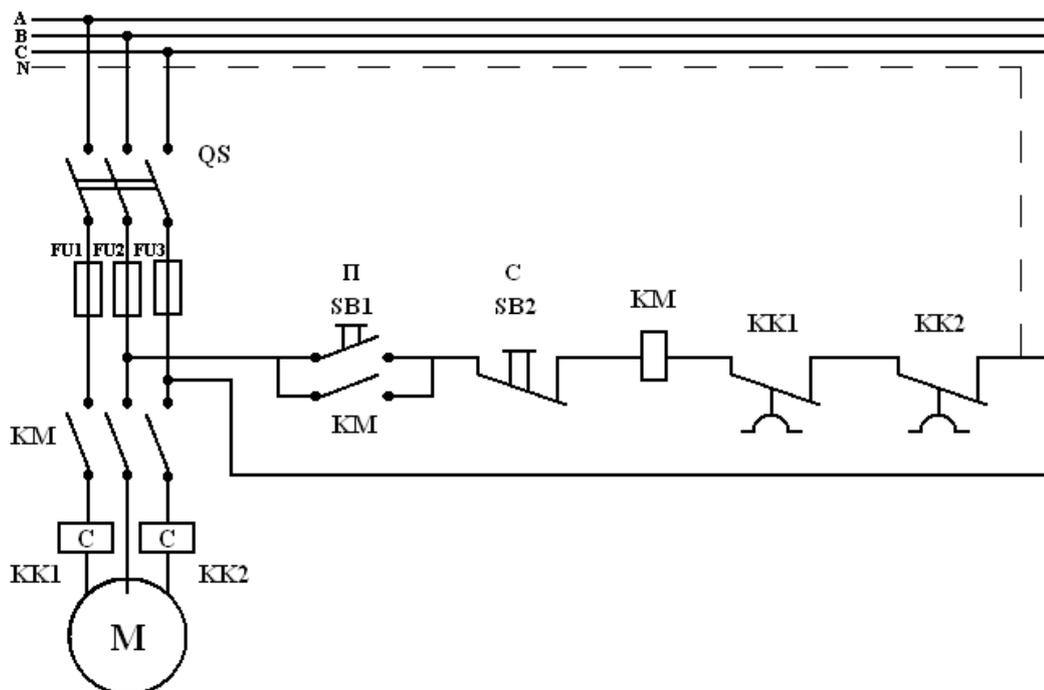


Рис.7.1. Схемы управления электроприводами механизмов.

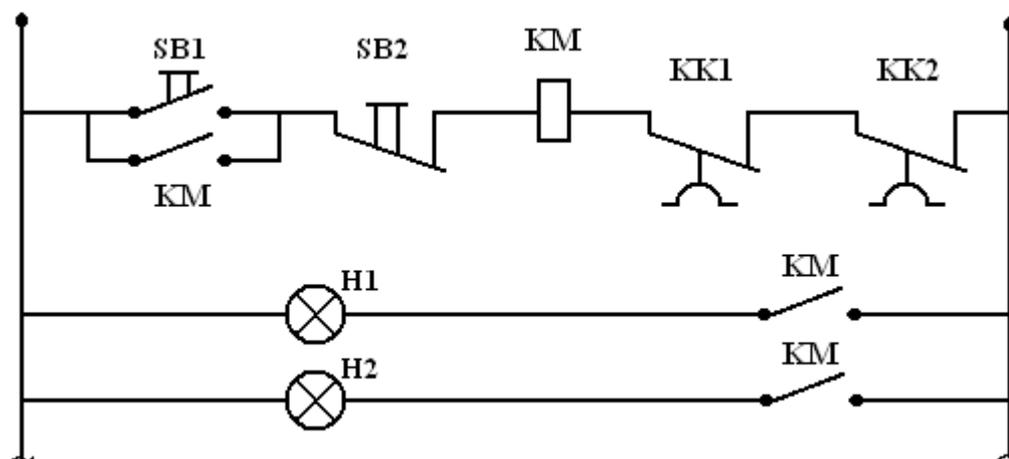


Рис.7.2. Схемы управления электроприводами механизмов и сигнализация их работы.

Схема управления загрузки гранул в бункер и его принципиальная схема управления

Рис.7.3. Қўйиш машинаси бункерига гранулаларни юклашни автоматлаштириш чизмаси.

..... расм қўйиш машинаси бункерига гранулаларни юклашни бошқариш принципиал электр чизмаси келтирилган. Бу чизмада шунингдек гранулалар сатхининг чегара қийматларини сигналлаш ҳам кўрсатилган.

Чизмада қўйидаги бошқариш элементларидан фойдаланилган: SL1, SL2-технологик контактлар; SB1,SB2-кнопкали ўчиргич; KM-контактор; KM1, KM2, KM3-контактор контактлари; H1 H2-сигнал лампалар.

Технологик параметрларнинг чегара қийматларини сигналлашнинг соддалаштирилган принципиал электр чизмаси 7-4 расмда келтирилган.

Бу чизмада гранула захираси сақланадиган бункердан гранула пневмотранспорт ёрдамида қўйиш машинаси бункерига берилиши кўрсатилган. Ушбу чизманинг ишлаш алгоритми қўйидагича:қўйиш машинасига бериладиган гранулалар аввал бункерга берилади. Бункерда мунтазам гранула бўлишини таъминлаш керак. Бунинг учун бункернинг пастки ва тепа чегараларига сифимли сатх ўлчагичнинг датчиклари ўрнатилган. Гранула пастки датчикга етганда пастки сатх контакти уланади. Гранула сатхи тепа чегарага етганда контакт уланиб, пневмотранспорт электр юритмасини ўчиради. Қўйиш машинаси бункерига гранула келиши тўхтайтилади. Натижада гранулалар бункердан тошиб сочилиб кетишининг олди олинади. Қўйиш машинаси узлуксиз ишлаши натижасида бункердаги гранулалар камаяди ва пневмотранспорт яна гранула сатхи пастки чегарадан пастга тушганда уланиши керак. Ушбу бошқариш тизими гранулаларни тошиб сочилиб кетишидан ва бункерда гранулалар қолмаганда гранулалар оқими узилиб қолиб, кўп брак чиқишининг олдини олади.

Схема управления загрузкой гранул в бункер и его принципиальная схема управления

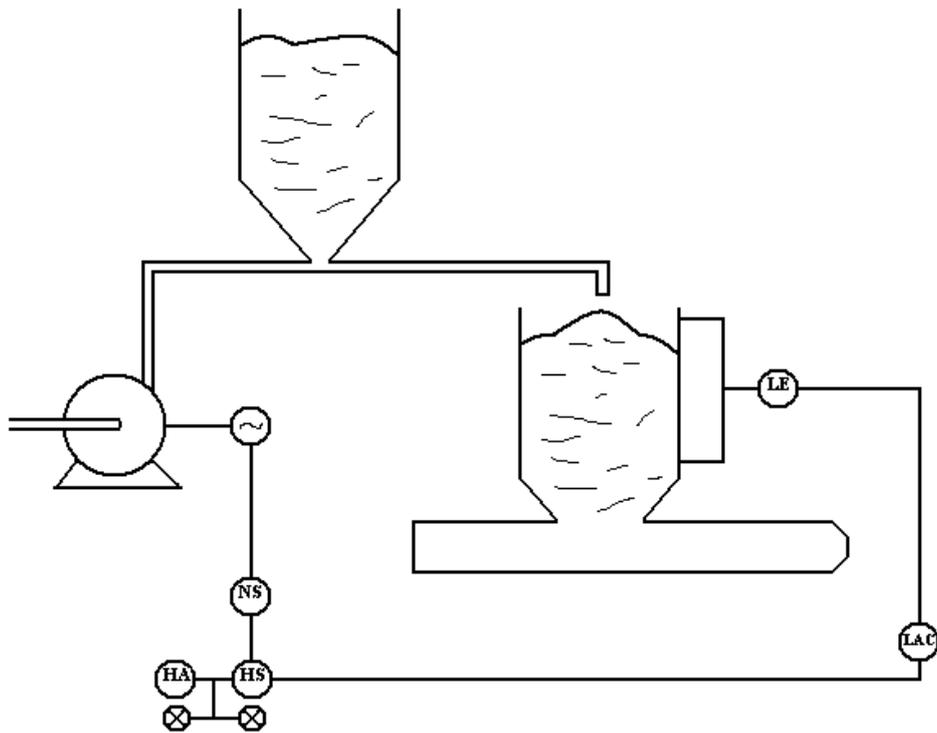


Рис.7.3. Схемы автоматизации бункера питателя литейной машины.

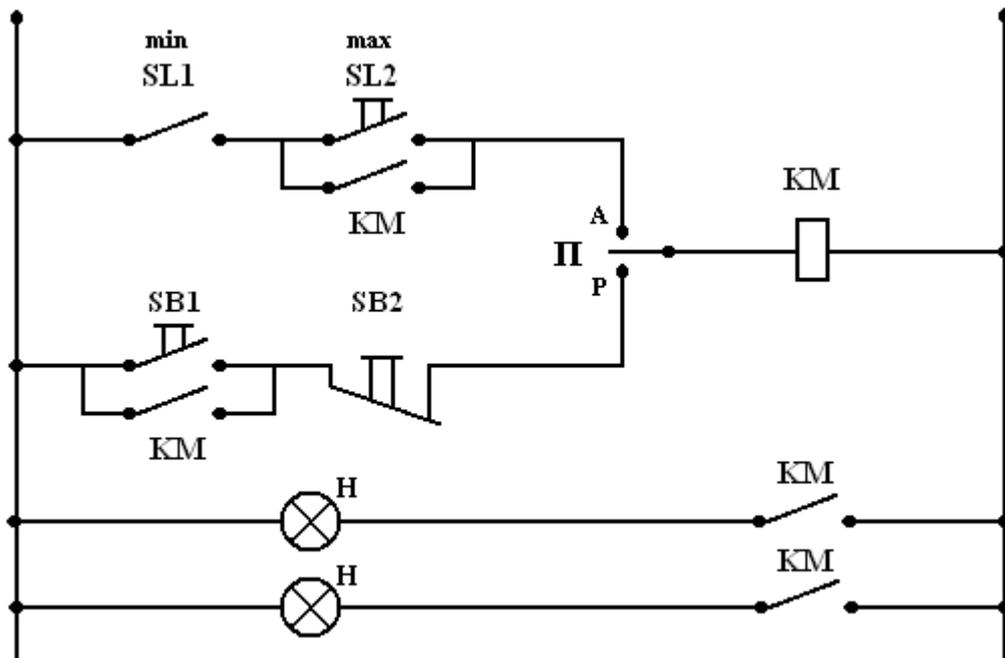


Рис.7.4. Принципиальная электрическая схемы управления и сигнализации работы бункера питателя литейной машины.

Принципиальная схема технологической сигнализации

Принципиальная электрическая схемы сигнализации с опробованием сигналов приведена на рис. 7.5.

Схема работает следующим образом:

При замыкании технологического контакта SQ1 включается реле K1, через нормально замкнутый контакт реле K2 и своими контактами K1, самоблокируется, а также включает звуковой сигнал HA и реле K2. При срабатывании реле K2, цепь K1 через нормально замкнутый контакт K2, разомкнется, но цепь реле K1 остается замкнутой через блокировочный контакт K1. Реле K2 включает лампу с помощью своего нормально разомкнутого контакта K2. Лампа H1 останется включенным, пока параметр не уменьшится и контакт SQ1 не обесточится. При нажатии на кнопку SB2, теряет питание реле K1, т.е. цепь питания реле K1 разорвется. Точно так работают и другие позиции сигнализации предельных значений параметров.

Для опробования сигналов нажимают кнопку SB1 (кнопка опробования сигналов). При этом замыкается цепь реле K1 (реле опробования сигналов) и через нормально замкнутые контакты K2, K3, K4 замыкаются цепи всех сигнальных ламп. При нажатии на кнопку SB2 (кнопка снятия сигналов) цепь реле K1 размыкается и лампы отключаются.

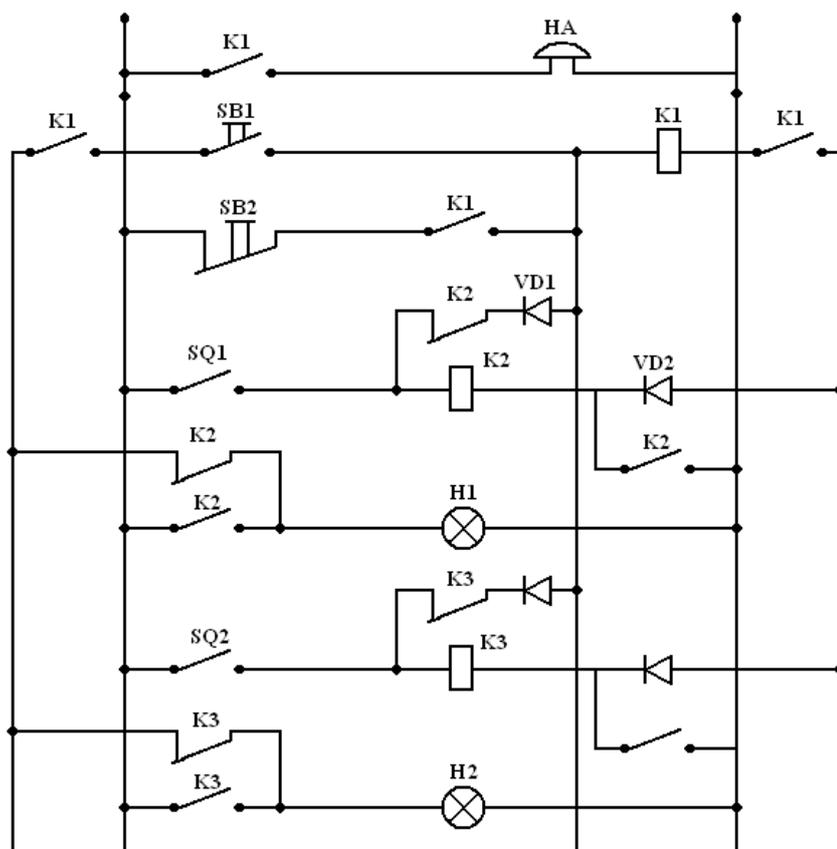


Рис.7.5. Принципиальная электрическая схемы сигнализации с опробываением сигналов.

Принципиальные пневматические схемы

Принципиальные пневматические схемы разрабатываются на основании тех же исходных материалов и в той же последовательности что и принципиальные электрические схемы. Отличительной особенностью является отсутствие необходимости выбора рода тока и напряжения питания схемы. Выбор аппаратурно элементной базы осуществляется двумя системами: 1) Мембранных (УСЭППА) или мембранно–структурных.

Пневматические элементы являются бесконтактными логическими элементами по этому при построении структурных схеме используется формализованные или комбинированные методы.

Изображения элементов должен соответствовать стандартам ЕСКД. Питание 0,14Нпа изображают вертикальной линией толщиной 1 мм. Цени с приборами и элементами располагают горизонтально. Участки пневмо усний маркируют также как электрические с добавлением нуля перед арабскими цифрами. 01÷0399

0400÷0799

0800÷0999 и.т.д.

9,10-лекции. **Проектирование систем электропитания и пневмопитания. (4-часа).**

План лекции:

1. Проектирование систем электропитания:
 - выбор источника питания;
 - проектирование питающей сети;
 - выбор числа фаз и проводов;
 - выбор и размещение аппаратуры защиты и управления;
 - проектирование распределительной сети;
 - выбор аппаратуры защиты и управления.
2. Примеры выполнения принципиальных электрических схем питания.
3. Проектирование систем пневмопитания:
 - элементы системы пневмопитания;
 - Индивидуальный, групповой и централизованный способы подключения пневмоприёмников.
4. Пример выполнения систем пневмопитания.

Проектирование систем электропитания

Выбор источника питания

Источник питания системы электропитания выбирают таким образом, чтобы питание приборов по напряжению и мощности соответствовала нормальному режиму работы. Обычно допускается колебания напряжения питания приборов системы на $- 5\% \div + 10\%$ от номинального значения питания.

Аппаратуру защиты и управления (рубильники, автоматы, предохранители) питающей и распределительной сети располагают на щитах и сборных питания. В зависимости от соотношения двигательной и приборной нагрузки питание электроприводов может осуществляться отдельно (когда мощность электродвигателей велика) или вместе с одного щита и сбора питания.

Проектирования питающей сети. Выбор числа фаз и проводов.

Выбор и размещение аппаратуры защиты и управления.

Проектирования питающей сети включает выбор напряжения, числа фаз и приводов, конфигурации питающей сети, решение вопросов резервирования, размещение аппаратуры защиты и управления.

В системах электроснабжения обычно применяют трехфазный переменный ток напряжения 380/220 в. возможно применение 220/127в.

Выбор числа фаз и проводов питающей сети осуществляют в зависимости от типа приборов и средств автоматизации в данной системе. При наличии однородных электроприёмников применяют двухпроводные однородные (фаза-нуль) и двухфазные (фаза-фаза), сети. (Три фазы могут подаваться когда нагрузка очень большая).

Для питания трехфазных электроприёмников используют трехфазное (их проводной) сети.

Выбор и размещения аппаратуры защита и управления выключатели и тумблеры используют в качестве аппаратов управления. Автоматы сочетают функции защиты и управления. Предохранители предназначены для защиты сетей отдельных электроприемников от коротких замыканий и перегрузок.

Рубильники с предохранителями дешевле и проще автоматов. Эти аппараты устанавливают в местах присоединения их к источнику питания и на вводах в щиты и сборки питания СА.

Проектирование распределительной сети

Проектирование распределительной сети системы должны электропитания включает те же операции что и проектирование питающей сети. Каждый электроприемник подключается к щиту или сборки питания отдельной радиальной линии. Выбор напряжения аналично предыдущему. Для стационарного освещения щитов используют 220в. (Когда в шкафных щитах в тесных условиях проводится работа для освещения используют напряжения 36в или 12в). Питания некоторых приборов осуществляется через трансформаторы.

Выбор аппаратуры защиты и управления

Часть используются пакетные выключатели-предохранители. Автоматы используют если они чувствителен к таком короткого замыкания.

Аппараты защиты и управления не устанавливаются если прибор (электроприёмник) имеет встроенный выключатель и предохранитель.

В цепях питания электроприводов исполнительных устройств, электродвигателей в качестве аппаратуры защиты и управления предохранителя и магнитный пускатель или автомат и магнитный пускатель.

Примеры выполнения принципиальных электрических схем питания

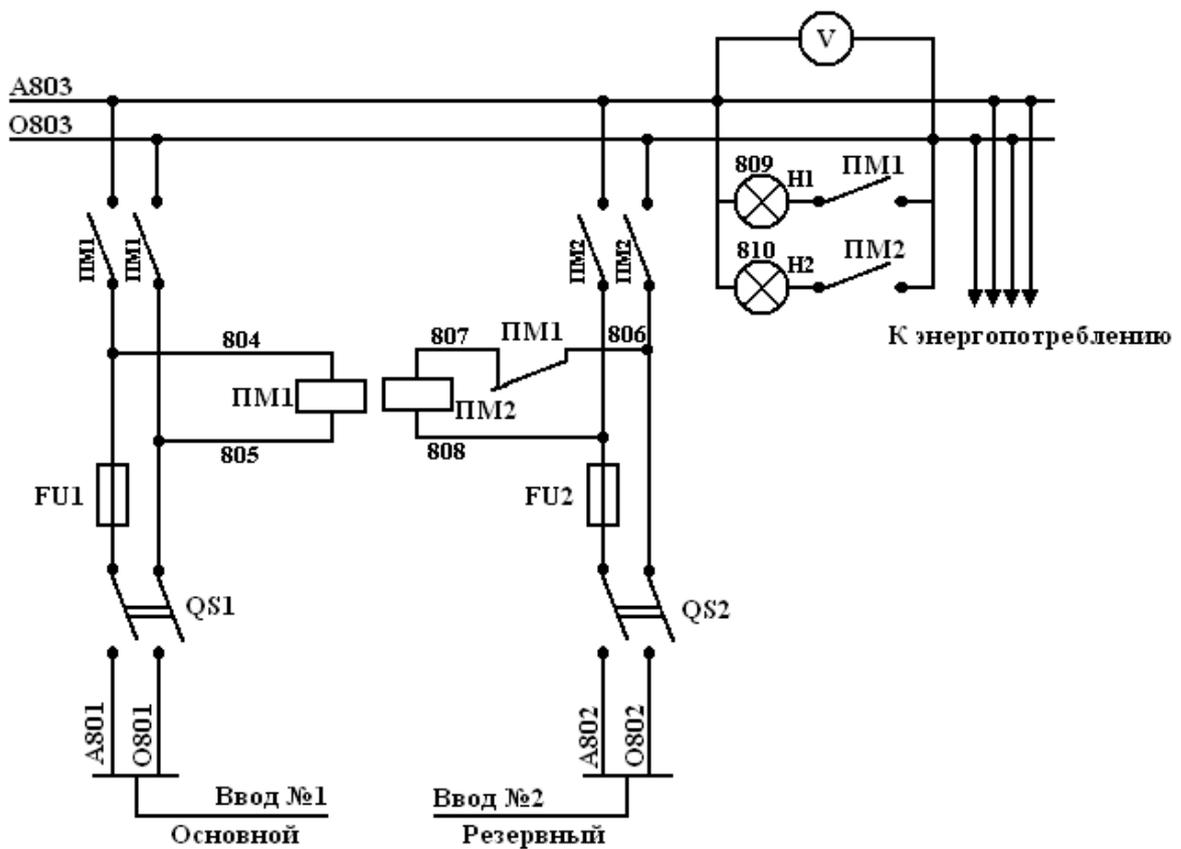
Принципиальные ЭС питания для питающей и распределительной сетей выполняют либо на отдельных листах, либо совмещают на одном листе.

На схеме питающей сети показывают аппараты защиты и управления, рядом с аппаратами проставляют буквенно-цифровые обозначения, номинальные значения напряжения.

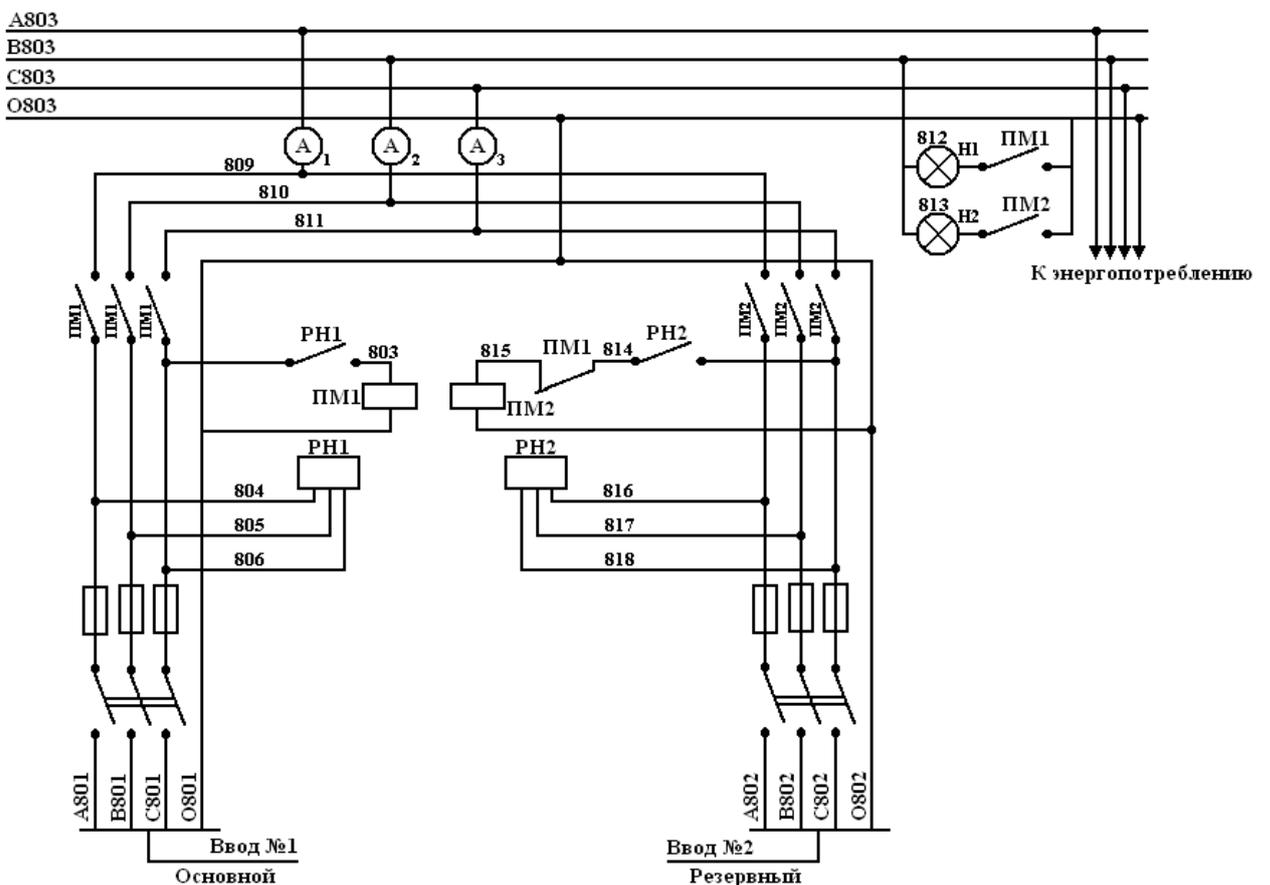
На схеме распределительной сети показывают питающие вводы и отводы, отводы к электроприемникам, аппараты защиты и управления, трансформаторы, источники питания, лампы освещения и другие.

В нижней части схемы дают таблицу, в которой перечисляют электроприемники, питающиеся от данного щита питания, с указанием их позиций по спецификации, потребляемой мощности, напряжение и место установки. А также буквенно-цифровые обозначения элементов. Все цепи на схеме питания маркируют. Условное изображения и буквенные обозначения такое же как в схемах сигнализации и управления. (По ГОСТ 2710-81, ГОСТ 2755-87, ГОСТ 2747-68, ГОСТ 2755-76).

Пример выполнения принципиальной электрической схемы питания с автоматическим включением резерва для однофазного питания:



Пример выполнения принципиальной электрической схемы питания с автоматическим включением резерва для трехфазного питания:

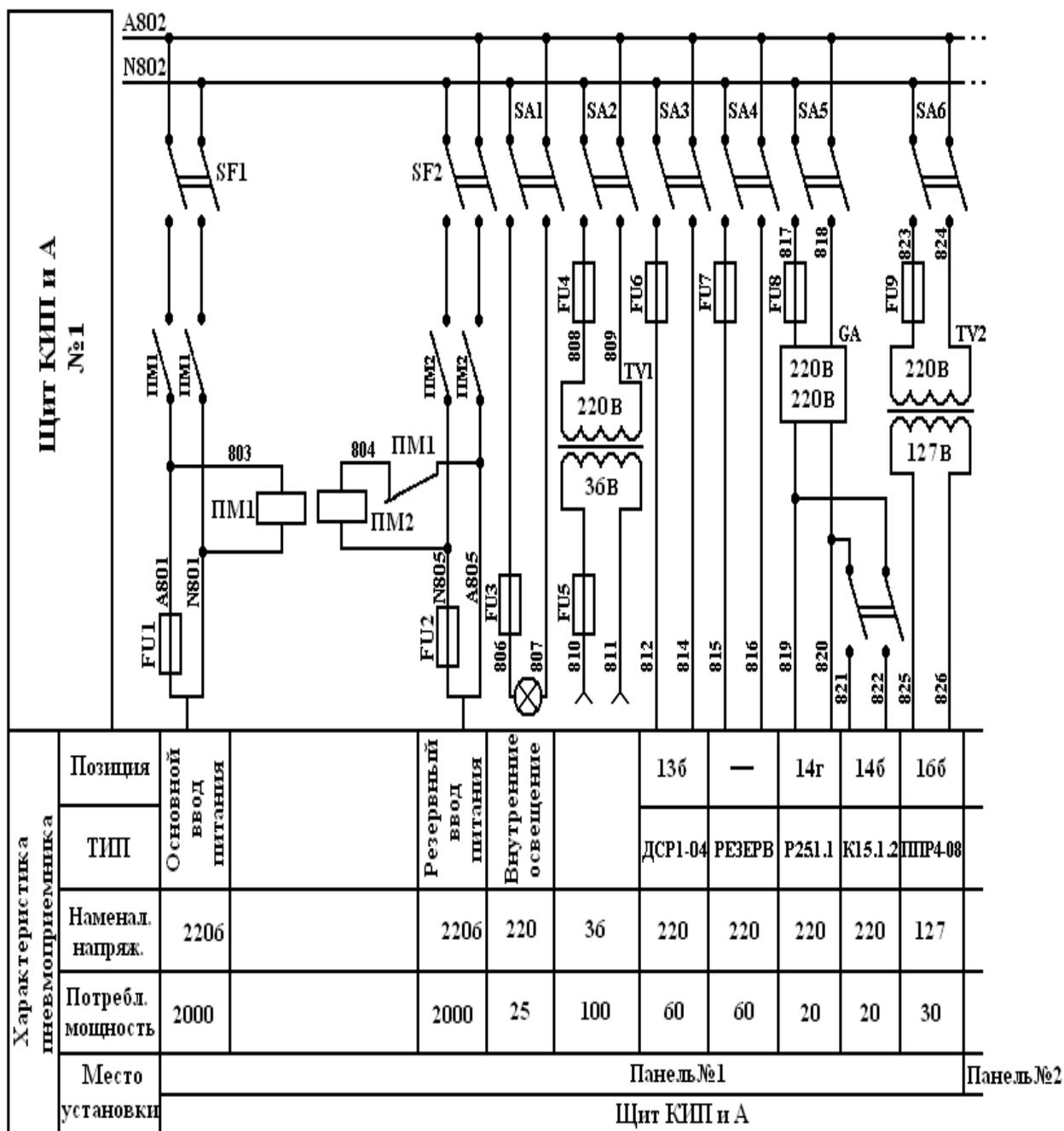


Бу чизмаларда тақсимланиш тармоғига манбаа манбаа тармоғининг асосий манбаа тармоғидан ва унда кучланиш бўлмай қолганда резерв манбаа тармоғидан берилиши таъминланган. Бунинг учун асосий манбаа тармоғига уланган кучланиш релеси ПМ1 ва резерв манбаа тармоғига уланган кучланиш релеси ПМ2 ва уларнинг контактларидан фойдаланилади. Асосий манбаа тармоғида кучланиш мавжуд бўлса, ПМ1 реле ишлаб, ўзининг нормал очик 1ПМ1 ва 2ПМ1 контактларини улайди ва тақсимланиш манбаа тармоғига кучланиш берилади. Асосий манбаа тармоғида кучланиш бўлмай қолса, ПМ1 релега бошқариш ўрамига кучланиш берилмайди ва унинг нормал очик контактлари 1ПМ1 ва 2ПМ1 узилади, нормал ёпмқ 3ПМ1 контакти эса уланиб, резерв манбаа тармоғидаги реле ПМ2 ишлайди ва ўзининг нормал очик 1ПМ2 ва 2ПМ2 контактларини улаб, тақсимланиш тармоғига резерв манбаа тармоғини улайди.

Уч фазали манбаа тармоғида ҳам резерв манбаа тармоғини уланиши бир фазали манбаа тармоғига ўхшаш бўлади.

7-6 расмда электр манбаа тизимларини лойихалаш бир фазали манбаа билан таъминлаш мисолида келтирилган.

Пример выполнения принципиальной электрической схемы питания средств автоматизации, установленных на щитах управления:



Проектирование систем пневмопитания

В систему пневмопитания входят источник питания, воздухоотборники, распределительные коллекторы, воздухопроводы соединяющие коллекторы и пневмоприемники, редукторы давления, фильтры, манометры, запорная и приключающая арматура.

В качестве источника пневмопитания используют компрессоры различной конструкции.

Надежность и точность работы пневмопитания зависит от качества воздуха, который должен быть предварительно очищен и осушен. Для чего используют установки очистки и осушки воздуха.

К КИПовскому воздуху предъявляются два требования. Он должен быть сухим, очищен от механических примесей и капель масла.

В зависимости от температур, при которых эксплуатируются пневмопитание и приборы, с учетом температуры точки росы, давление в системе пневмопитание могут быть:

при температуры $+ 50^{\circ} \text{C} \div - 5^{\circ} \text{C}$ \longrightarrow 0,25 МПа

при температуры $+ 50^{\circ} \text{C} \div - 30^{\circ} \text{C}$ \longrightarrow 0,4 МПа

при температуры $+ 50^{\circ} \text{C} \div - 50^{\circ} \text{C}$ \longrightarrow 0,6 МПа

Обычно давления в пневмопроводе регулируется с помощью регулятора давления прямого действия. В пневмопроводе устанавливают ресивер который обеспечивает определенный запас сжатого воздуха.

Конфигурация сети пневмопитания должно обеспечить минимальную протяженность пневмопроводов и может быть радиальным и магистрально кольцевым и зависит от расположения пневмоприемников.

Различают индивидуальный групповой и централизованный способы подключения пневмоприемников к распределительным коллекторам.

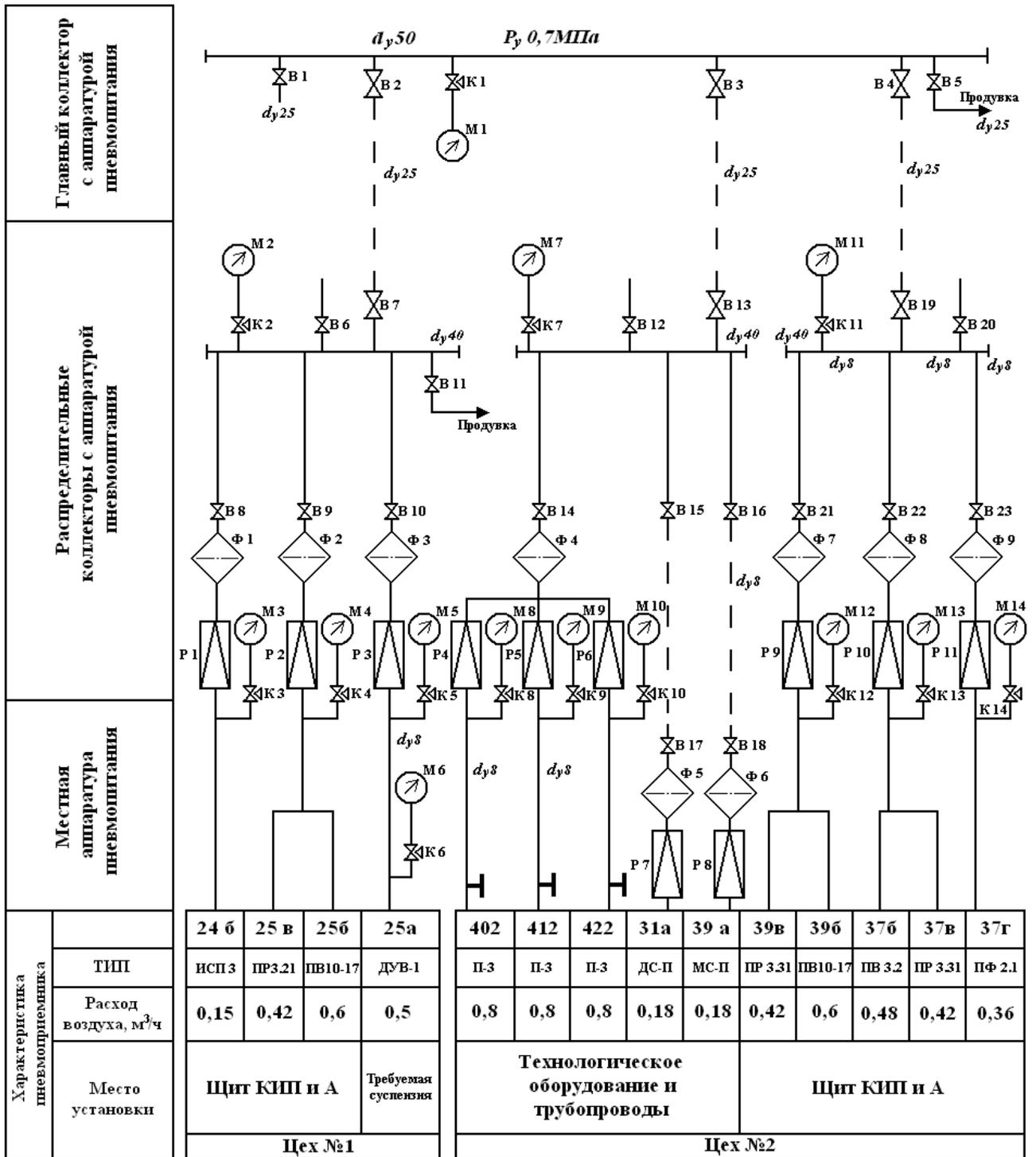
В индивидуальном способе на каждом ответвлении из колленбора ставят запорный орган, воздушный фильтр, редуктор и контрольный манометр.

При групповом способе в одну ветку от коллектора подключаются несколько пневмоприемников, если потребляемый объем воздуха этого ответвления достаточно для питания этой группы пневмоприемников. Если число рядом расположенных пневмоприемников 30 и более то возможно использования централизованное питания. При этом с помощью двух фильтров и регуляторов давления осуществляется подход питания к распределительному коллектору.

Диаметр воздухопроводов должен быть не менее 20 мм а диаметр ответвлений от коллектора не менее 20 мм. На схеме пневмопитания показывают главный, цеховые и групповые распределительные коллектора с указанием условного давления и диаметра, сеть воздухопроводов от главного коллектора до пневмоприемников с указанием условных диаметров, запорную и подключающую аппаратуру, редукторы, фильтры, продувочные штуцеры и манометры.

Пневмоприемники изображают на схеме условно в виде таблицы, в которой указывают позицию прибора по спецификации, тип, номинальные расход воздуха и место установки.

Пример выполнения проектирования систем пневмопитание средств автоматизации:



11,12- лекции. Проектирование щитов и пультов (4 часа)

План лекции.

1. Назначение и разновидности щитов и пультов;
2. Выбор типа и конструкции щитов и пультов;
3. Размещение приборов и аппаратуры на щитах и пультах;
4. Размещение на внутренних плоскостях щитов;
5. Размещение щитов и пультов.

Назначение и разновидности щитов и пультов

Щиты и пульты предназначены для размещения приборов и аппаратуры автоматического контроля, управления и сигнализации на пунктах управления (ПУ) и состоящие из корпуса или корпуса с установленными приборами, электрической и трубной проводками. В последнее время появилась тенденция к переходу к бесщитовым ПУ дисциплин, исчисляющими устройствами.

В настоящее время локальные ПУ проектируются как щитовые, а центральные создаются комбинированными.

В системах автоматизации применяют пояно – и малогабаритные шкафные и панельные щиты и вспомогательные элементы (вставки и панели). Конструкции щитов и пультов регламентируются ОСТ 36.13-76, который предусматривает выпуск щитов шкафных, панельных с корпусом и стоек одно, двух и трех секционных.

Щиты и стойки изготавливают в двух исполнениях.

I - с двумя панелями

II – с тремя панелями.

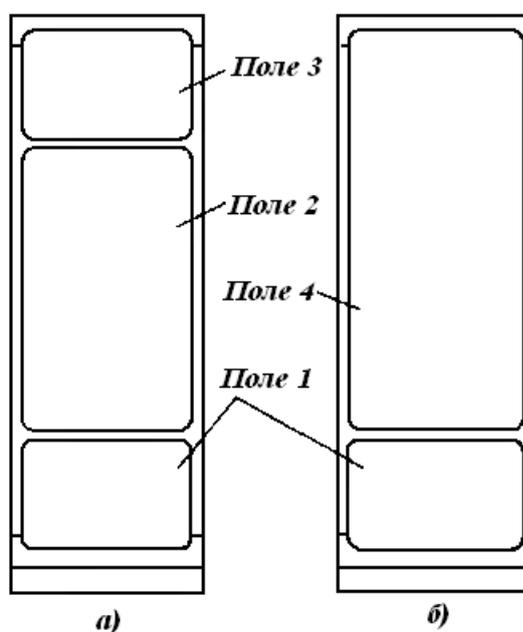


Рис. 8.37. Функциональные поля щитов шкафных и панельных с каркасом:
а — исполнение I; б — исполнение II

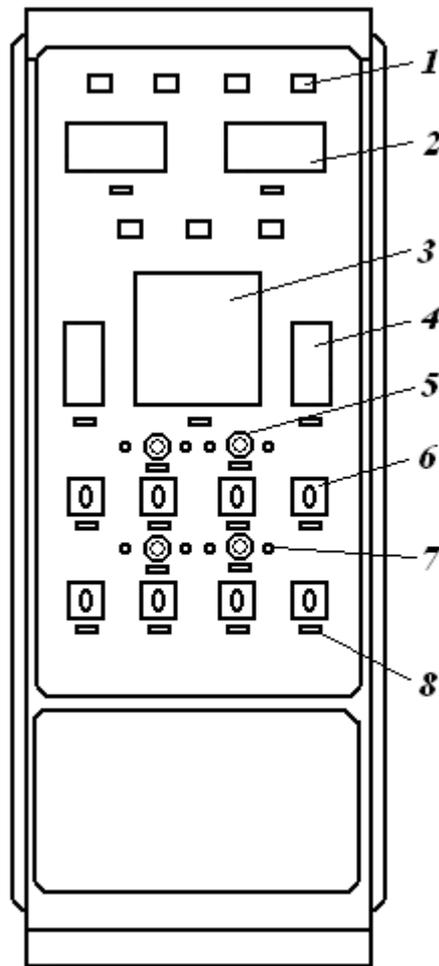


Рис. 8.38. Пример размещения приборов и аппаратуры на фасадных панелях щитов: 1 — табло световое; 2 и 4 — приборы показывающие; 3 — прибор самопишущий; 5 кнопка; 6 — переключатель; 7 — арматура сигнальная; 8 — рамка для надписи

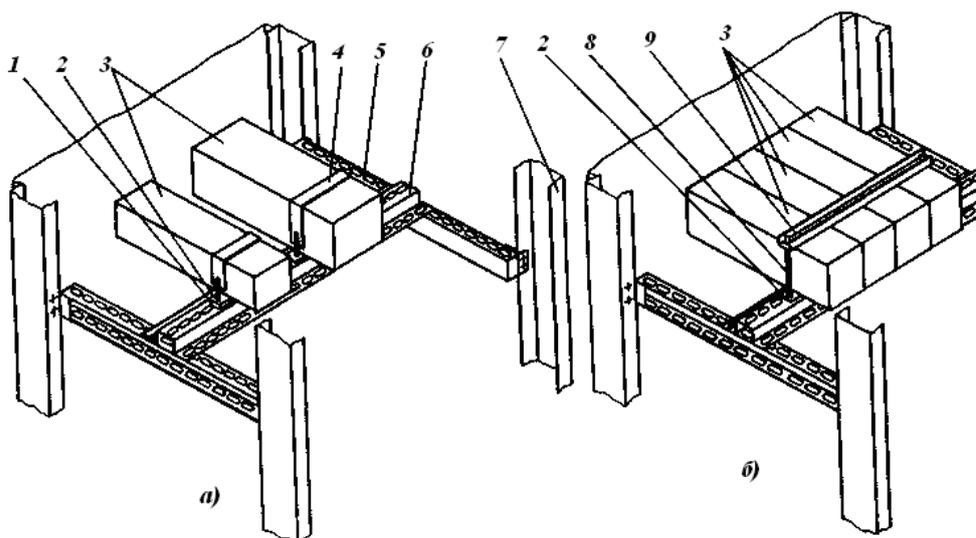


Рис. 8.39. Пример крепления хвостовых частей приборов на каркасе щита: а — одиночная установка приборов; б — групповая установка; 1 — подставка; 2 — подкладка; 3 — прибор; 4 — хомут; 5 — швеллер боковой ШБ; 6 — опора; 7 — стойки каркаса щита; 8 — шпилька; 9 — швеллер Ш

Условные обозначение марок щитовых конструкций включают:

Наименование изделия, число секций, указания об открытых (закрытых) боковых стенах, номер исполнения, типоразмер, климатическое исполнение, степень защиты, номер основного документа. Температура окружающей среды в щитовых помещениях может быть - $30+50^{\circ}$. Основанием для проектирования для проектирования щитов и пультов является структурные схемы, схемы автоматизации схемы сигнализации и схемы питания. (т.е. после разработки этих схем можно приступить к проектор). Проектирование осуществляю в такой последовательности:

- выбирают тип и конструкцию щита;
- размещают приборы и аппаратуру;
- определяют число и место расположения коммутационных зажимов и переборочных соединителей;
- выбирают электрическую и трубную проводку;
- размещают щиты и пульты в производственных или специальных помещениях;
- оформляют задание на изготовление щитов и пультов.

Выбор типа и конструкции щитов и пультов

Выбор типа и конструкции щитов и пультов осуществляют после определения структуры управления и зная объем и характеристики технических средств.

В качестве местных щитов для размещения первичных приборов используют малогабаритные шкафные щиты. Для локальных и центральных ПУ используются полногабаритные щиты, компонируемые в многосекционные. Причем в производственных помещениях берут шкафные щиты. Панельные используют в специальных щитовых помещениях.

Пульты управления применяют при большом количестве пуско регулирующей аппаратуры. Приборные приставки пультов используют для установки приборов.

Габариты щитов и отдельных панелей сборных щитов выбирают в зависимости от числа и размеров приборов и средств автоматизации.

При выборе глубины щитов необходима учитывать габариты утопленной части приборов, габариты приборов внутри щитов, конструкцию дверей, наличие открытых токоведущих частей приборов и аппаратов (в.т.г. сборок зажимов, предохранителей, рубильников и т.д.).

Выбранные глубины должна отвечать инструкции по проектировании электроустановок.

Щиты или шкафы расстояние от задней двери до противоположной стенки которых меньше 600 мм считаются обслуживающим извне.

При наличии открытой токоведущей частей не рекомендуется применение щитов с боковой дверях шириной 800 мм и более. Предпочтительные применение щитов шкафных с задней (или передней) дверьми шириной 600 мм, типа Ш Щ – ЗД или ШЩ – ПЗД (или ток токоведущие части ограждаются).

Размещения приборов и аппаратуру на щитах и пультах

Приборы и аппаратуру на щите необходимо компоновать в соответствии с ходом процесса слева направо, начиная от начальных стадий и кончая завершающим. Если используются многосекционные щиты, то в каждой секции щита устанавливаются приборы соответствующие какому либо звену технологической (процесса) установки. При этом наиболее важные, часто применяемые элементы располагают в центре, редко используемые – на периферии.

Приборы в пределах одной секции располагают симметрично.

Для оператора (работающие стоя) оптимальная зона зрительного наблюдения (приборы) является 1300-1650 мм, оптимальная зона расположения органов управления 1100-1440 мм.

По высоте щита располагают 2,3 и даже 4 ряда приборов. При 4^х рядовом приборы располагают на высоте 700-2100 мм., но рекомендуемым является высота 900 ÷ 1200 мм.

Минимальные расстояния между приборами 40-80 мм., расстояния от прибора до боковой стенки – 100 мм. (что обеспечить возможность проведения коммутации проводок и размещение трудных линий). Эти расстояния также учитывают установку надписей под приборами.

Показывающие приборы располагают на высоте 800 ÷ 1900 мм. Самопишущие приборы на высоте 900 ÷ 1800 мм. Регулирующие приборы на высоте 900 ÷ 1900 мм. Опературную аппаратуру контроля 800 ÷ 1600 мм. Сильные приборы 1000 ÷ 1600 мм. Надписи в рамках должны быть лаконичными и полностью определяющими назначение элементе. Обычно рекомендуют использование щитов исполнения II. (три панели). В них нижняя панель является декоративной, в среднюю располагают самопишущие приборы и органы управления, а также крупногабаритные показывающие приборы. На верхней панели располагают сигнальную арматуру и малогабаритные показывающие приборы. При большом числе аппаратуры управления и сигнализации, намечен органов управления механизмом и ПТС для облегчения работы оператора разрабатываются мнемосхемы. Мнемосхема может быть построена по трем причинам: «темная», «светлая», «с мигающим светом».

Размещения на внутренних плоскостях щитов. На внутренних плоскостях располагают вспомогательную аппаратуру: реле, трансформаторы, источники питания, панели с выключателями, предохранителями, редукторы, фильтры и другие а также регуляторы и функциональные блоки.

Компоновку электро – и пневмоаппаратуру выполняют с учетом конструктивных особенностям. При совместной установке электро – и пневмоаппаратуры. Электроаппаратуру располагают в левой части, пневмоаппаратуру в правой части с монтажной стороны щита. Аппаратуры располагают на высоте от основания:

- трансформаторы, источники питания, пускатели, освещения щита, звонки – 1700 – 2000мм;
- регуляторы, функциональные блоки, реле и т.п. 600 ÷ 1900;
- выключатели, предохранители, розетки, автоматы 700-1700;
- монометры 700÷1600мм;
- аппараты пневмопитания – фильтры, редукторы, зон.аря. 300-700;
- сборки коммутационных зажимов. 350÷1900мм.
- переборочные соединители 300÷800мм;
- воздушный коллектор 250÷500 мм.

Электропитания в щиты подводятся через щитки питания ЭЩП-2М, содержащего два налетного выключателя и 4 предохранителя.

Пневмопитания подводится через воздушный коллектор. (ГОСТ 3262-75) с ду 20÷50 мм с наклоном 1 : 20м, в конце устройство для выпуска в мячи. На щитах шириной 600 мм допускается до 4^x узлов подготовки воздуха, 800 мм – до 5 и 1000 – до 6ти.

Определение числа и месторасположения коммутационных зажимов (КЗ) и переборочных соединителей (ПС). Выбор проводки.

Коммутационные зажимы используют для разъемного соединения внутренней и внешней электрических проводок, а также при наличии электрических связей между приборами и аппаратами, установленными на разных секциях щита или в разных шкафах. (Электрические связи в пределах одной секции выполняют непосредственно без КЗ. Термопара также подводится к автоматическому потенциометру без КЗ).

Различение КЗ указывают на чертеже общего вида щита – вид сзади (НКС). Число определяют по принципиальным электрическим схемам, техническим характеристикам приборов.

Зажимы в сборках укрепляются: по агрегатом, по системам измерения, регулирования, управления и сигнализации; По напряжению коммутируемых цепей (36, 220 в и т.д.). Притом группа зажимов на напряжение 220 в должны выделены, закрыты крышками или снабжены предупредительными надписями.

Одну от другой группы зажимов отделяют маркировочной колодкой или свободным зажимом. В каждой группе зажимов предусматриваются резервные зажимы. 1 на 6; 2 на 7-16, 3 на 17-32 зажим. Сборки КЗ устанавливают горизонтально в один ряд на передней и боковых стенах. (допускается при обосновании необходимости установки К№ в два ряда или вертикально). Располагают на высоте 350-800 мм. В пультах К№ располагают на боковых стенах горизонтальных, на высоте более 350 мм. В случае сборки из в два ряда, расстояние между колодками должны быть не менее 200мм. Если к щиту подходят трубные проводки то устанавливают сборки переборочных соединителей (для пневматических линий-пневмоклемники).

Сборки ПС рекомендуется размещать горизонтально или вертикально внизу на боковой стенке щита, в зависимости от места ввода трубной проводки.

При выборе электрической проводки учитываются допустимую токовую нагрузку. Обычно используют (для коммутации по щитовым конструкциям) провод с медной жилой и полихлорвиниловой изоляцией. Обычно используются сечение $0,35\text{мм}^2$ (много проволочное), $0,5\text{ мм}^2$ (однопроволочное) и 1 мм^2 (для щитовых помещений взрыва опасных установок).

Выбор трубной проводки зависит от ее назначения, химических свойств веществ, заполняющих трубы, размеров присоединительных устройств приборов. В пределах щитов рекомендуется использования тех же труб что и для внешних проводок. Чаще всего используют полиэтиленовые, поливинилхлоридные, стальные бесшовные, водогазопроводные и медные трубы.

Проводки прокладываются горизонтально или вертикально по кратчайшим расстоянием.

Размещение щитов и пультов

Щиты и пульты можно устанавливать в специальных Щитовых и непосредственно в производственных помещениях. Щиты местных ПУ размещают вблизи управляемого объекта с таким расчетом, чтобы контроль за его работой осуществлялась не только по показанию приборов, но и путем визуального осмотра за оборудованием.

Щиты операторских ПУ располагают так, чтобы можно было обзирать все оборудования. При необходимости операторские пункты могут отделяется от производственного помещения стеклянной перегородкой.

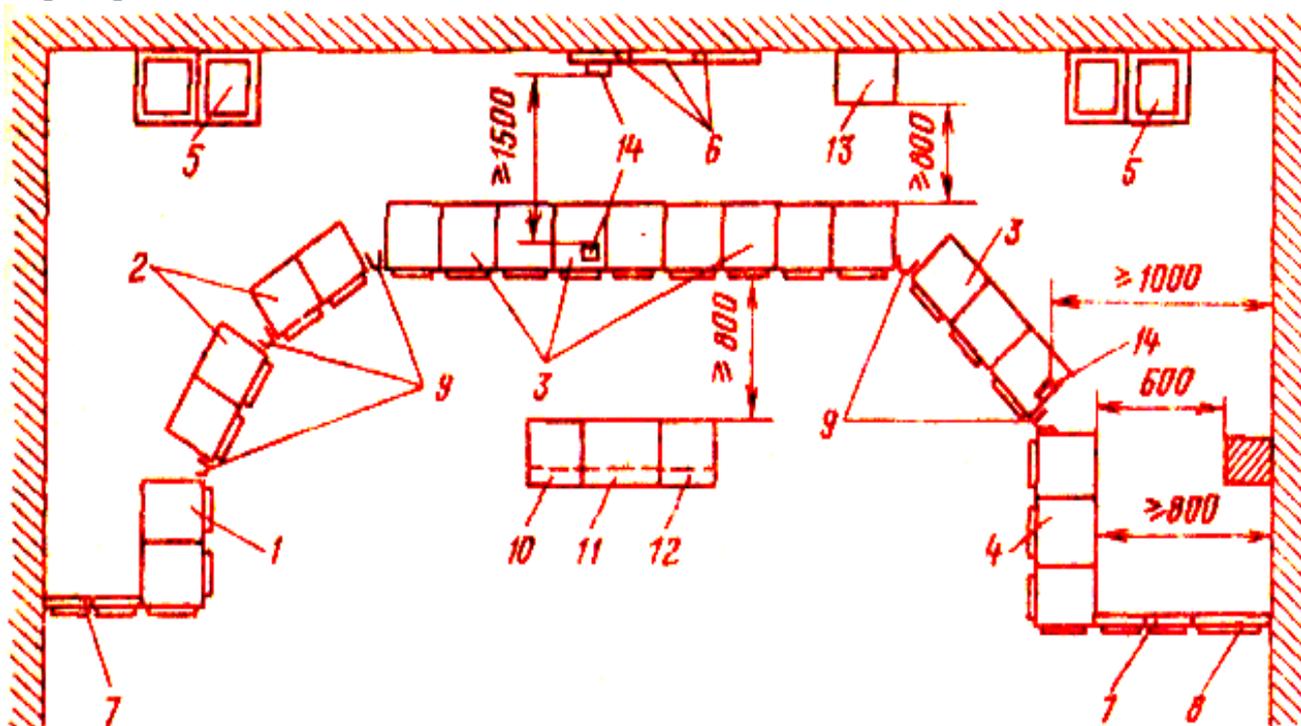


Рис. 8.43. Пример компоновки центрального щита управления:
1 — щит панельный с каркасом двухсекционный, закрытый слева, ЩПК-2-ЗЛ; 2 — щит панельный с каркасом двухсекционный с поворотными рамами ЩПК-2; 3 — щит панельный с каркасом трехсекционный ЩПК-3; 4 — щит панельный с каркасом трехсекционный, закрытый справа, ЩПК-3-ЗП; 5 - станив двухсекционный С-2; 6 — станив плоский СП; 7 — панель вспомогательная с дверью ПнВ-Д; 8 — панель вспомогательная ПнВ; 9 — вставка угловая ВУ; 10 — пульт левый П-Л; 11 — пульт средний П-С; 12 — пульт правый П-П; 13 — щит шкафной малогабаритный ЩШМ; 14 — аппаратура с открытыми токоведущими частями

13-лекция. Оформление документации на изготовление щитов и пультов. Схемы соединений внутренних проводок. (2-часа).

План лекции:

1. Графический, адресный и табличные методы выполнения;
2. Перечень проектной документации на щиты и пульты;
3. Вид спереди на фронтальную плоскость;
4. Вид на внутреннюю плоскость;
5. Оформление таблиц надписей (на табло и в рамках), перечня составных частей и таблиц для монтажа электрических проводок.

Рис. 9.1. Пример чертежа «Вид спереди» одиночного шкафного щита

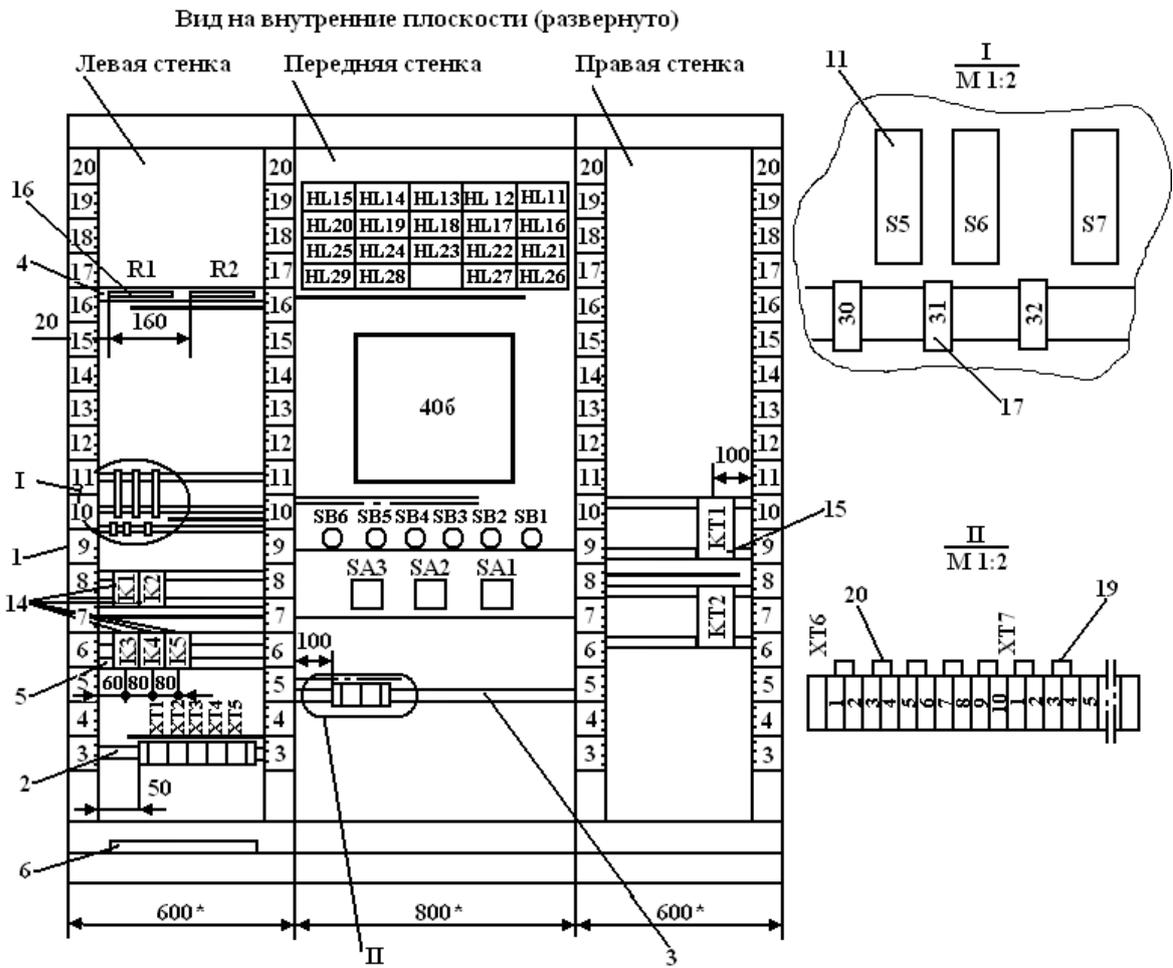


Рис. 9.4. Вид на внутренние плоскости щита рис. 9.1

Проводник	Откуда идет	Куда поступает	Данные провода	Примечание
Технические требования				
Таблица соединений выполнена на основании схем XXX-XXX-ATX-..., XXX-XXX-ATX-...,				
1	XT1:1	SA1:1	} ПВ1 1	П
1	SA1:1	SA1:3		
2	SA1:2	SB1:21	}	П
3	SB1:22	SB1:13		
3	SB1:13	XT2:1	}	
4	XT2:2	K3:10A		
4	K3:10A	SB1:14	}	
5	KT2:12	SA1:4		
5	SA1:4	K1:5	} НВМ-0,5-IV	
5	K1:5	K3:5		
5	K3:5	K4:5	}	П
5	K4:5	K4:5A		
5	K4:5A	XT2:3	}	
8	XT2:4	K1:12		
8	K1:12	KT1:12	}	
12	KT1:13	KT2:A		

Рис. 9.10. Размеры и пример заполнения таблицы соединений для щита на рис. 9.4

14-лекция. Внешние электрические и трубные проводки. (2-часа).

План лекции:

1. Проектирование внешних электрических проводок;
2. Выполнение схемы соединений и подключений проводок;
3. Проектирование трубных проводок;
4. Выполнение схемы соединений и подключений.

Ташқи электр ва трубади уланишлар

Ташқи электр уланишларини автоматлаштириш чизмалари, принципа чизмалар, манбаа чизмалари, ҳамда электр жихозлари қурилмаларининг қоидалари ва етакчи лойиха ташкилотларининг йўл йўриқ кўрсатувчи материаллари (РТМ) асосида амалга оширилади.

Автоматлаштириш тизимларининг электр уланишларини лойихалашда уларни бажарилиш усулларини, симларнинг ёки кабелларнинг техник характеристикасини, химоялаш ва ушлаб турувчи конструкцияларни кетма-кет танланади.

Электр уловчи симларни тортишни ва бажарилиш усулини танлаш.

Электр симларни ташқи ва ички тортиш усуллари мавжуд. Ташқи тортиш усулида бинони ташқи деворларидан тортилади, ичкида берк бино ичидан тортилади.

Бажарилиш усулига қараб улар очик ва ёпиқ бўлиши мумкин.

Симларни тортишиш усулига қараб, химоя трубаларида тортиш латокларда каробкаларда, кабель конструкцияларида ёки кўприкларда, осма тортиш каналларда туннелларда ёки ер остида ётқизилган кабелларда тортиш усуллари мавжуд. Симларни тортиш усулини кабел махсулоти турига қараб, бино категориясига қараб, иқтисодий кўрсаткичларга ва эксплуатацияга қулайлигига қараб танланади.

Кабель ва симларни танлаш.

Автоматлаштириш тизимларининг электр уловчи симларини лойихалашда кабель ва уловчи симларни танлаш қуйидагиларга бўлинади;

- ток юритувчи симлар материални танлаш,
- сим ва кабелларнинг, химоя ўрамини ва унинг *қобилини* танлаш,
- кабельнинг химоя қатламини танлаш,
- ток юривчи симларнинг кесим юзасини танлаш.

Ток юривчи симларнинг материални танлаш.

Кабел ва симларнинг марказини аниқлашни ток юривчи сим материални танлашдан бошланади. Одатда мис ва алюмин симларидан фойдаланилади. Алюмин симларни танлаш учун ўлчов асбобларини ишлаб чиқарувчи завод билан келишилиш керак бўлади. Симлар, кабеллар ва уларнинг химоя қатламини (изоляция) танлашда электр симларни тортиш усулини ва атроф муҳит характеристикасини ҳисобга олиш керак бўлади.

-40⁰С дан +40⁰С гача муҳитда поливинилхлорид (изоляцияли) химоя қатламли симлар ва -40⁰Сдан +50⁰Сгача муҳитда резина химоя қатлами симлардан фойдаланилади.

Термоэлектрод симлар поливинил хлорид изоляциялаш (÷40÷70⁰С), шиша толали ўрамли полиэтилентерефтлат изоляцияли (-60÷+120⁰С) бўлиши мумкин.

Кабел химоя қатламини танлаш.

Кабель химоя қатламини кабельни тортиш шароитларига қараб танланади. Ишлаб чиқариш биноларининг ичида, механик таъсирлар (жарохат) хавфи бўлмаганда, бромсиз кабеллар ишлатилади. Бунда кабельни тортиш конструкциялари ва лотоклари 2 м дан баландда жойлаштирилади. Ёнғин ва портлашдан хавфли хоналарда кабелларни химояловчи пўлат трубаларда ёки пўлат каробкаларда тортилади. Механик таъсирлардан химоялаш мураккаб бўлган ҳолатларда бронланган химояловчи қатлами ёнмайдиغان кабеллардан фойдаланилади.

Ток ўтказувчи симларнинг кесим юзасини танлаш

Танлаш энг катта йўл қўйилиши мумкин бўлган ток юкларини ва механик мустаҳкамлик бўйича амалга оширилади.

Ишончли механик мустаҳкамликни таъминлаш учун энг кичик кесим юзаси қуйидагича бўлиши керак:

- 60 вольтгача кучланишли занжирларда – 0,2 мм² мис симлар,
- 60 вольтдан юқори кучланишли занжирларда – 0,35мм² кўп симли мис – симларда ва 0,5мм² бир симлар

Симнинг кесим юзасини аниқлашдаги токи юкламасининг хисобий қийматини одатда қуйидаги шарт бўйича танланади. I Узоқ муддатда мумкин бўлган $\geq I$ хисобий

Химояловчи ва ушлаб турувчи конструкцияларни танлаш

Лотоклар ва кўприклар: Симларни қуриқ хоналардан тортишда, агар уларга механик таъсирлар бўлмаса, ҳамда уларнинг химоя қатламига таъсир этувчи мухитлар бўлмаса унда лоток ва кўприклардан фойдаланилади. (Қўшимча улардан кабелларни тортишда фойдаланилади). Лоток ва кўприкларнинг кенглиги 200 ва 400мм бўлади. Кабел ва симлар лоток ва кўприкларда скобалар билан маҳкамланади.

Расмда кабелларни тортиш учун кўприклар элементлари ва скобалар чизмалари келтирилган.

Корбкалар ва химоя трубалари

Кўп сонли симларни тортишда, химоя трубаларида тортиш мақсадга мувофиқ бўлмаса ва лоток ва кўприкларни қўллаб бўлмаса унда очиқ ва ёпик корбкалардан фойдаланилади.

Чанг, нам ўтказмайдиган, портлашдан хавфсиз ижро талаб қилинганда химоя трубаларидан фойдаланилади.

Трубали уланишларни лойихалаш

Ташқи ва ички трубали уланишлар мавжуд. Трубали уланишлар вазифасига қараб импульс учун, команда учун, манбаа учун, чиқариб ташлаш учун, иситиш учун, тозалаш учун бўлади.

Лойихалашда аввал труба тури танланади ва ундан сўнг уларни тортиш усули танланади.

Трубаларни танлаш

Автоматлаштириш тизимларида қуйидагича трубаларда ишлатилади:

- пўлатдан ясалган, сув-газ ўтказувчи ва уланмаган,
- мисдан ясалган,
- алюминдан ясалган,
- полиэтилендан ясалган,
- поливинилхлориддан ясалган трубалар.

Шунингдек пневмокабеллар ҳам кенг қўлланилади. Уловчи трубаларни одатда углеродли пўлатдан тайёрланади.

Пневмоавтоматикада команда трубалари сифатида пластмасса трубаларидан кенг қўлланилади. -10°C дан $+60^{\circ}\text{C}$ гача температурада поливинилхлорид трубалар, -40°C дан $+50^{\circ}\text{C}$ гача температурада пневмокабеллар ва -60°C дан $+50^{\circ}\text{C}$ гача полиэтилен трубалардан фойдаланиш тавсия этилади.

Температуранинг ошиши билан пластмасса трубаларнинг механик характеристикалари сезиларли равишда пасаяди. Улардан иссиқ цехларда, ёнғинни ўчириш тизимларида, ҳамда ёнғинни сигналлаш тизимларида фойдаланилмайди.

Рангли металллардан тайёрланган трубалардан бошқа трубалардан фойдаланиб бўлмаганда фойдаланилади. Уларни шартли диаметрлари $D_u=8,11,20,25\text{мм}$ бўлади.

Алоҳида трубаларда уланишлар “стойкалар, тиргакли пронштейнлар ёки подвеска”лар устидан тортилади. Группалашган трубалар тиргакли (опорних) метал конструкциялар орқали ёки тросларда тортилади.

Трубали улаш ва уланишларни бажарилиш чизмаси

Улаш (соединения) ва уланишлар (подключение) график усулда ёки табица усулида бажарилиши мумкин.

Ташқи уланишлар чизмаси шчит ташқарисидаги технологик жихозларда ўрнатилган автоматлаштириш воситалари ва асбобларининг шчит ичидаги автоматлаштириш воситалар билан электр ва трубали уланишларини кўрсатадиган комбинацияли чизма ҳисобланади.

Чизма масштабсиз бажарилади ва у чизмадан ва монтаж материаллари ва маҳсулотлар рўйхатидан ташкил топган бўлади.

Чизмаларнинг юқори қисмида сезгир элементлар, ижрочи қурилмалар ва технологик чизмадаги жихозларга ёки коммуникацияларга ўрнатиладиган автоматлаштириш тизимларининг бошқа элементлари кўрсатилади.

Чизманинг тушунтириш жадвалларида агрегат номи, назорат қилинаётган параметр, мухит, ўрнатилиш жойи, ўрнатиш чизмасининг номери ва спецификация бўйича позиция номери.

Чизманинг ўрта қисмида, юқори қисм билан пастга (шчит кўрсатилган жой) қисм ўртасида уловчи короблар, датчиклар ва жойда ўрнатилган тизимнинг бошқа элементлари кўрсатилади.

Автоматлаштириш чизмасида уларга “жойидаги асбоблар” тўртбурчагида жойлаштирилган автоматлаштириш воситалари ва асбоблари мос келади.

Трубали ва электр уланишларни узлуксиз чизиқлар билан чизилади. Хар бир чизиқ ёнида кабел маркасини, симлар сонини, симнинг кесим юзасини, кабел узунлигини. Электр уланиш симларни 1,2,3....84,85 каби маркировкаланади, пневмотик уланишлар 01,02,03,.....084,085 каби маркировкаланади.

Чизманинг юқори қисмида, асосий ёзувлар тепасига монтаж материаллари ва маҳсулотлари рўйхати келтирилиб, унда электр ва пневматик кабеллар симлар, трубалар, кранлар, вентиллар ва бошқалар келтирилади.

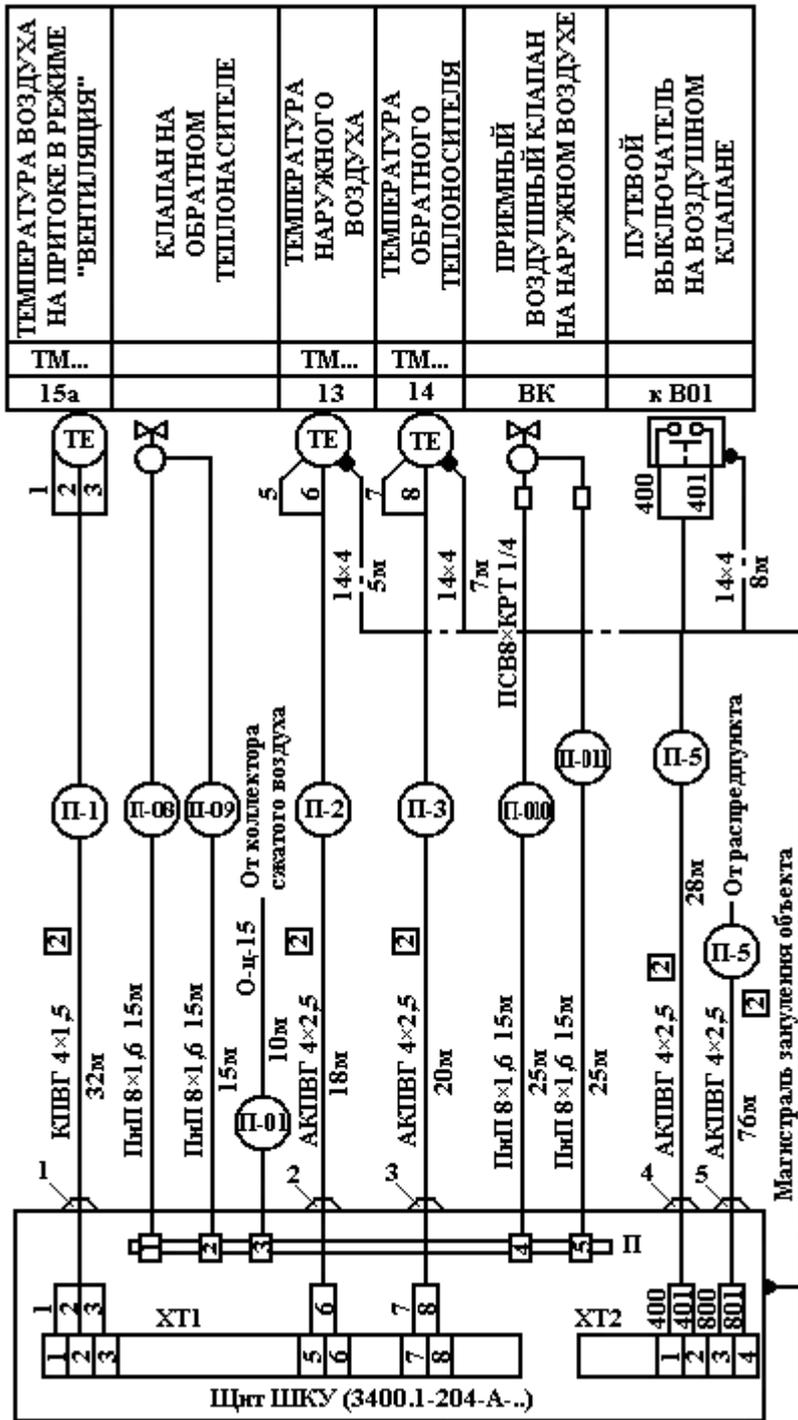


Рис. 13,4. Фрагмент схемы внешних проводок с применением труб полиэтиленовых.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

16 лекция. ОРГАНИЗАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Организационное обеспечение (ОО) включает описание АСУ ТП (функциональной, технической и организационной структур) и инструкции оперативному персоналу, необходимые и достаточные для его функционирования. Взаимодействие АСУ ТП с вышестоящими уровнями управления определяется наличием на промышленном предприятии автоматизированной системы управления предприятием (АСУП) и автоматизированных систем оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ).

В общем случае на предприятии может быть создана как одна АСУ ТП, управляющая всем производством в целом, так и несколько, управляющих определенными технологическими агрегатами, линиями и участками. В этом случае, важное значение приобретают вопросы совместимости этих систем на функциональном, техническом, информационном, программном и организационном уровнях.

На функциональном уровне решаются вопросы совместимости целей всех систем управления, создаваемых на предприятии. Вопросы совместимости на техническом, информационном и программном уровнях решаются при выборе типа технических средств, операционных систем, систем управления базами данных и др.

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА АСУ

На большинстве предприятий при создании АСУ ТП организуют специальное подразделение - службу АСУ, возглавляемую заместителем главного инженера - начальником службы, который непосредственно подчиняется главному инженеру предприятия. Служба АСУ обычно состоит из информационно-вычислительного центра и метрологической службы предприятия.

Информационно-вычислительный центр возглавляет начальник ИВЦ. В ИВЦ входят группы эксплуатации и наладки средств вычислительной техники и оборудования диспетчерского пункта, а также сектор программистов и постановщиков задач. Основные функции сектора программистов и постановщиков задач состоят в отладке и эксплуатации средств и программного обеспечения, переданных заводом-изготовителем УВК и разработчиками системы; исследовании производственных процессов которые занимаются развитием работ по оптимизации отдельных стадий и всего производственного процесса в целом, включая разработку математических моделей, алгоритмов и программ для решения новых задач управления.

С внедрением АСУ ТП к традиционным функциям метрологической службы добавляются функции обслуживания периферийных устройств связи с объектом: датчиков технологических параметров и состояния оборудования, линий связи, преобразователей сигналов разного типа.

АСУ ТП могут нормально функционировать, если все каналы, передающие информацию в УВК и выводящие ее из него, обеспечивают определенную достоверность этой информации. Выполнение указанного условия требует систематической работы на предприятии по метрологическому контролю и аттестации каналов и отдельных устройств АСУ ТП, что обеспечивается метрологической службой.

Организационная структура службы АСУ (состав подразделений отдела и их численность) зависит от функциональной и технической структур каждой системы, объема и характера перерабатываемой информации в отдельных звеньях.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА АСУ ТП

Под функциональной структурой АСУ ТП принято понимать совокупность функций, выполняемых системой, и связей между ними, определяющих порядок реализации этих функций.

Функциональная структура является основополагающей, определяет состав и содержание остальных компонентов АСУ ТП, а также эффективность системы в целом. Поэтому принятие целесообразного состава функций АСУ ТП является одной из важнейших задач, которые необходимо решить на начальных стадиях разработки системы. Функция АСУ ТП - совокупность действий этой системы управления, направленных на достижение частной цели управления и реализуемых непрерывно во времени.

Действия АСУ ТП являются результатом решения определенных задач, которые можно классифицировать следующим образом:

- задачи прямого счета;
- логические задачи;
- задачи обработки информации;
- задачи принятия решений.

Необходимость определения состава функций АСУ ТП, обеспечивающих выполнение поставленной перед системой цели с учетом специфики конкретного предприятия, базируется на соответствующих методах анализа объектов управления. Особенностью начального этапа проектирования является ограниченность информации о будущей системе. Основным и общим во всех работах, связанных со структурными исследованиями, является стремление очистить объект исследования от всего вторичного, рассмотреть лишь его наиболее характерные признаки.

Такое направление характерно для работ в области структурного анализа.

Исходным объектом структурного анализа является современное предприятие, имеющее четко выраженные границы в системе народного хозяйства. Выбор именно такого исходного объекта для структурного анализа (а не производства или технологического процесса) объясняется

тем, что границы этих объектов на предприятии размыты и определяются в каждом конкретном случае в зависимости от заданной цели управления.

Структурная схема объекта управления может быть получена при декомпозиции его как сложной системы

Благодаря процедурам декомпозиции можно выделить определенные структурные элементы, определить их участие в реализации заданной цели управления, сформулировать функции управления. При этом важную роль играет формулировка целевой функции, так как она определяет масштаб будущей системы управления. Например, если целевая функция системы состоит в максимизации прибыли предприятия, то реализация указанного подхода приводит к синтезу интегрированной АСУ, так как система управления должна охватить все структурные элементы объекта, участвующие в образовании прибыли предприятия.

По этой причине для АСУ ТП характерны следующие целевые функции: минимизация цеховой себестоимости или потерь в производстве, максимизация выпуска определенных видов продукции, минимизация расхода определенных видов энергоносителей и т. д.

Стратификация объекта управления (декомпозиция по функциональным сферам). При желании получить полное детальное описание объекта возникают трудности, которые объясняются природой сложных систем. Эта задача обычно решается путем нахождения компромисса между простотой описания и необходимостью учета многочисленных характеристик поведения сложной системы. Решение этой проблемы можно достичь путем использования иерархических описаний сложной системы. Система в этом случае задается семейством моделей, каждая из которых описывает поведение системы с точки зрения разных уровней абстрагирования.

Декомпозиция объекта по уровням сложности принимаемых решений. В процессе принятия решения при управлении сложной системой возникает основная проблема, связанная, с одной стороны, с необходимостью оперативного вмешательства в процесс в реальном времени, а с другой - со значительным временем анализа ситуации ввиду ее сложности и выработки стратегии поведения. Решение состоит в использовании многослойной иерархии системы принятия решений при управлении сложными системами. При таком подходе сложная проблема принятия решений разбивается на семейство последовательно расположенных более простых под проблем.

Схема многослойной иерархии системы принятия решений на предприятии включает следующие уровни принятия решений при управлении объектом:

- регулирование, контроль и управление отдельными технологическими агрегатами (нижний уровень в иерархии управления);;

- координация первого уровня, целенаправленное действие вышестоящей подсистемы на согласование локальных целей управления элементарными операторами некоторого процесса в пределах технологической подсистемы;

- координация второго уровня, под которой понимают целенаправленное действие вышестоящей подсистемы на согласование локальных целей управления некоторыми процессами;

координация третьего уровня, под которой понимают целенаправленное действие вышестоящей подсистемы на согласование локальных целей узлов направления при управлении производством в целом.

Каждый уровень управления может функционировать в общем случае по нескольким алгоритмам, обеспечивающим как рациональный, так и оптимальный вариант управления. Выбор или модификация алгоритма функционирования осуществляется по командам подсистем вышерасположенных по иерархии принятия решения.

Декомпозиция объекта по организационному признаку. Каждый объект управления к моменту создания АСУ ТП имеет сложившуюся организационную структуру, между элементами которой распределены все протекающие в функциональных сферах (стратах) процессы. С учетом имеющейся схемы принятия решений для каждой страты может быть составлена многоуровневая организационная структурная схема.

Число подсистем в первом уровне определяется результатами декомпозиции процесса на элементарные самостоятельные операторы типа выход-вход. Число подсистем на следующем уровне управления зависит от топологии объекта, параметричности связей между технологическими установками и его организационной структуры. Число подсистем в третьем уровне зависит в основном от организационной структуры ТООУ.

Передача АСУ ТП всех функций управления технологическим объектом, обеспечивающих реализацию поставленной цели, является целесообразной, но трудно выполнимой задачей из-за сложности формализации некоторых функций управления объектами, реализуемых людьми, и из-за отсутствия необходимых технических средств для сопряжения объекта с системой управления. Поэтому реальные АСУ ТП реализуют значительно меньше функций, чем требуется для обеспечения заданной цели управления, и степень охвата объекта системой можно рассматривать как показатель функционального совершенства АСУ ТП.

Процесс принятия решений при разработке функциональной структуры плохо поддается формализации. Если исходить из того, что АСУ ТП реализует m функций контроля, управления и координации в соответствии с критерием оптимальности, тогда ТООУ нужно рассматривать как совокупность технологических агрегатов и связей между ними, участвующих в реализации названного критерия.

ФУНКЦИИ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА АСУ ТП

Диспетчер-технолог является составной частью системы. Функции диспетчера-технолога существенно зависят от целей и задач, стоящих

перед АСУ ТП, и определяются должностной инструкцией, являющейся составной частью эксплуатационной документации на систему.

Должностная инструкция диспетчера-технолога отражает следующие вопросы: его подчиненность в системе; состав лиц, которым он имеет право давать распоряжения; состав документов, которыми он обязан руководствоваться в своей работе; профессиональные требования и порядок назначения на должность; детализированные функции с учетом особенностей технологического процесса и АСУ ТП; права и обязанности; порядок приема и сдачи смены, работы в течение смены и пр.

Обычно в состав организационного обеспечения АСУ ТП включается следующее:

инструкция оператору УВК по вводу оперативной производственной информации;

инструкция оператору лаборатории химико-технологического контроля по вводу в УВК результатов анализа качественных характеристик сырья и полупродуктов;

должностная инструкция начальника машины (начальника УВК) отдела АСУТП;

должностная инструкция сменного инженера группы технического обслуживания УВК отдела АСУ ТП;

инструкция на действия начальника смены (сменного инженера) при возникновении аварийной ситуации и т. д.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИОННОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ

Документация по ОО предназначена для описания организационной структуры управления объектом, связанным с созданием АСУ ТП (схема организационной структуры, описание организационной структуры); описания действий персонала по обеспечению функционирования АСУ ТП (технологическая инструкция, инструкция по эксплуатации); установления функций, прав и обязанностей должностных лиц по обеспечению функционирования АСУ ТП (должностная инструкция).

На схеме организационной структуры показываются подразделения или должностные лица, обеспечивающие функционирование АСУ ТП либо использующие при принятии решений информацию, полученную от нее; связи между подразделениями и отдельными должностными лицами, указанными на схеме, и их соподчиненность.

При описании организационной структуры отражаются проектные решения по изменению структуры управления объектом в связи с внедрением АСУ ТП и соответствующим обоснованием и изменением во

взаимосвязях между подразделениями. При создании новых подразделений для обеспечения функционирования АСУ ТП описывают их организационную структуру и функции, а также регламент работ» перечень категорий работников с указанием числа штатных единиц. В технологическую инструкцию включают сведения о порядке и последовательности выполнения операций технологического процесса обработки данных, а также перечень должностей, на которые она распространяется.

Инструкция по эксплуатации содержит сведения о назначении, функциях, регламенте и режиме работы АСУ ТП, указания по технике безопасности, порядке работы персонала, проверке правильности функционирования технических средств, правилах технической эксплуатации, действиях при аварийном отключении технических средств, предаварийном и аварийном состояниях объекта, пусковом и остановочном режимах.

Должностная инструкция определяет права и обязанности должностного лица по обеспечению функционирования АСУ ТП, а также действия его при возможных нарушениях. Инструкция по эксплуатации состоит из нескольких разделов. В разделе "Общие положения" указывается, сведения о назначении, функциях и режимах работы, характере решаемых задач, определяет права, обязанности и ответственность оператора. После опытной эксплуатации "Инструкция" может дополняться.

Раздел "Краткое описание" содержит следующие сведения. Согласно организационной структуре оператор отделения административно подчинен сменному технологу, осуществляет с ним оперативную двухстороннюю диспетчерскую связь и выполняет его указания по ведению процесса. В свою очередь оператору отделения подчинены операторы тракта подачи свеклы и сушки жома, с которыми осуществляется громкоговорящая связь.

В операторском пункте отделения устанавливают щит преобразователей, щит регистрирующих приборов, регулирующий микропроцессорный контроллер, пульт управления. Оператор участвует в осуществлении информационных и управляющих функций АСУ ТП.

В разделе "Сведения о решаемых задачах" перечисляются задачи в соответствии со специальным программным обеспечением, приводятся необходимая информация и соответствующие пояснения.

В разделе "Обязанности оператора" приводится перечень действий оператора, обязательных к исполнению.

В разделе "Оператор имеет право" приводится перечень его действий: останавливать установку в предаварийной или аварийной ситуациях, осуществлять ее пуск после указанных ситуаций, требовать здания безопасных условий труда и т. д.

17-ЛЕКЦИЯ.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

В состав технического обеспечения АСУ ТП наряду с комплексом технических средств и каналов связи между ними входят также конструкторская и эксплуатационная документация и проектные решения, предназначенные для поддержания системы в работоспособном состоянии.

Совокупность вычислительных и управляющих устройств, средств преобразования, отображения и регистрации сигналов, устройств передачи и обработки сигналов и данных, а также исполнительных устройств образуют комплекс технических средств (КТС) АСУ ТП.

Для АСУ ТП характерны высокий уровень автоматизации управления. Это достигается за счет того, что все технические средства связаны в единую систему соответствующими каналами, образующими техническую структуру (ТС) системы.

СОСТАВ И ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ПОДСИСТЕМ ТС АСУ ТП

В составе технической структуры АСУ ТП могут быть выделены базовая ЭВМ, периферийные устройства, аппаратура передачи данных, а также следующие подсистемы: ввода аналоговых сигналов, ввода дискретных сигналов, вывода аналоговых сигналов, вывода дискретных сигналов. Последние четыре подсистемы предназначены для непосредственной связи с ТОО и передачи информации о состоянии объекта и соответствующих команд в автоматическом режиме. Технические средства, образующие эти подсистемы, обычно выделяют в самостоятельную группу и называют устройствами связи с объектом (УСО).

В схеме передачи данных на расстояние между некоторыми устройствами (рис. 3.4) МИРПС представляет собой модуль согласования интерфейса И41 микроЭВМ с интерфейсом ИРПС (интерфейс радиально-последовательной связи), МСМ- модуль, согласовывающий интерфейс И41 со стандартным стыком.

Подсистема ввода аналоговых сигналов. У разных УВК аналоговые подсистемы значительно различаются по конфигурации. Однако входящие в эти подсистемы устройства можно классифицировать по выполняемым функциям. Таких функций пять: *передача сигнала на расстояние*, *нормализация сигнала* (преобразование поступившего сигнала в сигнал напряжения и доведение его до определенного уровня), *коммутация сигнала* (квантование его во времени), *усиление* (в тех случаях, когда от датчиков поступает сигнал низкого уровня), *аналого-цифровое преобразование* (собственно преобразование аналогового сигнала в цифровой, т. е. квантование его по уровню).

Подсистема ввода дискретных сигналов. Дискретные сигналы делятся на три группы: позиционные, инициативные и число-импульсные. Позиционные и инициативные сигналы характеризуют состояние оборудования, положение определенных органов, результаты различных измерений в двоичном и двоично-десятичном параллельном коде и т. д. В подсистеме ввода дискретных сигналов обычно производится гальваническая развязка входных цепей и цепей УВК, нормализация сигналов (доведение их до напряжения 5 или 10 В) и запоминание их в соответствующих регистрах. Ввод инициативных сигналов в ОЗУ производится немедленно после их поступления в подсистему (соответствующие сигналы вырабатываются модулем ввода инициативных сигналов), а позиционных - с определенной заданной периодичностью.

Каналы ввода число-импульсных сигналов выполняют аналогичные функции. Только вместо запоминания производится суммирование всех поступающих импульсов, а считывание информации с сумматора осуществляется процессором либо с заданной периодичностью.

Подсистема вывода аналоговых сигналов. Эта подсистема предназначена для вывода из системы аналоговых сигналов силы тока (обычно от 0 до 5 МА (или 4-20мА)) и напряжения (обычно от 0 до 10 В), используемых для изменения уставок регуляторов, индикации значений аналоговых сигналов на приборах, речевого вывода информации и т. д. Подсистема выполняет функции запоминания сигнала, его декодирования, гальванической развязки аналоговых и цифровых цепей, собственно цифро-аналогового преобразования сигнала, поступающего с процессора. В тех случаях, когда число каналов вывода аналоговой информации значительно (многие десятки), осуществляется коммутация выходных сигналов.

Подсистема вывода дискретных сигналов. Данная подсистема предназначена для вывода из системы дискретных сигналов разного напряжения и силы тока. В связи с тем что в последнее время стали создаваться системы НЦУ, промышленность осваивает выпуск бесконтактных модулей вывода дискретных сигналов повышенной мощности (с переменным напряжением 220 В и силой тока выше 5 А). Подсистема выполняет функции запоминания сигнала, гальванической развязки, внутренних и внешних цепей УВК, декодирования и преобразования дискретного сигнала в необходимые параметры, передачи его потребителю.

УПРАВЛЯЮЩИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В АСУТП

В результате интенсивного совершенствования элементной базы за последние годы произошла смена нескольких поколений управляющей вычислительной техники.

Первые УВК, которые получили широкое распространение в разных областях народного хозяйства, относились к агрегатированным средствам вычислительной техники, построенным на микроэлектронной базе (АСВТ-М): М-6000, М-400, М-4030, М-40, М-60, М-7000. В АСУ ТП нашли применение только УВК серии М-6000. **Процессор в них имел быстродействие до 200 тыс.**

операций типа сложения в секунду, канал прямого доступа в память для ввода в ОЗУ больших массивов информации от быстродействующих устройств (типа устройств внешней памяти, АЦПУ и т. д.); дисплеи для ввода - вывода алфавитно-цифровой информации в УВК как непосредственно из машинного зала, так и с расстояния до 1 км; устройства печати с широким диапазоном скорости печати и шириной бумаги до 420 мм; оперативную память до 32 К слов ($K = 210 \cdot 16$ бит); внешнюю память.

Большой вклад в развитие управляющих вычислительных комплексов внесли фирмы HONEYWELL, SIEMENS, МАТРАН и др. Несколько слов про эти комплексы.

SIMATIC (siemens) — торговая марка компании Siemens AG, объединяющая различные средства промышленной автоматизации, предназначенные для решения задач автоматизации технологических процессов, производств и предприятий:

ПЛК SIMATIC — программируемые логические контроллеры.

SIMATIC NET — сетевые решения на основе PROFInet, Industrial Ethernet, PROFIBUS, AS-Interface, KNX.

SIMATIC HMI — средства человеко-машинного интерфейса:

Панели оператора

HMI-приложение SIMATIC Protool

HMI-приложение SIMATIC WinCC Flexible

HMI-приложение SIMATIC WinCC

SIMATIC PCS 7 — DCS-система.

SIMATIC IPC — промышленные ПК.

SIMATIC IT — программная платформа для разработки MES (Систем оперативного управления производством).

Название SIMATIC зарегистрированная торговая марка компании Siemens, с 1958 г. объединяет “Siemens” и “Automatic” в одном слове.

Siemens выпустила четыре различных версии Систем автоматизации:

- 1958 Simatic версия G;

- 1973 Simatic S3;

- 1979 Simatic S5;

- 1995 Simatic S7.

Системы автоматизации нуждаются в программах управляющих технологическими процессами. Siemens разработал собственное ПО для своей продукции.

На ПЛК Simatic S5 используется ПО SIMATIC STEP 5.

На ПЛК Simatic S7 используется ПО SIMATIC STEP 7.

SIMATIC STEP 7 — программное обеспечение фирмы Siemens AG для разработки систем автоматизации на основе программируемых логических контроллеров SIMATIC S7-300/S7-400/M7/C7 и WinAC. Программное обеспечение выпускается с интерфейсом на английском, немецком, французском, итальянском и испанском языках.

С помощью программы «программируемый логический контроллер» выполняется комплекс работ по созданию и обслуживанию систем автоматизации на основе программируемых логических контроллеров SIMATIC S7-300 и SIMATIC S7-400 фирмы Siemens. В первую очередь это работы по программированию контроллеров. Программируемый логический контроллер, (ПЛК) — это микропроцессорное устройство, предназначенное для управления технологическими процессами в промышленности и другими сложными технологическими объектами (например, системы управления микроклиматом). Принцип работы ПЛК заключается в сборе сигналов от датчиков и их обработке по прикладной программе пользователя с выдачей управляющих сигналов на исполнительные устройства. В основе работы лежит концепция проекта, под которым понимается комплексное решение задачи автоматизации, включая несколько взаимосвязанных контроллеров, соединяющие их сети и системы человеко-машинного интерфейса.

Работу с проектом в целом обеспечивает главная утилита STEP 7 — SIMATIC Manager. STEP 7 позволяет производить конфигурирование программируемых логических контроллеров и сетей (утилиты HWConfig и NetPro). В процессе конфигурирования определяется состав оборудования в целом, разбиение на модули, способы подключения, используемые сети, выбираются настройки для используемых модулей. Система проверяет правильность использования и подключения отдельных компонент. Завершается конфигурирование загрузкой выбранной конфигурации в оборудование, что по существу является настройкой оборудования. Утилиты конфигурирования позволяют осуществлять диагностику оборудования, обнаруживать аппаратные ошибки или неправильный монтаж оборудования. Программирование контроллеров производится редактором программ, обеспечивающим написание программ на трех языках:

LAD — язык релейно-контактной логики;

FBD — язык функциональных блочных диаграмм;

STL — язык списка инструкций.

HONEYWELL - подразделение «Промышленной автоматизации» выпускает программное обеспечение, а также промышленные системы автоматизации для управления непрерывными, периодическими и смешанными технологическими процессами: контрольно-измерительные и аналитические приборы, самописцы, контроллеры, защитное противопожарное оборудование, датчики состояния пульпы, программируемые контроллеры и т. д.

Последняя разработка в управляющих вычислительных комплексах это Experion PKS. Важнейшим принципом развития **Experion PKS** является совместимость всех технических средств, поступающих на рынок и возможность наращивания системы управления в будущем.

В настоящее время системы Honeywell представляют собой универсальный набор микропроцессорных устройств, которые с высокой надежностью и требуемой оперативностью способны решать любые задачи, встречающиеся в практике промышленных АСУТП.

Система Experion PKS® вмещает три десятилетия знаний и опыта Honeywell по управлению процессами, управлению работой оборудования и специализации в данной области в сочетании с методологией «Шесть Сигма» в единую архитектуру Интеллектуальной Системы Управления Технологией. Experion PKS оптимизирует рабочие процессы, улучшает эффективность периодического технического обслуживания и освобождает персонал от ручной работы.

Система Experion PKS представляет собой унифицированную, объединенную архитектуру с самыми современными возможностями PCY, которые включают технологии Abnormal Situation Management (ASM) – управления нештатными ситуациями, управления защитами и блокировками и управления информацией. Experion PKS имеет оборудование для работы с устройствами FOUNDATION Fieldbus, Profibus, DeviceNet, LON, ControlNet и Interbus.

Надежность, безопасность, соответствие стандартам, управление защита и безопасность являются повсеместными и распространяются все уровни архитектуры для обеспечения единой общезаводской высокоэффективной инфраструктуры. Функции распределенного управления системы Experion PKS включают полностью непрерывное, логическое, последовательное управление и объектно-ориентированную среду, базирующуюся на полностью резервированных контроллерах.

Сочетая функциональность PCY с общепроизводственной инфраструктурой, унифицированная архитектура Experion PKS обеспечивает объединенное управление производством посредством управления базой знаний и информации, управления работой оборудования и нештатными ситуациями, интеграцией бизнес процессов, а также оптимизацией и автоматизацией.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ АСУ ТП

Основные проектные решения по ТО отражают в следующих документах: описание комплекса технических средств; структурная схема комплекса технических средств; план расположения; перечень

заявок на разработку новых технических средств; перечень заданий заказчику АСУ (ген проектировщику) на проектирование в смежных частях проекта объекта, связанное с созданием АСУ; ведомость оборудования и материалов; технические требования к технологическому объекту управления; проектная оценка надежности комплекса технических средств; схема автоматизации; принципиальная схема; чертеж общего вида; таблица соединений и подключений; схема соединения внешних проводок; схема подключения внешних проводок; спецификация оборудования; чертеж установки технических средств; ведомость потребности в материалах.

Описание комплекса технических средств. Этот документ должен включать следующие разделы: общие положения, структура комплекса технических средств, вычислительный комплекс, абонентские пункты, аппаратура передачи данных. "Общие положения" содержат исходные данные, используемые при проектировании технического обеспечения.

Раздел **"Структура комплекса технических средств"** включает обоснование выбора комплекса технических средств (КТС), в том числе технических решений по обмену данными с объектом управления и другими системами, ссылки на документы, подтверждающие поставку КТС. Раздел завершается проектной оценкой надежности КТС.

Раздел **"Вычислительный комплекс"** содержит обоснование выбора типа ЭВМ, описание структуры технических средств, размещенных в вычислительном центре, характеристику периферийных технических средств, результаты расчета числа технических средств и потребности в машинных носителях данных.

Раздел **"Абонентские пункты"** включает основные решения по выбору технических средств абонентских пунктов (АП), периферийных технических средств АП (получение, контроль, подготовка, сбор, регистрация, передача, отображение информации и воздействия на объект управления).

Раздел **"Аппаратура передачи данных"** содержит обоснование решений по выбору средств обработки и передачи данных, каналов связи, технических средств, обеспечивающих сопряжение с каналами связи, требования к арендуемым каналам связи, сведения о размещении абонентов, "показателях надежности, достоверности и других технических характеристиках средств обработки и передачи данных.

Структурная схема комплекса технических средств. На данной схеме показываются состав ТС и связи между отдельными устройствами или группой средств, объединенных по определенным логическим признакам.

План расположения КТС. На плане определяется размещение пунктов управления и средств технического обеспечения, требующих специальных помещений или отдельных площадей. На нем показывают планы и разрезы помещений. На последних указывают датчики с

отборными устройствами, исполнительные механизмы, устройства телемеханики и связи, средства вычислительной техники, кабельные и трубные проводки и т. д. На чертеже проставляют установочные размеры, необходимые для монтажа технических средств.

Перечень заявок на разработку новых технических средств. Этот документ включает сведения о назначении разработки, предполагаемых организациях-разработчиках, ориентировочную стоимость, объем разработки и сроки выполнения работ.

Ведомость оборудования и материалов. Документ включает все сведения, необходимые для составления смет на приобретение и монтаж средств технического обеспечения системы, и соответствует требованиям по составлению заказных спецификаций и ведомостей к проектам АСУ.

Технические требования к технологическому объекту управления. Документ содержит требования к изменению, доработке и модернизации технологических агрегатов и установок, связанных с установкой регулирующих органов, отборных устройств, датчиков и т. д., и сведения, необходимые для проведения этих работ.

Задания на проектирование. При проектировании АСУ ТП при необходимости разрабатывают задание на проектирование в смежной части проекта, связанное с созданием системы. Установлены следующие виды заданий: на проектирование помещений, кабельных сооружений, проемов и закладных конструкций; на размещение элементов автоматизации на технологическом оборудовании и трубопроводах; обеспечение АСУ энергоносителями; проектирование средств связи и сигнализации для АСУ; на систему передачи данных для АСУ

"Задание на обеспечение АСУ энергоносителями" должно содержать требования к обеспечению КТС электроэнергией, сжатым воздухом, гидроэнергией, теплоносителем, хладагентом необходимого качества; перечень потребителей энергоносителей и исходные данные для проектирования энергоснабжения, строительные чертежи с указанием размещения потребителей энергоносителей.

В разделе "Задания на проектирование средств связи сигнализации для АСУ" приводятся общие требования по размещению необходимых средств, требования к линиям связи (параметры кабельных линий, число каналов связи для каждого пункта сбора информации), перечень помещений (пунктов сбора информации) с указанием устанавливаемых средств связи, передачи данных, сигнализации, радиофикации и др.

"Задание на систему передачи данных для АСУ" должно содержать сведения о размещении абонентов и объемно-временных характеристик передаваемой информации, требования к каналам связи и сопряжения с ними, которые используются техническим средством, надежности и т. д.

Проектная оценка надежности КТС. В документ входят исходные данные и результаты расчета, т. е. оценки показателей надежности для группы технических средств, участвующих в выполнении функций по преобразованию данных, и КТС, АСУ ТП в целом.

В техническом проекте раздела "Общесистемные вопросы" приводятся сведения о метрологическом обеспечении системы: методика (алгоритм) выполнения измерений, содержащая сведения об условиях измерения; структурные схемы измерительных каналов системы; перечень и метрологические (точностные) характеристики технических и программных средств, используемых в измерительных каналах; оценки точности измерительной информации (расчетные).

В комплект рабочей документации АСУ ТП в раздел "Общесистемные вопросы" включают сведения о метрологических характеристиках системы, которые представляют собой при необходимости уточненные и дополненные данные технического проекта, способы подтверждения соответствия метрологических характеристик принятым ранее, методы, условия и режимы испытаний АСУ ТП на получение фактических метрологических характеристик, а также правила технической эксплуатации, обеспечивающие заданные показатели точности.

МЕТОДИКА ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Задачи определения оптимального состава технических средств относятся к многовариантным, решение которых зависит от множества Док, схемы подключения внешних проводок, чертеж общего вида и главе 2. факторов и существенных неопределенностей.

При выборе управляющих вычислительных комплексов используют данные: характеристики решаемых задач с точки зрения объема входной и выходной информации, сложность обработки данных, определяемая набором коэффициентов, учитывающих увеличение числа машинных операций за счет использования процедур контроля, вспомогательных операций, общесистемных средств автоматизации и т. д.; требования по времени решения и надежности работы ЭВМ; их технические и эксплуатационные характеристики.

Качество вычислительной техники охарактеризовать набором показателей: качество общесистемного программного обеспечения, качество методического обеспечения, удобство заказа и доступность технических средств, состав комплекса, качество сервиса, существующий опыт проектирования на базе определенного типа управляющей техники, удобство эксплуатации, надежность, время реакции, помехоустойчивость, точность управления и т. д.

Тип управляющей вычислительной техники определяют с помощью итеративных процедур, ориентированных на использование программ систем автоматизированного проектирования.

Методика выбора ЭВМ в укрупненных показателях заключается в следующих этапах: подготовка исходных данных для выбора ЭВМ (как правило, это заполнение соответствующей таблицы); подготовка исходных данных для выбора устройств связи с объектом; определение числа ЭВМ; выбор устройств связи с объектом; проверка требований надежности, проверка эффективности.

18 лекция.

Слайд 1. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСУ ТП

Программное обеспечение (ПО) включает совокупность программ и эксплуатационной программной документации, необходимой для реализации функций системы и заданного режима функционирования комплекса технических средств. Программное обеспечение АСУ ТП подразделяется на общее (общесистемное) программное обеспечение (ОПО) и специальное (СПО).

Общее программное обеспечение включает ту часть программного обеспечения, которая поставляется в комплекте со средствами вычислительной техники или приобретается готовой в специализированных фондах алгоритмов и программ. В состав ОПО АСУ ТП входят программы, используемые для обеспечения функционирования вычислительного комплекса вне зависимости от особенностей данной системы, служебные и стандартные программы.

Специальное программное обеспечение включает ту часть ПО, которая ориентирована на конкретную систему и содержит программы для реализации основных (управляющих и информационных) и вспомогательных (обеспечение заданного функционирования комплекса технических средств, проверка правильности ввода информации, контроль за работой технических средств и т. д.) функций.

В процессе проектирования АСУ ТП разрабатывают также математическое и лингвистическое обеспечения.

Под математическим обеспечением понимают совокупность методов, моделей и алгоритмов, используемых в системе.

Лингвистическое обеспечение АСУ ТП представляет собой совокупность языковых средств для общения оперативного персонала АСУ ТП со средствами вычислительной техники.

Программное обеспечение АСУ ТП должно обеспечивать реализацию всех функций системы, перечисленных в техническом задании, и допускать возможность модернизации и развития системы.

В общем виде взаимодействие основных элементов ПО АСУ ТП показано на рис. 3.6. В основе ПО лежат данные и необходимые программы, поэтому одна часть ПО предназначена для управления программами, а другая - для управления данными. Система управления базой данных (СУБД) организует хранение данных в устройствах памяти и выдачу функциональным программам данных в той форме, в какой они нужны для обработки. Более подробно СУБД рассматриваются при описании порядка проектирования информационного обеспечения.

Слайд 2. ВЫБОР ОБЩЕГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Общее программное обеспечение включает описание языков программирования с соответствующими компилирующими системами, операционную систему, осуществляющую организацию обработки информации и связь ЭВМ с ТООУ и операторами системы, обслуживающую систему для отладки, контроля и диагностики неисправностей в ходе работы ЭВМ. Общее программное обеспечение обычно ориентировано на конкретную ЭВМ и может иметь определенную структуру:

- пакеты программных модулей, реализующих следующие функции - логико-математическую обработку данных; сбор и предварительную обработку данных; передачу данных по линиям связи; отображение информации; управление и обслуживание периферийных устройств; контроль и диагностику технических средств; организацию и управление вычислительным процессом; организацию связи человека с системой управления и создание максимальных удобств в работе пользователя и т. п.;
- системы программирования, набор трансляторов, текстовый редактор, сервисные программы; используются программные модули первого уровня;
- операционные системы. Обычно каждая ЭВМ имеет определенный набор операционных систем разного назначения: системы, обеспечивающие решение одной задачи; системы, обеспечивающие пакетную обработку в режиме последовательного решения нескольких задач; системы, обеспечивающие пакетную обработку в режиме;
- системы, работающие в режиме разделения времени;
- системы, работающие в реальном масштабе времени.

Операционные системы представляют собой набор программ для конкретной ЭВМ, содержащий некоторую главную программу (супервизор, монитор), и программы, действующие под ее контролем и управлением.

Базовые пакеты прикладных программ (ППП), предназначенные для решения определенных совокупностей процедурно-ориентированных (ППП численного анализа, методов оптимизации, математической

статистики и т. д.) и проблемно-ориентированных (ППИ имитационного моделирования, автоматизации лабораторных экспериментов и т. д.) задач; набор инструментальных средств для разработки и отладки системного программного обеспечения и выпуска программной документации.

Слайд 3. ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

В последние годы АСУ ТП производств получили распространение разные следующие операционные системы: UNIX, WINDOWS, LINUX, WINDOWS SERVIS и др..

Операционная система (ОС) — это совокупность программных средств, осуществляющих управление ресурсами ЭВМ, запуск прикладных программ и их взаимодействие с внешними устройствами и другими программами, а также обеспечивающих диалог пользователя с компьютером.

Классификация операционных систем

Операционные системы классифицируются по:

- количеству одновременно работающих пользователей: однопользовательские, многопользовательские;
- числу процессов, одновременно выполняемых под управлением системы: однозадачные, многозадачные;
- количеству поддерживаемых процессоров: однопроцессорные, многопроцессорные;
- разрядности кода ОС: 8-разрядные, 16-разрядные, 32-разрядные, 64-разрядные;
- типу интерфейса: командные (текстовые) и объектно-ориентированные (графические);
- типу доступа пользователя к ЭВМ: с пакетной обработкой, с разделением времени, реального времени;
- типу использования ресурсов: сетевые, локальные.

Windows XP (кодовое название при разработке — Whistler; внутренняя версия — Windows NT 5.1) — операционная система семейства Windows NT корпорации Microsoft. Является развитием Windows 2000 Professional. Название XP происходит от англ. experience (опыт).

Windows XP также имеет интерфейс командной строки (CLI, «консоль»), cmd.exe, для управления системой командами из консоли или запуска сценариев, называемых «командными файлами» (с расширениями cmd),

основанными на «пакетных» (batch) файлах MS-DOS. Синтаксис Windows XP CLI достаточно хорошо задокументирован во встроенной системе помощи (файл справки ncmds.chm).

Некоторые из наиболее заметных отличий от других операционных систем:

- новое оформление графического интерфейса, включая более округлые формы и плавные цвета; а также дополнительные функциональные улучшения;
- возможность быстрого переключения пользователей, позволяющая временно прервать работу одного пользователя и выполнить вход в систему под именем другого пользователя, оставляя при этом приложения, запущенные первым пользователем, включёнными;
- программа восстановления системы, предназначенная для возвращения системы в определённое предшествующее состояние (эта функция является развитием аналогичной программы, включённой в Windows ME), а также улучшение других способов восстановления системы;
- улучшенная совместимость со старыми программами, специальный мастер совместимости позволяет эмулировать для отдельной программы поведение одной из предыдущих версий ОС;
- возможность удалённого доступа к рабочей станции благодаря включению в систему миниатюрного сервера терминалов;
- более развитые функции управления системой из командной строки;
- Windows XP может работать с архивами ZIP и CAB без установки дополнительного ПО;
- улучшения в подсистеме EFS, заключающиеся в необязательности агента восстановления, более безопасного сохранения ключей;
- настраиваемые панели инструментов, с помощью которых можно оптимизировать доступ к файлам, папкам и ресурсам Интернета.

Windows Server 2003 (кодовое название при разработке — Whistler Server, внутренняя версия — Windows NT 5.2) — операционная система семейства Windows NT от компании Microsoft, предназначенная для работы на серверах.

Windows Server 2003 — первая из операционных систем Microsoft, которая поставляется с предустановленной оболочкой .NET Framework. Это позволяет данной системе выступать в роли сервера приложений для платформы Microsoft .NET без установки какого-либо дополнительного программного обеспечения.

Windows Server 2003 включает в себя следующие улучшения для Active Directory — службы каталогов, впервые появившейся в Windows 2000:

- возможность переименования домена Active Directory после его развёртывания;
- упрощение изменения схемы Active Directory — например, отключения атрибутов и классов;

- улучшенный пользовательский интерфейс для управления каталогом (стало возможно, например, перемещать объекты путём их перетаскивания и одновременно изменять свойства нескольких объектов) ;
- улучшенные средства управления групповой политикой, включая программу Group Policy Management Console.

Был создан новый драйвер HTTP.sys для обработки запросов по протоколу HTTP. Этот драйвер работает в режиме ядра, в результате чего обработка запросов ускоряется.

По заявлениям Microsoft, в Windows Server 2003 большое внимание было уделено безопасности системы. В частности, система теперь устанавливается в максимально ограниченном виде, без каких-либо дополнительных служб, что уменьшает поверхность атаки. В Windows Server 2003 также включён программный межсетевой экран Internet Connection Firewall.

В Windows Server 2003 впервые появилась служба теневого копирования тома (англ. Volume Shadow Copy Service), которая автоматически сохраняет старые версии пользовательских файлов, позволяя при необходимости вернуться к предыдущей версии того или иного документа.

Слайд 4. Роли сервера

Windows Server 2003 является многозадачной операционной системой, способной централизованно или распределено управлять различными наборами ролей, в зависимости от потребностей пользователей. Некоторые из ролей сервера:

- **файловый сервер и сервер печати;**
- **веб-сервер и сервер приложений;**
- **почтовый сервер;**
- **сервер терминалов;**
- **сервер удаленного доступа/сервер виртуальной частной сети (VPN);**
- **служба каталогов, система доменных имен (DNS), сервер протокола динамической настройки узлов (DHCP) и служба Windows Internet Naming Service (WINS);**
- **сервер потокового мультимедиа-вещания.**

Слайд 5. ПАКЕТЫ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ

В основе большинства функций, выполняемых АСУ ТП, лежит информация о состоянии технологического процесса, получаемая с помощью датчиков с аналоговыми выходными сигналами. ППП сбора и первичной обработки информации от датчиков аналоговых и число импульсных сигналов.

ППП сбора и первичной обработки информации от датчиков аналоговых и число импульсных сигналов ориентирован на взаимодействие с операционной системой (Windows Server 2003, Windows XP) и осуществляет организацию опроса датчиков, дублирующий опрос и контроль достоверности датчиков, первичную обработку значений технологических параметров в реальном масштабе времени (в свою очередь первичная обработка может состоять из следующих операций: масштабирования кодов, принятых от АЦП; корректировки показаний расходомеров по параметрам среды; фильтрации сигналов; контроля нарушений режимных и регламентных границ; усреднения и интегрирования значений параметров по времени); запоминание предыстории изменения параметров; вывод результатов обработки в базу данных системы. Драйвер модуля ввода число импульсных сигналов аналогичен драйверу АЦП, что и обеспечивает идентичность работы пакета с аналоговыми и число импульсными датчиками.

Слайд 6. РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Специальное программное обеспечение разрабатывают на основе функциональной структуры АСУ ТП с ориентацией на конкретный тип управляющей вычислительной техники. Разработка алгоритма взаимодействия подсистем специального программного обеспечения АСУ ТП обычно является весьма трудной задачей.

При организации взаимодействия этих подсистем были использованы следующие принципы:

- приоритеты задач и время их постановки на выполнение являются регулирующими воздействиями при синтезе АСУ ТП;
- задачи, собирающие либо создающие некую информацию, более важны, нежели задачи, ее обрабатывающие;
- чем выше дискретность задачи, тем ниже ее приоритет; при прерывании ряда задач на один и тот же ресурс задачи с более высоким

приоритетом ставятся на выполнение несколько раньше, что однозначно определяет порядок их доступа к ресурсу;

- диалоговые программы обладают менее высоким приоритетом, чем работающие в автоматическом режиме;

- вся выводимая на печать информация, кроме оперативной, накапливается в буферных файлах и выводится в конце смены (суток);

- универсальность доступа к базе данных обеспечивается применением унифицированных пакетов прямого и последовательного доступа к дисковым файлам по ключу.

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

ПО АСУ ТП производств представляет собой сложный комплекс, состоящий из определенной операционной системы, пакетов прикладных программ, отдельных программных модулей и т. п. Оценку качества ПО (или отдельных программ) на стадии его разработки целесообразно проводить по следующим показателям.

Понятность ПО определяется возможностями пользователей понять назначение программных средств. ПО будет понятно лишь в том случае, если оно создавалось с учетом нужд конкретного пользователя, описано ясным и простым языком, и содержит необходимые ссылки на легкодоступные документы, позволяя пользователю разобраться в сложных или новых элементах.

Завершенность ПО определяется присутствием в его составе всех необходимых компонент и степенью их проработки.

Осмысленность ПО определяется наличием в составе документации и самих программах избыточной информации, а также неудобной структурой документации и программ для восприятия пользователем.

Мобильность ПО характеризуется его способностью быть эффективно использованным на ЭВМ иных типов, чем та, для которой оно предназначено.

Удобство эксплуатации ПО определяет возможность его обновления в соответствии с новыми требованиями, возникающими в процессе функционирования и развития системы

Надежность ПО определяется его способностью удовлетворительно выполнять необходимые функции в заданном временном интервале.

Эффективность ПО определяется его способностью выполнять требуемые функции без излишних затрат ресурсов (оперативной памяти, внешней памяти, пропускной способности канала и т. п.). В литературе приведены и другие оценки качества ПО.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЙ

Проектирование ПО основывается на детальном изучении ТООУ и составлении необходимых математических моделей как результата обобщения теоретических и экспериментальных данных о протекающих процессах и установления причинно-следственных связей.

Техническое задание на СПО разрабатывается на стадии технического проекта и является обязательным исходным документом. Разработка технических заданий допускается для отдельных технологических подсистем. Техническое задание на СПО должно дать полное и однозначное представление о цели работы, содержании, порядке ее проведения и приема-сдачи по окончании разработки.

В общем случае техническое задание включает следующие разделы: наименование и область применения; основание для проведения работы; цель и назначение работы; исходные данные для проведения работы; технические требования; программа проведения работы; порядок приемки работы; приложения.

Наименование и область применения должны отражать область применения с необходимыми комментариями относительно свойств объекта.

Технические требования определяют название, состав и содержание подлежащих разработке документов; методы и алгоритмы решения функциональных задач; организацию информационного обеспечения: выбор операционной системы; выбор режимов функционирования системы.

Порядок приемки работы определяет не только порядок контроля выполнения этапов и условия приемки, но и организации, с которыми необходимо согласовать документацию.

Перед разработкой алгоритмов необходимо выполнить анализ постановок задач в целях выделения алгоритмов. Разработка алгоритмов должна отвечать требованиям полноты, т. е. алгоритмы, реализуемые средствами вычислительной техники, должны охватывать все функции АСУ ТП.

На стадии выполнения технического проекта определяются общая структура ПО, операционная система и другие компоненты ОПО, система управления базой данных, а также требования к специальному ПО и технологии его разработки и изготовления.

Программное обеспечение АСУ ТП должно представлять собой единое программное средство, отвечающее всем требованиям технического задания, изготовленное по утвержденной технологии и включающее всю эксплуатационную документацию, необходимую для его использования.

Работы по проектированию программного обеспечения образуют три группы, выполняемые последовательно.

В первую группу входят работы, выполняемые основным исполнителем и соисполнителем - программирующей организацией. Совокупность алгоритмов системы и структура ПО анализируются для выработки

требований к программным интерфейсам и организации информационной базы, решения, принятые на стадии "Технический проект", уточняются. Работоспособность элементов ПО проверяют на контрольных примерах нарастающей сложности.

Вторая группа работ включает разработку программ в соответствии с выбранной технологией. Программ получена с использованием средств автоматизации проектирования, осуществляют генерацию программ специального программного обеспечения, разработку и изготовление необходимой программной документации. Разработка оригинальных программ включает составление их на соответствующем языке программирования, отладку, тестирование и изготовление всей необходимой документации.

Третью группу работ выполняют при участии заказчика. Сюда входят подготовка и запись на машинный носитель информации для первичной загрузки внутримашинной информационной базы.

Программы подразделяются на компоненты и комплексы в зависимости от того, включают они в свой состав другие компоненты или комплексы. В качестве программ-компонентов обычно рассматриваются следующие программы: полностью реализующие алгоритм контроля или управления технологическим объектом; используемые для решения достаточно сложной математической задачи, имеющей собственный законченный функциональный список при реализации алгоритмов контроля или управления; реализующие процедуру общения с внутримашинной информационной базой.

В качестве программ-комплексов рассматриваются специальное программное обеспечение; совокупность программ, реализующих отдельную функцию системы; пакет прикладных программ; совокупность программ ведения информационной базы; любая совокупность программ, выделенная разработчиками из соображений удобства программирования и использования.

При проектировании ПО исходят из того, что программная документация должна содержать все сведения, необходимые для понимания функционирования всех программ СПО АСУ ТП и ПО системы в целом, внесения изменений в программы и модернизации ПО или его составных частей.

В описание программы должны входить сведения о способах общения с внутримашинной информационной базой, средствах автоматизации программирования, использовании программой вычислительных ресурсов во всех режимах ее работы и дополнительные сведения, например, о "нестандартных" ситуациях.

Текст программы для небольших по объему и простых по структуре программ-компонентов может быть единственным документом, если он содержит достаточно подробные комментарии. В описании и тексте программы обозначения переменных должны совпадать.

Руководство для системного программиста призвано обеспечить возможность включения отдельно разработанной программы, размещенной на машинных носителях, в программную систему, ее настройку на условия конкретного применения с обязательным описанием способа представления программы

Руководство для оператора все регламентированные действия оператора на данном рабочем месте и содержатся общие указания о действиях оператора в нестандартных ситуациях.

Слайд 7. ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ АСУ ТП

Технология разработки ПО АСУ ТП в общем случае должна обеспечивать выполнение следующих требований:

сокращение стоимости и сроков разработки, улучшение качества, обеспечение корректности и устойчивости программных средств;

использование методологии, базирующейся на системном подходе, что обуславливает комплексное рассмотрение всех этапов создания программных средств, использование развитых средств управления разработкой и контроля качества ПО;

разработка эффективных языковых входов для обеспечения легкости изучения и использования всех главных инструментальных средств;

получение достоверной документации на создаваемую систему на всех этапах ее развития;

применение структурного программирования, базирующегося на модульном подходе;

открытость ПО, т. е. возможность постоянного развития и эволюции за счет использования средств поддержания технологии на собственной базе применительно к требованиям разработки.

Важнейшим направлением совершенствования технологии разработки является создание автоматизированных систем проектирования. Технология АСПРВ представляет собой совокупность принципов, методов и инструментов для решения научных и технических задач, возникающих при создании ПО АС ТП с заданными свойствами.

Технология АСПРВ ориентирована на разработку АСУ ТП со сложными временными, информационными и логическими связями между функциями, выполняемыми в реальном времени *т* условиях интенсивного диалога оператор-система.

Технология АСПРВ основывается на общих закономерностях разработки ПО, каждая АСУ ТП имеет свои специфические особенности, определяемые свойствами объекта.

Автоматизированное проектирование функциональной структуры (ФС) АСУ ТП. Данную процедуру можно рассматривать как набор функций, определяющих цель системы. При этом составляется описание ФС, определяющей, что должна делать система, условия выполнения действий и необходимые требования. Основными элементами ФС являются операции (в частном случае, функции), глобальные массивы данных, статические (долговременные) события, динамические события (исходы выполнения операций). Операции могут сообщаться между собой связями трех типов: информационными (через массивы), параметрическими (через статические события) и управляющими (через динамические события).

Составление описания общего алгоритма функционирования АСУТП в реальном времени. Общий алгоритм функционирования АСУТП определяет порядок выполнения функций в зависимости от команд оператора, хода технологического процесса и процесса обработки данных. При этом должны решаться вопросы синхронизации процессов обработки данных, протекающих в АСУ ТП, с технологическими процессами в объекте управления, а также вопросы помехоустойчивости АСУ ТП.

Проектирование компонентов ПО подразумевает декомпозицию алгоритмов реализации функций на операции ввода, накопления, преобразования, передачи, вывода и отображения сигналов.

Процедура формирования базы данных предназначена для настройки граммно-аппаратурного комплекса на условия конкретного применения путем расчета и ввода значений параметров настройки программ.

Модульный подход к созданию ПО АСУ ТП. Суть его заключается в том, что специальное программное обеспечение создаваемой АСУ ТП представляется в виде совокупности алгоритмических и программных модулей, связанных между собой входными и выходными переменными и решающих задачу оптимального управления технологическим объектом. Каждый из модулей представляется в унифицированном виде, что позволяет использовать его автономно при решении частных задач.

19-Лекция

**Слайд 1. ИНФОРМАЦИОННОЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Информационное обеспечение (ИО) определяет способы и конкретные формы информационного отображения состояния ТООУ как в виде данных в ЭВМ, так и в виде документов, графиков, сигналов для их представления специалистам, участвующим в управлении технологическим процессом.

Информационное обеспечение АСУ ТП включает: перечень и характеристики сигналов, характеризующих состояние объекта; описание принципов (правил) классификации и кодирования информации, перечень классификационных группировок; описания массивов информации, форм документов и видеок кадров, используемых в системе; нормативно-справочную (условно-постоянную) информацию, используемую при работе системы.

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ

К информационному обеспечению относят часть ОС, которая содержит систему управления файлами (СУФ) для организации данных: на дисках и других устройствах ввода-вывода в виде файлов и обеспечивает к ним стандартный доступ по имени и номеру. Обычно СУФ реализует следующие операции: создание, расширение, модификация, переименование, уничтожение файлов, копирование их с одного устройства ввода-вывода на другое и т. д.

При обращении двух и более программ к одному файлу могут возникать конфликтные ситуации. Для их предотвращения вводится возможность монопольного управления файлом, задаваемая при открытии файла и снимаемая при его закрытии, которая разрешает только одной программе обращаться к файлу в данный момент.

В многофайловых задачах используется принцип совместной обработки файлов, когда один из файлов (называемый ведущим) организуется, как правило, последовательно и содержит ключи для Доступа к другим файлам (справочным). Последние могут быть как прямого, так и последовательного доступа.

Одной из основных функций АСУ ТП как человеко-машинной системы является организация обмена информацией управляющего вычислительного комплекса с производственным персоналом. Поставляемые с УВК дисплеи (алфавитно-цифровые и графические, чернобелые и цветные) имеют существенные преимущества перед традиционными пультами управления и мнемосхемами:

Характерной чертой современных систем отображения информации является наличие развитого диалога оператора с вычислительным комплексом. Учитывая особенности АСУ ТП производств и технические возможности дисплеев, можно сформулировать следующие

**Основные требования к системе отображения информации:
достаточно простая структура диалога, не требующая специальных знаний;**

наиболее предпочтителен режим работы операторов - ввод кратких директив для выполнения запросов на обмен информацией;
необходимость предложения оператору набора возможных решений для принятия одного нужного;
необходимость обеспечения возможности работы нескольких операторов одновременно и независимо один от другого;
обмен информацией между оператором и базой данных АСУ ТП, хранящейся в УВК;
отсутствие жестких требований ко времени ответа системы на запрос оператора, так как технологические процессы производств, как правило, не требуют немедленной реакции персонала на возникающие в ходе процесса отклонения;
возможность документирования отображаемой на экранах информации.

Слайд 2. ВИДЫ ИНФОРМАЦИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В АСУ ТП

Информация о значениях технологических параметров процесса и состоянии оборудования, которая используется при решении поставленных задач контроля и управления, в основном вводится в УВК автоматически через соответствующие комплексы технических средств, связанных между собой линиями связи и частично вручную через клавиатуру дисплеев. Объем автоматически вводимой информации включает информацию от датчиков аналоговых сигналов, информацию от датчиков число-импульсных сигналов, информацию от дискретных датчиков.

Информация, вводимая в УВК вручную, разделяется на результаты лабораторных анализов качественных характеристик сырья, полупродуктов и готовой продукции, которые вводятся операторами лабораторий химико-технологического контроля, и на оперативную производственную информацию, которая вводится в УВК операторами цехов (участков) и оператором системы.

При разработке документации на систему обычно составляются таблицы обработки информации, в которых для аналоговых и число импульсных сигналов кодируются информационные потоки и датчики, определяются размерность измеряемой величины, пределы ее измерения, границы достоверности, технологический процесс обработки данных и др.; для дискретных сигналов также кодируются информационные потоки и датчики и присваиваются положениями датчика (0 и 1) определенная информация о состоянии контролируемого объекта.

Информация, выводимая из УВК, может представляться в виде сигналов управления (дискретных и аналоговых) с разными техническими характеристиками, рассчитанными на восприятие их

определенными исполнительными устройствами (датчиками, электрическими клапанами, задвижками, элементами индикации и др.); в виде алфавитно-цифровых показателей, представляемых на экранах дисплеев, печатающих устройствах, табло и др., в составе разного рода документов; в мнемоническом и графическом видах на мнемосхемах и экранах цветных.

В таблицах обработки выходных показателей указывают технические средства, с помощью которых они представляются операторам, и документы, в состав которых эти показатели входят.

Слайд 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Проектная документация на ИО включает следующие документы: описание информационного обеспечения; перечень входных сигналов и данных; перечень выходных сигналов (документов); описание массива информации; чертеж формы документа (видеограммы); описание системы классификации и кодирования; описание организации информационной базы; описание технологического процесса обработки данных.

При описании ИО рассматриваются вопросы организации его, сбора и передачи информации, построения системы классификации и кодирования, организации внутри и немашинной информационных баз.

Перечень входных сигналов и данных включает наименование измеряемой величины, единицы ее измерения, диапазон изменения, требования к точности и периодичности измерения, тип сигнала. Для дискретных сигналов указывают разрядность, для сигналов типа "да-нет" наличие или отсутствие некоторого события - источник формирования.

Перечень выходных сигналов содержит их наименование, назначение, единицы измерения и диапазоны изменения, способы представления, наименование пользователей информации. В перечне выходных документов приводят их наименование, кодовые обозначения, пользователи информации.

Чертеж формы документа (видеокадра) включает необходимые изображения в соответствии с требованиями стандартов, а также требуемые пояснения. Описание системы классификации и кодирования содержит по каждому классифицируемому объекту описание метода кодирования, структуру и длину кода, указания о системе классификации и другие сведения (по усмотрению разработчика). Описание информационной базы включает сведения об организации файлов и взаимодействии между ними.

Разработка системы кодирования. Каждому параметру присваивается имя, содержащее от 3 до 5 символов, называемое шифром, по которому осуществляется адресация к данным с генерированной системы сбора и обработки информации.

Перечень сигналов и данных. Входные и выходные сигналы и данные представляются обычно в виде таблицы, где приняты следующие коды и наименование функций:

И1 - контроль технологических параметров и показателей состояния оборудования;

И2 - обнаружение, оперативное отображение, регистрация и сигнализация отклонений значений технологических параметров и показателей

состояния оборудования от установленных границ;

И3 - оперативное отображение и регистрация значений технологических параметров и показателей состояния оборудования;

И4 - оперативное отображение и регистрация результатов математических и логических операций;

И5 - ручной ввод информации;

У1 - определение рационального ведения технологических процессов;

У2 - режим непосредственного цифрового управления.

Описание внутримашинной информационной базы. Применительно к задачам управления и особенностям программного обеспечения используемые данные делятся на классы:

1- информация, направляемая от объекта управления с помощью автоматических датчиков;

2- информация, подаваемая от объекта управления с использованием процедур ручного ввода (результаты лабораторных анализов, плановые задания и т. д.);

3- информация, поступающая на объект управления от автоматических регуляторов;

4- информация, поступающая на объект от оперативного персонала;

5- промежуточные результаты работы задач АСУ ТП;

6- обзорная информация о работе объекта;

7- нормативно-справочная и настроечная информация для задач АСУ ТП.

Данные классов 1-3 хранятся в базе данных системы сбора и первичной обработки информации от объекта (ООП), здесь же хранятся и результаты их первичной обработки. Данные классов 4-6 могут храниться как в базе данных

ООП, так и в специализированной базе данных, обслуживаемой ППП "Организация унифицированных информационно-вычислительных

процессов" (ИВП). Данные класса 7 хранятся в базе данных ИВП, если их изменение в ходе работы АСУ ТП невозможно, и в базе данных СОП - в противном случае

Описание внешнемашинной информационной базы. Под внешнемашинной информационной базой понимают систему классификации и кодирования,

комплекс видеogramм и систему ведения, хранения и внесения изменений в документацию. Комплекс видеogramм, закодированных под каталожными номерами, включает контролируемые параметры и параметры ручного ввода, технологические режимы и регулируемые параметры.

Внемашинальная информационная база включает также сообщения, сформированные в результате решения различных задач, например "Оптимальное управление процессом" и др. Информация, выдаваемая во внемашинальную базу, частично хранится в теле программы, частично - в виде отдельных файлов.

Слайд 4. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСУ ТП

Метрологическое обеспечение представляет собой совокупность работ, проектных решений, технических и программных средств, обеспечивающих заданные точностные характеристики функций системы, реализованные на основе измерительной информации.

Независимо от типа системы и ее назначения должны выполняться некоторые основные требования в смысле обеспечения необходимой точности измеряемых величин, а также единообразия выражения результатов измерений для возможной их сопоставимости.

Метрологическое обеспечение АСУ ТП должно охватывать все виды преобразования информации и сигналов в системе, что можно обеспечить лишь при тщательном обследовании объекта и использовании аттестованных методик выполнения измерений.

Метрологическое обеспечение АСУ ТП должно содержать единый комплекс нормированных метрологических характеристик и показателей точности как для отдельных элементов и устройств, так и для системы в целом. При этом должен учитываться случайный характер погрешностей, возникающих в АСУ ТП, и обеспечиваться возможность обоснованной оценки расчетным путем метрологических характеристик.

Метрологическое обеспечение обычно содержит три составляющие части: методика проведения работ, технические средства, структура организации работ, что особенно важно при метрологической аттестации системы. Организация работ по метрологическому обеспечению АСУ ТП должна быть также ориентирована на конкретные свойства системы и особенности ее проектирования и эксплуатации.

На стадии "Техническое задание" осуществляют предварительный выбор измеряемых величин и оценку их метрологических характеристик, определяют динамические и статические характеристики объекта, выбирают исследовательскую аппаратуру.

На стадии "Технический проект" уточняют нормируемые метрологические характеристики информационно-измерительной части АСУ ТП, выполняют предварительный расчет метрологических характеристик измерительных каналов и метрологическую экспертизу заданий организациям-исполнителям.

При выполнении рабочей документации проводят метрологическую экспертизу подготовленных материалов, разрабатывают программы и методики испытаний и метрологической аттестации (государственной, ведомственной, межведомственной), измерительно-информационной части АСУ ТП.

ЛИТЕРАТУРА:

Основная

1. В.Г. Трегуб, А.П. Ладанюк, А.Н.Плужников, Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации в пищевой промышленности.
2. А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Ключев, Проектирование систем автоматизации технологических процессов (справочное пособие).

Дополнительная

1. Техника проектирования систем автоматизации технологических процессов. Справочное пособие под редакцией Л.И. Шепетина
2. Емельянов, Техника проектирования систем автоматизации технологических процессов.

