

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)

П.Г. Колпахчян, А.Е. Кочин

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ СИСТЕМ АВТОМАТИЗА-
ЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
учебно-методическое пособие по курсовому проектированию

Ростов-на-Дону
2015

Рецензент: доктор технических наук, профессор
Б.Н. Лобов (ФГБОУ ВО ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова);

Колпахчян, П.Г.

Разработка проектных решений систем автоматизации технологических процессов. Учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / П.Г. Колпахчян, А.Е. Кочин; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2015. – 39 с.: ил. – Библиогр.: с. 37.

Учебное пособие содержит основные положения современных подходов к проектированию систем автоматизации технологических процессов. Рассмотрены вопросы содержания проектной документации, составления структурных, функциональных и принципиальных схем, расчета электрических, пневматических и гидравлических сетей автоматизируемых объектов, выбора систем автоматизации. Разработку систем автоматизации предлагается выполнять с использованием программного комплекса MasterSCADA (разработчик ООО «ИнСАТ»).

Учебно-методическое пособие содержит рекомендации по выполнению курсового проекта по дисциплине «Разработка проектных решений систем автоматизации технологических процессов».

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 2.13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

Одобрено к изданию кафедрой «Электрические машины и аппараты».

© Колпахчян П.Г., 2015

© Кочин А.Е., 2015

© ФГБОУ ВО РГУПС, 2015

1. ВВЕДЕНИЕ

Пособие предназначено для студентов и аспирантов, обучающихся по направлению «Электроэнергетика и электротехника». В нем рассмотрены стадии и этапы проектирования систем автоматизации технологических процессов.

Под автоматизацией технологического процесса понимают сочетание методов и средств, позволяющих создать систему, осуществляющую управление самим технологическим процессом полностью или частично без участия человека, в автоматической режиме. Как правило, за человеком в любом случае остается право принятия наиболее ответственных решений.

В основе автоматизации технологических процессов лежит перераспределение материальных, энергетических и информационных потоков в соответствии с принятым критерием управления (оптимальности). Выделяют следующие уровни автоматизации технологических процессов:

- частичная автоматизация - автоматизация отдельных устройств, машин, технологических операций. Находит применение в тех случаях, когда управление процессами вследствие их сложности или быстрого протекания практически недоступно человеку. Частично автоматизируется, как правило, уже существующее оборудование. Локальная автоматизация может применяться во всех отраслях промышленного производства;
- комплексная автоматизация ориентирована на автоматизацию технологического участка, цеха или предприятия, функционирующего как единый, автоматизированный комплекс;
- полная автоматизация - высшая ступень уровня автоматизации, при которой все функции контроля и управления производством (на уровне предприятия) передаются техническим средствам. На современном уровне развития полная автоматизация практически не применяется, так как функции контроля остаются за человеком. Ближкими к полной автоматизации можно назвать предприятия атомной энергетики.

Основными целями автоматизации технологического процесса являются повышение эффективности производственного процесса и повышение качества продукции. В результате автоматизации, как правило, происходит сокращение численности обслуживающего персонала, увеличение объемов выпускаемой продукции, снижение стоимости.

Автоматизация технологических процессов в рамках одного производственного процесса позволяет организовать основу для внедрения систем управления производством и систем управления предприятием.

Решение задач рассматриваемых в пособии ориентировано на использование программного комплекса MasterSCADA (разработчик ООО «ИнСАТ»).

2. СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СОСТАВ ПРОЕКТОВ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ (ТП)

2.1. Основные документы, используемые при проектировании

Основным документом, определяющим общие требования к проектам, является:

- СНиП 1.02.01-85 «Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений».
- Градостроительный кодекс Российской Федерации (ст. 48, 49)
- Постановления Правительства Российской Федерации № 87 от 16 февраля 2008 г. «Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» и № 145 от 05.03.2007 г. «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий» (с изменениями от 29.12.2007 г., 16.02.2008 г.).

Состав, объем и содержание проектов автоматизации определяются:

- ГОСТ 34.201-89 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем
- стандартами «Системы проектной документации для строительства» (СПДС)
- ВСН 205-84 Минмонтажспецстрой РФ «Инструкция по проектированию электроустановок систем автоматизации технологических процессов»

При проектировании систем автоматизации технологических процессов необходимо максимально использовать типовые проекты, утвержденные Госстроем РФ, типовые монтажные чертежи (ТМ) и документацию на типовые и закладные конструкции (ТК и ЗК), разработанные главным по проектированию систем автоматизации институтом ГПКИ «Проектмонтажавтоматика» Минмонтажспецстроя РФ.

При проектировании необходимо также руководствоваться инструктивными и руководящими материалами ГПКИ «Проектмонтажавтоматика», проектных и научно-исследовательских организаций Минприбора РФ, а также монтажно-эксплуатационными инструкциями заводов изготовителей приборов и средств автоматизации.

При проектировании систем автоматизации технологических процессов проектные организации должны руководствоваться:

- основными техническими направлениями в проектировании предприятий соответствующих отраслей промышленности, а также в разработ-

ке систем управления и средств автоматизации, исходя из перспективы развития науки и техники;

- результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;

- передовым промышленным опытом в области автоматизации технологических процессов;

- действующими нормативными документами по проектированию систем автоматизации технологических процессов, утвержденными в установленном порядке, а также эталонами проектов автоматизации;

- нормами и правилами строительного проектирования, санитарными, электротехническими, противопожарными и другими требованиями;

- нормами и правилами на производство строительных, монтажных и специальных работ;

- утвержденными сметными нормами, прейскурантами и ценниками для определения сметной стоимости систем автоматизации технологических процессов;

- типовыми методиками по определению экономической эффективности капитальных вложений;

- указаниями Госкомитета по делам изобретений Совета Министров РФ о мерах по обеспечению патентоспособности и патентной чистоты машин, приборов, оборудования, материалов и технологических процессов в случаях, предусмотренных ГОСТ 15.011-82, ГОСТ 15.012-84, а также СНиП 1.02.01-85, п.1.13

2.2.Согласующие инстанции

Проекты автоматизации технологических процессов выполняются на основании и в соответствии с заданием на проектирование. Основные технические решения, принятые в проекте системы автоматизации специализированными проектными организациями, должны рассматриваться и согласовываться с генпроектировщиком (заказчиком) в процессе разработки проекта.

Если проект автоматизации разрабатывается подразделением комплексной проектной организации, разрабатывающей и другие части проекта, то принятые основные технические решения согласовываются с соответствующими подразделениями проектной организации.

Системы автоматизации технологических процессов являются частью системы управления промышленным предприятием, поэтому проект автоматизации должен быть увязан с проектом системы управления предприятием в целом.

Состав и содержание проектной документации по структурно-алгоритмической части систем автоматизации с применением средств вычислительной техники (информационного и математического обеспечения), разрабатываемой специализированными научно-исследовательскими, конструкторскими или проектными организациями с

учетом результатов научно-исследовательских работ или типовых проектных решений, определяются нормативными документами Госстандарта РФ или Госкомитета по науке и технике Совета Министров.

Задание на проектирование систем автоматизации технологических процессов составляется генеральным проектировщиком или заказчиком с участием специализированной организации, которой поручается разработка проекта.

2.3.Задание на проектирование

Задание на проектирование должно содержать следующие данные:

- наименование предприятия и задачу проекта;
- основание для проектирования;

Перечень производств, цехов, агрегатов, установок, охватываемых проектом систем автоматизации, с указанием для каждого особых условий при их наличии (например, класс взрыво- и пожароопасности помещений, наличие агрессивной, влажной, сырой, запыленной окружающей среды и т.д.);

- стадийность проектирования;
- требования к разработке вариантов технического проекта;
- планируемый уровень капитальных затрат на автоматизацию и примерных затрат на научно-исследовательские работы и проектирование с указанием источников финансирования;
- сроки строительства и очередности ввода в действие производственных подразделений предприятий;
- наименование организаций – участников разработки проекта предприятия (объекта) и систем автоматизации: генпроектировщика, головного научно-исследовательского института по системам автоматизации, организаций - исполнителей смежных (строительной, сантехнической и пр.) частей проекта и др.;
- предложения по централизации управления технологическими процессами и структуре управления объектом, по объему и уровню автоматизации;
- особые условия проектирования.

2.4.Исходные материалы

Для выполнения проектов систем автоматизации должны представляться следующие исходные данные и материалы:

- технологические схемы с характеристикой оборудования, с трубопроводными коммуникациями и указанием действительных внутренних диаметров, толщин стенок и материалов труб;
- перечни производственных помещений с расположением технологического оборудования и трубопроводных коммуникаций, указа-

- нием рекомендуемых мест расположения щитов и пультов (планы и разрезы);
- чертежи технологического оборудования, на котором предусматривается установка приборов и средств автоматизации, перечень и характеристика поставляемых комплектно с оборудованием приборов, средств автоматизации и систем управления, чертежи комплектно поставляемых щитов, пультов и т.д.;
 - строительные чертежи помещений для установки и размещения технических средств систем автоматизации;
 - схемы управления электродвигателями, типы пусковой аппаратуры и станций управления для использования при проектировании автоматизации;
 - схемы водоснабжения с указанием диаметров труб, расхода, давления и температуры воды;
 - схемы воздухообмена с указанием давления, температуры, влажности и запыленности воздуха, наличия устройств очистки и осушки воздуха;
 - данные необходимые для расчета регулирующих органов, сужающих устройств и заполнения опросных листов;
 - требования к надежности систем автоматизации;
 - результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, содержащие рекомендации по проектированию систем и средств автоматизации; результаты научно-исследовательских работ должны содержать математическое описание динамических свойств объекта управления. Если эти математические зависимости неизвестны, то в задании на проектирование должны приводиться экспериментальные временные и частотные характеристики, снятые на опытных или аналогичных действующих установках, графически отражающие динамические свойства объекта по каждому из каналов управления. Для АСУ ТП в составе технического задания на проектирование должны приводиться данные предпроектных разработок, определяющих основные принципы построения АСУ ТП: иерархию АСУ, ее структуру и функции, алгоритмы и т.д.
 - техническая документация по типовым проектам и проектным решениям;
 - дополнительные данные и материалы, которые могут потребоваться исполнителю в процессе проектирования.

2.5. Задания смежным организациям

Задание на размещение элементов систем автоматизации на технологическом оборудовании и трубопроводах. Задание содержит:

1. чертежи размещения элементов систем автоматизации на технологическом оборудовании и трубопроводах;

2. таблицу с перечнем устанавливаемых приборов, средств автоматизации, данными по их установке;

3. указания.

Задание на проектирование помещений систем автоматизации.

Задание на проектирование кабельных сооружений.

Задание на обеспечение средств автоматизации электроэнергией.

Задание на обеспечение средств автоматизации сжатым воздухом.

Задание на обеспечение средств автоматизации гидравлической энергией.

2.6. Стадии выполнения проектной документации

В соответствии со СНиП 1.02.01-85, проектирование систем автоматизации технологических процессов выполняется в две стадии:

- проект;
- рабочая документация.

На стадии «Проект» разрабатывается следующая документация:

- структурная схема управления и контроля;
- структурная схема комплекса технических средств;
- структурные схемы комплексов средств автоматизации;
- функциональные схемы автоматизации технологических процессов,
- планы расположения щитов, пультов, средств вычислительной техники;
- заявочные ведомости приборов и средств автоматизации;
- технические требования на разработку нестандартизированного оборудования;
- локальная смета на приборы и средства автоматизации и их монтаж;
- пояснительная записка;
- задания генпроектировщику.

На стадии «Рабочая документация» разрабатываются следующие материалы:

- структурные схемы;
- функциональные схемы;
- принципиальные схемы контроля и питания, сигнализации и управления;
- схемы внешних электрических и трубных проводок;
- планы расположения;
- пояснительная записка;
- заказные спецификации;
- задание заводу-изготовителю на изготовление щитов.

3. СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ

3.1. Структура систем управления

При разработке проектов по автоматизации необходимо решить в первую очередь, какая будет структура управления, с каких мест будет происходить управление, где будут находиться пункты управления, преобразования и представления информации в целом, как будет организована взаимосвязь уровней. Все эти вопросы должны быть освещены в структурной схеме управления.

Простейшая структурная схема представляет объект автоматизации и объект управления. Благодаря взаимодействию между объектом автоматизации и системой управления обеспечивается требуемый результат функционирования управляемого объекта, а именно достигается поддержание технологических параметров на заданном уровне, эффективность используемого оборудования, предотвращение аварийных ситуаций, получение экономического эффекта и т.д.

Объект автоматизации, в общем случае, состоит из нескольких связанных друг с другом участков управления. Участки управления физически могут представляться в виде отдельных установок, агрегатов, аппаратов и т.д.

Система управления, в зависимости от важности регулируемых параметров, круга работников эксплуатационного персонала, которым необходимо знать их значения для осуществления оптимального управления, в общем случае должна обеспечивать разные уровни управления объектом автоматизации, т.е. должна состоять из нескольких пунктов управления, в той или иной степени взаимосвязанных друг с другом.

С учетом изложенного структуры управления объектом автоматизации могут быть:

- одноуровневыми централизованными;
- одноуровневыми децентрализованными;
- многоуровневыми.

Одноуровневые системы, в которых управление объектом осуществляется с одного пункта управления, называются централизованными.

Одноуровневые системы. В которых отдельные части сложного объекта управляются из самостоятельных пунктов управления, называются децентрализованными.

Применение той или иной структуры обусловлено следующим:

- сложность объекта управления;
- топология размещения объекта;
- наличие вспомогательных установок-подобъектов.

Сложными технологическими процессами целесообразно управлять с помощью многоуровневой системы автоматизации, отдельные технологические установки управляются децентрализованно с пунктов управления

- 1-го уровня, наиболее ответственные технологические параметры передаются на пункты управления 2-го уровня, основные параметры, определяющие технологический процесс в целом, могут управляться и контролироваться с пункта управления 3-го уровня. Режимы управления в многоуровневой САУ могут быть различны, так для первого уровня предусмотрены 3 режима управления:

1. командами, поступающими с уровня более высокого ранга;
2. командами, формирующимися непосредственно на первом уровне;
3. командами, формирующимися как с уровня более высокого ранга, так и непосредственно на первом уровне.

Передача функций управления в многоуровневой системе осуществляется по команде или с разрешения вышестоящего уровня управления с подтверждением о принятии и готовности к управлению оператором нижнего уровня.

Многоуровневая система за счет рационального перераспределения функций управления контроля и регулирования объектом управления позволяет значительно повысить ее надежность, оперативность и ремонтпригодность, а также к снижению затрат на САУ.

3.2. Структурные схемы измерения и управления

На структурной схеме отображаются в общем виде основные решения проекта по функциональной, организационной и технической структурам АСУТП с соблюдением иерархии системы и взаимосвязей между пунктами контроля и управления, оперативным персоналом и технологическим объектом управления.

Структурные схемы управления и контроля рекомендуется разрабатывать в соответствии с РТМ252.40-76 (Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Структурные схемы управления и контроля. Методика оформления.)

Принятые решения на уровне структурной схеме должны проходить по всей документации проекта:

- функциональной схеме;
- принципиальным схемам;
- заказным спецификациям КТО.
- Исходные материалы для разработки структурных схем:
- задание на проектирование;
- принципиальные технологические схемы основного и вспомогательного производств технологического объекта;
- задание на проектирование оперативной связи подразделений автоматизируемого технологического объекта;
- генплан и титульный список технологического объекта

4. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ (ФСА)

4.1. Назначение функциональных схем, методика и общие принципы их выполнения

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

Объектом управления в системах автоматизации технологических процессов является совокупность основного и вспомогательного оборудования запорными и регулирующими органами, а также энергии, сырья и других материалов, определяемых особенностями используемой технологии.

Создание эффективных систем автоматизации предопределяет необходимость глубокого изучения технологического процесса не только проектировщиками, но и специалистами монтажно-наладочных и эксплуатационных организаций.

При разработке функциональных схем автоматизации технологического процесса необходимо решать следующее:

- получение 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 состояние технологического оборудования.

Указанные задачи решаются на основании анализа условий работы технологического оборудования, выявление законов и критериев управления объектом, а также требований, предъявляемых к точности стабилизации, контроля и регистрации технологических параметров, к качеству регулирования и надежности.

Функциональные задачи автоматизации, как правило, реализуются с помощью технических средств, включающих в себя:

- отборные устройства;
- средства получения первичной информации;
- средства преобразования и переработки информации;
- средства представления и выдачи информации обслуживающему персоналу и т.д.

Результатом составления функциональных схем является:

- выбор метода измерения технологических параметров;

- выбор основных технических средств автоматизации, наиболее полно отвечающих предъявленным требованиям и условиям работы автоматизируемого объекта;
- определение приводов исполнительных механизмов регулирующих и запорных органов технологического оборудования, управляемого автоматически или дистанционно;
- размещение средств автоматизации на щитах и пультах, на технологическом оборудовании, или по месту;
- определение способов представления информации о состоянии технологического процесса и оборудования.

При разработке проектов автоматизации следует руководствоваться следующими принципами:

1. Уровень автоматизации должен определяться целесообразностью внедрения определенного комплекса на основе современных научно-технических разработок, а также перспективной модернизации и развития технологического процесса, с возможностью дальнейшего наращивания функций управления.

2. При разработке функциональных схем и выборе комплекса технических средств должны учитываться следующие условия:

- вид и характер технологического процесса;
- условия пожаро и взрывоопасности;
- агрессивность и токсичность окружающей среды;
- параметры и физико-химические свойства измеряемой среды, расстояние от мест установки датчиков, вспомогательных устройств, исполнительных механизмов, приводов машин и запорных органов до пунктов управления и контроля;
- требуемая точность и быстродействие средств автоматизации.

3. Система автоматизации должна строиться на базе серийно выпускаемых средств автоматизации и вычислительной техники. При разработке проектов необходимо стремиться к применению однотипных средств и унифицированных систем для обеспечения простоты их обслуживания, взаимозаменяемости, ремонтпригодности.

4. В качестве первичных датчиков, преобразователей, вторичных приборов, регулирующих и исполнительных устройств, следует использовать приборы и средства автоматизации Государственной системы промышленных приборов (ГСП).

5. Выбор энергии (электрической, пневматической или гидравлической) для систем автоматизации должен быть определен условиями технологического процесса, его взрыво- и пожароопасности, а также условий быстродействия реакции системы, дальности передачи и, усилиями передвижения исполнительных органов и надежностью срабатывания.

6. Количество точек контроля и регулирования должно быть необходимо достаточным, для обеспечения оптимальности ведения процесса. Вспомогательные приборы и средства автоматизации необходимо размещать на отдельных неоперативных щитах.

4.2. Изображение технологического оборудования и коммуникаций

Технологическое оборудование и коммуникации должны изображаться упрощенно.

На технологических трубопроводах должны показывать ту регулируемую и запорную арматуру, которая непосредственно участвует в контроле и управлении процессом.

Технологические коммуникации и трубопроводы могут маркироваться условными обозначениями по ГОСТ 2.784-70, либо иметь текстовое обозначение, принятое по технологической схеме, с указанием марки и диаметра трубопровода.

Так основные обозначения трубопроводов по ГОСТу следующие:

- 1-1 Вода
- 2-2 Пар
- 3-3 Воздух
- 4-4 Азот

Технологические аппараты также должны иметь текстовое обозначение в соответствии с технологической схемой, на схеме обязательно должно указывать направление потоков сред.

4.3. Изображение средств измерения и автоматизации

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

Основные условные обозначения

- исполнительный механизм
- регулирующий орган
- первичный измерительный преобразователь (датчик), прибор, устанавливаемый по месту
- прибор, устанавливаемый на щите.

Буквенные условные обозначения

Обозначение	Измеряемая величина		Функции, выполняемые прибором		
	Основное назначение первой буквы	Дополнительное обозначение, уточняющее назначение первой буквы	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное обозначение
А	-	-	Сигнализация	-	-
В	-	-	-	-	-
С	-	-	-	Регулир.,	-

Обозначение	Измеряемая величина		Функции, выполняемые прибором		
	Основное назначение первой буквы	Дополнительное обозначение, уточняющее назначение первой буквы	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное обозначение
				управлен.	
D	Плотность	Разность перепад	-	-	-
E	Любая эл. величина	-	-	-	-
F	Расход	Соотношен. Доля, дробь	-	-	-
G	Размер, положен., перемещение	-	-	-	-
I	-	-	Показание	-	-
J	-	Авт. переключ. Обегание.	-	-	-
K	Время, времен. программа	-	-	-	-
L	Уровень	-	-	-	Мин. пред.
M	Влажность	-	-	-	-
N	Резерв	-	-	-	-
O	Резерв	-	-	-	-
P	Давление				
Q	Качество	Интегриров.	-	-	-
R	Радиоактив. н.	-	Регистра Ц	-	-
S	Скорость, Частота	-	-	Вкл, откл, Сигнализ.	-
T	Температура	-	-	-	-
U	Неск. Разнород. вел	-	-	-	-
V	Вязкость				
W	Масса				
X	Нерекоменд. обознач.				

Дополнительные буквенные обозначения, отображающие функциональные признаки прибора

Обозначение	Наименование
Е	Чувствительный элемент, (первичное преобразование)
Т	Дистанционная передача (промежуточное преобразование)
К	Станция управления
У	Преобразование, промежуточные функции.

Примеры:

- LS Прибор для измерения уровня и дистанционной сигнализации или блокировок.
- LA Прибор для измерения уровня, где используются сигнальные лампочки самого прибора.
- LSA Прибор с местной сигнализацией и дистанционной передачей сигнализации или блокировки.

В обозначении сигнализирующего прибора необходимо конкретизировать буквами "Н" или "L" верхний или нижний пределы.

Буква "U" может быть использована для обозначения прибора измеряющего разнородные величины, с их расшифровкой.

Буква «Е» используется для обозначения чувствительных элементов, т.е. устройств, выполняющих первичное преобразование. Буква «Т» - для дистанционной передачи сигнала. Буква «К» - для приборов со станцией управления, переключающей режимы работы «автоматическое-ручное».

5. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ ПИТАНИЯ

Принципиальные электрические схемы питания разрабатываются на стадии «Рабочая документация». Схема электропитания представляет собой схему электроснабжения электроприемников. В части автоматизация такими электроприемниками могут быть:

- Вычислительные комплексы, включающие в своем составе все
- электропотребляющие устройства,
- Электрические датчики,
- Первичные преобразователи,
- Измерительные преобразователи,
- Вторичные приборы,
- Регулирующие устройства,
- Схемы сигнализации, управления, регулирования,
- Щиты контроля, преобразователей, пульта и т.д.

К надежности схемы электропитания представляются большие требования, т. к. даже кратковременное отключение электроснабжения может привести систему управления объектом к отключению, что в свою очередь будет иметь весьма серьезные последствия на предприятии.

Согласно «ПУЭ» надежность электроснабжения приемников подразделяется на три категории:

1. Первая категория - электроприемники, нарушение электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, повреждение оборудования, брак продукции, расстройство сложного технологического процесса.
2. Вторая категория - электроприемники, перерыв в электроснабжении которых связан с недовыпуском продукции, простоем оборудования.
3. Третья категория - все остальные электроприемники, не входящие под определение 1-ой и 2-ой категорий.

В зависимости от категории электроснабжения объекта выбирается схема электропитания средств автоматизации по 1-ой, 2-ой, или 3-ей категории электроснабжения. Так для первой и второй категорий необходимо иметь два независимых источника электроснабжения с автоматическим вводом резерва, в случае выхода из строя первого источника. АВР должен привести к бесперебойности электроснабжения схемы. Для объектов отнесенных к 3-ей категории достаточно иметь один ввод. Если на объекте имеются потребители различных категорий то для электропитания следует применять схему электроснабжения по высшей категории с обязательным автоматическим вводом резерва (АВР).

Схемы электропитания могут иметь различную конфигурацию:

1. Радиальную с одно и двухсторонним питанием.
2. Радиально-магистральную (смешанную).

3. Магистральную с одно или двухсторонним питанием от одного источника или двух независимых.

Радиальная схема размещения щитов применяется в тех случаях, когда щиты питания располагаются в различных направлениях от источника питания.

Магистральные схемы применяются для электроснабжения группы щитов с расстоянием между ними, значительно меньшим, чем до источника питания.

Для электропитания щитов автоматизации разработчики данного раздела выдают задание смежному отделу, а именно электротехническому, где подробно описывают какие щиты и электроприемники им надо запитать, местоположение их, категорию электроснабжения, напряжение питания, потребляемую мощность. Выполнение АВР при запитке по первой категории электроснабжения может быть выполнена как на стороне электротехнического отдела, так и на стороне отдела автоматизации по договоренности.

Выбор напряжения.

В зависимости от напряжения электроприемников применяются однофазные или трехфазные схемы электропитания. Так, если в проектируемом объекте отсутствуют электроприемники требующие напряжения 380 В, схема электропитания строится однофазной. Все приборы, преобразователи и датчики обычно питаются от сети переменного тока 220 В. Для питания электроприводов исполнительных механизмов нередко используется напряжение 380 В переменного тока. В случае необходимости для питания приборов напряжением постоянного тока 36 В, или 24 В, применяются специальные блоки питания, либо понижающие трансформаторы с выпрямителями после них. Для питания схем сигнализации зачастую используется напряжение питания, которое обеспечивает основное питание приборов и средств автоматизации, т.е. переменное напряжение 220 В. Иногда, в силу определенных условий схемы сигнализации и защиты выполняются на напряжении постоянного тока 24 В, или 48 В. Для освещения щитов применяется напряжение переменного тока 220В, здесь следует выполнить условие, что при снятии напряжения со щита - напряжение освещения оставалось. Для питания электроинструмента в помещениях без повышенной опасности можно применять напряжение не более 220В переменного тока; для помещений повышенной опасности питание переносного электроинструмента должно быть не более 42В. В особых случаях применяют пониженное напряжение до 12В

Требования к источникам питания.

В качестве источников питания приборов и средств автоматизации используются цеховые распределительные подстанции, распределительные щиты, питающие сборки системы электроснабжения автоматизируемого объекта к которым не подключены резко-переменные нагрузки (крупные эл. двигатели, эл. печи.). В крайне исключительных случаях неотвечественные установки м.б. подключены к осветительной сети.

Допускаемые отклонения по напряжения:

- Для КИП и регулирующих устройств отклонения не должны превышать требований технических инструкций, при отсутствии таких отклонения не должны превышать 5%.
- Для двигателей исполнительных механизмов -5 до +10% от ном. Значения напряжения.
- Для схем сигнализации от -2.5 до 5%.
- Для катушек магнитных пускателей, реле и другой аппаратуры управления от -5 до 10%.

Если для питания электроприемников используется трехфазная сеть, то нагрузка между фазами д.б. распределена, несимметрия не должна превышать 10%.

При проектировании АСУ ТП, как правило запитка системы должна быть выполнена по 1-ой категории электроснабжения.

Формула	Назначение	Пояснение
$I_{ном.} > I_{раб.} = P/220$	Однофазное питание, ~220В	P-мощность потребителя
$I_{ном.} > I_{раб.} = P/220 + I_{ном. дв.}$ $I_{ном. дв.} = 1000P/\sqrt{3} * \cos$	Трехфазное питание с включенными двигателями	

Основные обозначения аппаратуры и их технические характеристики в электрических схемах.

Поз. Обозн.	наименование	Примечание
EL	Лампа В220-25	
FU	Предохранитель трубчатый ПТ, 10А, 250В	0,5;1;2;4;6;10А
SA	Выключатель пакетный ПВ2-10	
SA	Тумблер переключатель ПТ1-2;1А, 220В	
SF	Переключатель автоматический АП50-ЗМТ	1,6;2,5;4;10;16;25;40;50/ 3,5;14 I _{ном}
SF	Выключатель автоматический А63-М	0,6;0,8;1;1,25;1,6;2;2,5;3, 2;4;5;6,3;8;10;12,5;16;2 5А/1,3;2;5;10 I _{ном}
TV	Трансформатор однофазный ОСМ 250/5	0,063;0,1 ;0,25;0,4;0,63;/ 12;24;36;48;110;220
TS	Стабилизатор напряжения С 220В	
UZ	Выпрямитель сетевой СВ-4М	
KM	Пускатель магнитный ПМЕ-111 220В, 50Гц	При 1 фаз. <10А
A	Щиток электропитания ЭЩП-2М	I _{пл.вст.} = 1; 1,25; 1,6:2:2,5 ,3,2,4,5,6,3,8,10

6. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ПНЕВМОПИТАНИЯ

Общие сведения

Пневматические приборы и средства автоматизации применяются сейчас достаточно редко. Обоснование применения пневмоавтоматики заключается в особенностях технологического процесса. Так для особо взрывоопасных и пожароопасных процессов, разумно применение пневматики. Так как пневматические системы, по сравнению с электрическими, обладают большей инерционностью, следовательно, и применение данной системы разумно для медленно текущих процессов. Как достоинство пневмоавтоматики следует отметить стабильные характеристики воздуха при изменениях температур, что нельзя сказать о гидроавтоматики, кроме того пневматика не реагирует на изменения магнитных и радиационных воздействий. Пневматические системы обладают большими функциональными возможностями, простотой конструкции и высокой надежностью. Пневматические системы обладают большими функциональными возможностями, на их базе можно строить алгоритмы управления любой сложности.

Основной недостаток - запаздывание, кроме того для построения систем управления с применением вычислительных комплексов необходимо преобразование сигналов, пневматического в электрический. Особые сложности представляет осушка воздуха, к которому предъявляются высокие требования по качеству, что не всегда легко решается.

Основное развитие в нашей стране получила «Универсальная система элементов пневмоавтомата кии» (УСЭППА), на ее базе создана система приборов «Старт», включающих в себя вторичные приборы, вспомогательные устройства, регулирующие блоки, станции управления и т.д.

Рабочей средой пневматической системы является сухой очищенный воздух по ГОСТ 13053-76. Качество воздуха должно удовлетворять следующим требованиям:

Показатель	Тип установки		
	I	II	III
Температура точки росы	-10	-40	-60
Ном. давление в пневмолинии	2.5	4.0	6.0
Содержание минеральных масел	15		
То же, в виде капель	Не допускается		
Содержание влаги в виде капель			
Содержание газообразных кислот и щелочей	Следы		
Содержание твердых примесей, мг/м ³	5.0, размер не более 0.05мм		

Примечание: 1 тип - T=5...50 °C, 1 тип - T=-30...50 °C,
3 тип - T=-50...+50 °C.

Аналоговый пневматический сигнал от 0.02 до 0.1 Мпа, давление питания пневматических приборов от 0 до 0.14Мпа.

При выборе схемы пневмопитания необходимо знать следующее:

- Определить расход воздуха для пневмоприемников;
- Определить источник питания;
- Выбирается схема пневмопитания;
- Производится расход воздухопроводной сети;
- Выбор необходимой аппаратуры и трубопроводной арматуры.

Различают сети пневмопитания на питающие сети и индивидуальные сети. Питающая сеть - это линия связи от главного коллектора до распределительной сети. Индивидуальная сеть - это линия связи от распределительной сети до пневмоприемников.

Сети пневмопитания рекомендуется выполнять из стальных оцинкованных водогазопроводных труб, ГОСТ3262-75. При прокладке в местах с агрессивной средой требуется трубы с соответствующей защитой.

Внутренний диаметр трубопровода питающей сети выбирается по формуле:

$$D=R4Q/P$$

D - внутренний диаметр трубопровода.

R - коэффициент, при скорости потока до 10м/с - 6, до 20м/с - 4. Q - расход воздуха при нормальных условиях, м³/ч P - давление воздуха в трубопроводе, Мпа Внутренний диаметр не должен быть менее 20мм. Для стабилизации давления применяются редукторы воздуха:

Наименование	Тип	Давление, МПа		Пропускная способность
		На входе	На выходе	
Редуктор давления	РДВ-1М	0.2-1.0	0-0.2	1.0
	РДВ-60	0.3-0.8	0.02-	3.6
	РДВ-300	0.3-0.8	0.3	18.0
	РДВ-5	0.2-1.0	0.02-	1.0
			0.3	
			0.015	
Фильтр и и редуктор	ФРВ-1	0.2-1	0-0.2	3.0
Редуктор давления с фильтром	РДФ-3Н	0.25-0.6	0.05-	1.5
			0.2	
Стабилизатор давления	СД6-326	0.3-0.6		
			0.02-	6.0
Блок фильтра со стабилизатором	ФСВ-333	0.22-0.6	0.6	

Фильтры воздуха

Тип	Давление рабочее, МПа	Пропускная способность, м ³ /ч
ФВ-10	0.3-1	1.0
ФВ-2М	0.2-1	3.0
ФВ-60	0.2-1	3.6
ФВ-300	0.2-1	18.0
ФВ-336	0.3-0.6	6.0

Для контроля давления в пневмосети применяются манометры показывающие, если они не встроены в аппаратуру.

Запорная аппаратура для пневмосети:

Наименование	Тип	Р _у , МПа	Ду, мм
Вентиль запорный муфтовый	15БЗр,15БЗк 15Б16к	1	15, 20, 25, 32, 40, 50
То же	15кч18р,15к ч	1	15, 20, 25, 32, 40, 50
Кран трехходовой латунный с контрольными фланцем для манометра	КТК	1,6	4
Вентиль запорный малогабаритный	ЗВ-2М	1,6	3
Вентиль игольчатый	ВМ	16	6, 15, 25

7. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ

Предупредительная сигнализация называется сигнализация отклонения отдельных параметров от нормы.

Схемами с центральным съемом звукового сигнала называются схемы, в которых на все световые сигналы имеется один звуковой сигнал. Выключение звукового сигнала производится вручную. Звуковой сигнал появляется повторно при выходе следующего параметра из нормы, даже если предыдущая ситуация по отклонению параметра не была устранена.

7.1. Выбор электрических схем

Выбор схем производится на основе следующих факторов:

1. В соответствии с необходимой программой работы схемы;
2. Требований надежности;
3. Числом сигнализируемых параметров и характером сигнализации;
4. Расстоянием между датчиками КИПиА и релейными щитами. Программа работы схемы зависит от того на каких средствах выполнена схема.

Надежность работы схемы обеспечивается схемным путем (проверка звукового и светового сигнала, независимость прохождения звукового сигнала при отключенной, неисправной лампе)

Схемы с применением РИС (реле импульсной сигнализации) имеют следующие недостатки:

1 При неисправности сигнальной лампы сработавшего датчика сигнала - схема теряет данный сигнал, т.к. звуковой сигнализации не возникает. Однако схемы с РИС удобны для работы оператора в случае большого количества сигналов, т.к. трудно установить в данном случае первоочередность поступления сигнала.

Расстояние между датчиками сигналов и релейными щитами, как правило, являются определяющими при выборе величины и рода тока питающего напряжения. Питание схем технологической сигнализации, по возможности, должно производиться от имеющегося на предприятии основного напряжения ~220В. Вся аппаратура для схемы должна соответственно быть выбрана на данное напряжение.

Методика расчета допустимых расстояний между датчиками сигналов и релейными щитами

$$DU = U_{\text{мин}} - U_{\text{ср}}$$

$U_{\text{ср}}$ - напряжение срабатывания реле DU - падение напряжения в соединительном кабеле. $U_{\text{мин}}$ - 95% от номинального напряжения. $R = DU / I_{\text{ном}}$. R - сопротивление шлейфа $I_{\text{ном}}$ - номинальный ток реле $I_{\text{ном}} = N / U_{\text{ном}}$. $L = Rq / p^2$

Q - сечение провода в мм P - удельное сопротивление в ом.мм² / м

Число жил в кабеле.	Длина контрольного кабеля в метрах.			
	Медные жилы		Алюминиевые жилы	
	Напряжение питания			
	127	220	127	220
4	1500	600	1300	500
7	910	350	720	280
10	610	240	500	130
14	440	170	360	140
19	320	130	260	100
27	220	90	180	70

7.2. Устройство защиты и сигнализации

Устройство защиты и сигнализации УЗС-24 М предназначено для приема и логической обработки сигналов от двухпозиционных датчиков электроконтактного типа, отображения информации, предупреждение оператора световым и звуковым сигналом об отклонении контролируемых параметров от нормы, выдачи сигналов для автоматического останова исполнительных механизмов, выдачи информации на ПЭВМ (интерфейс RS-485)

Устройство соответствует всем требованиям для взрыво и пожароопасных производств в химической, нефтехимической и др. производствах.

Устройство многоканальное, щитового исполнения, с видом взрывозащиты «Искробезопасная Цепь», маркировка взрывозащиты ExiaПС предназначено для установки вне взрывоопасных зон. Климатическое исполнение УХЛ 4.2.

Устройство имеет 24 канала. Для увеличения емкости устройства оно может быть наращено до 32 объединенных устройств.

Каждый канал принимает сигналы от электроконтактных датчиков как «н.з.», так и «н.о.» к одному каналу можно подключать несколько датчиков.

Устройство создает на разомкнутых контактах датчиков постоянное напряжение -24 В, через замкнутый контакт протекает ток не более 2 мА.

Путем программирования можно выставить задержки входного сигнала от 2 до 48 с., устройство осуществляет программирование адреса адреса устройства, работающего в сети. Устройство осуществляет запоминание сигнала - первопричины.

Устройство осуществляет контроль цепей звуковой и световой сигнализации.

Устройство осуществляет прерывистую сигнализацию звуковую и световую, после квитирования звук пропадает а лампа горит ровным светом.

Устройство имеет 24 силовых ключа (сухие контакты реле) для коммутации силовых или сигнальных цепей. Максимальный ток при коммутации индуктивной нагрузки 1,0 А, напряжением 220 В.

Устройство имеет выход на внешнюю звуковую сигнализацию. Длина линии связи УЗС-24М с ПЭВМ до 1200 м. Количество приборов подключаемых к сети - 32.

Длина линии связи между устройством и датчиками должна быть не более 1км, допускаемая емкость не более 1.0 мГн, сопротивление не более 1 кОм.

Питание устройство - переменное напряжение 220 В, потребляемая мощность 70 ВА

Габаритные размеры 212x320x310мм.

8. ЗАЗЕМЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИКИ (PM14-11-95)

Опасными для жизни человека являются токи 25-30 мА.

Зануление и защитное заземление следует выполнять:

- При напряжении переменного тока 380В и выше и постоянного тока 440В выше – во всех электроустановках,
- При номинальном напряжении переменного тока 42В и постоянного тока выше 110В – только в электроустановках, размещенных в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, а также в наружных установках:
- Во взрывоопасных установках – при любом напряжении постоянного и переменного тока.

Для заземления систем контроля и управления использовать заземляющую сеть системы электроснабжения автоматизируемого объекта.

В электроустановках систем контроля и управления заземлению подлежат:

- Металлические корпуса контрольно-измерительных приборов, регулирующие устройства, аппараты управления, защиты, сигнализации, освещения, корпуса электродвигателей исполнительных механизмов и электроприводов задвижек.
- Металлические щиты и пульты всех назначений, на которых устанавливаются электрические приборы, аппараты и другие средства автоматизации; съемные или открывающиеся части щитов и пультов, если на них установлена электроаппаратура напряжением выше 42В переменного тока, или 110В постоянного тока; вспомогательные металлические конструкции для установки электроприемников и аппаратов управления.
- Металлические оболочки, броня и муфты контрольных силовых кабелей и проводов, стальные трубы электропроводок, коробки, металлические корпуса, лотки, кабельные конструкции, кронштейны и другие металлические элементы крепления электропроводок.
- Металлические оболочки кабелей и проводов, броня кабелей с цепями напряжения до 42В переменного и 110В постоянного тока, проложенные на общих металлических конструкциях с кабелями и проводами, металлические оболочки и броня которых подлежит заземлению;
- Металлические корпуса стационарных и переносных трансформаторов, корпуса выпрямительных устройств;
- Стационарные металлические ограждения;
- Электрофицированный инструмент.

Не требует заземления отдельными проводниками приборы, аппараты и средства автоматизации, устанавливаемые на заземленных щитах и

пульты, или иных металлоконструкций, если обеспечивается надежный металлический и электрический контакт.

8.1. Выбор заземляющих проводников

В качестве заземляющих проводников в электроустановках систем контроля и управления д. б., как правило, использованы:

- Нулевые рабочие проводники в системах с заземленной нейтралью, кроме ответвлений к однофазным приемникам, для зануления которых использоваться отдельный третий нулевой защитный проводник;
- Специально предусмотренные для этой цели проводники (жилы кабелей, провода, стальные или медные полосы);
- Стальные защитные трубы электропроводки;
- Алюминиевые оболочки кабелей;
- Металлические короба и лотки.

Допускается нулевых защитных проводников использовать:

- Металлические конструкции производственного назначения (каркасы распределительных устройств, обрамление каналов, подкрановые пути, площадки, шахты лифтов и т.д.);
- Металлические конструкции зданий;
- Металлические стационарно проложенные трубопроводы всех назначений, кроме трубопроводов горючих и взрывоопасных веществ и смесей, систем канализации, центрального отопления и водопровода.

Проводники	Медные	Алюминиевые	Стальные		
			В зданиях	В наружных установках	В земле
Неизолированные проводники					
Сечение в мм	4	6	-	-	-
Диаметр, мм	-	-	5	6	10
Изолированные провода					
Сечение, в мм	1.5	2.5	-	-	-
Заземляющие и нулевые жилы кабелей и многожильных проводов в общей защитной оболочке с фазными жилами					
Сечение, в мм	1	1.25	-	-	-
Угловая сталь ,	-	-	2	2.5	4

толщина					
Полосовая сталь					
Сечение	-	-	24	48	48
толщина	-	-	3	4	4
Водогазопроводные трубы, толщина стенки	-	-	2.5	2.5	3.5

Металлические оболочки проводов и кабелей, брони кабелей, металлические оплетки проводов а также металлические экраны кабелей д. б. Заземлены с двух сторон путем присоединения к ним гибких нулевых защитных проводников из цветного металла, пайкой.

При заземлении кабельных конструкций стальные защитные проводники следует приваривать:

- к основанию одиночной полки;
- к стойкам кабельным;
- к перфорированным профилям.

Заземление – преднамеренное электрическое соединение какой-либо части электроустановки с заземляющим устройством.

Защитное заземление – заземление частей электроустановки с целью обеспечения электробезопасности.

Зануление – преднамеренное соединение частей электроустановки, нормально не находящемся под напряжением, с глухозаземленной нейтралью трансформатора или генератора в сетях трехфазного тока , с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной средней точкой источника в трехпроводных сетях постоянного тока.

Замыкание на корпус – случайное соединение находящихся под напряжением частей машин, аппаратов, нормально не находящихся под напряжением.

Заземлитель – проводник (электрод) или совокупность металлически соединенных между собой проводников , находящихся в соприкосновении с землей.

Нулевой защитный проводник – проводник , соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях 3-х фазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной средней точкой источника в 3-х проводных сетях постоянного тока.

Помещения с повышенной опасностью поражения электрическим током – помещение, характеризующееся наличием в нем одного из следующих условий, создающих повышенную опасность :

- Сырости или проводящей пыли;
- Токопроводящих полов;
- Высокой температуры;
- Возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, техноло-

гическим аппаратам, механизмам с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

Особо опасные помещения в отношении поражения электрическим током – помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

- Особой сырости
- Химически активной среды

8.2. Требования к выполнению зануления и заземления

Каждый элемент или часть электроустановки, подлежащая заземлению, присоединяется при помощи отдельного ответвления к нулевому рабочему проводнику.

В качестве ответвления лучше всего использовать отдельную жилу кабеля, отдельный провод, алюминиевую оболочку кабеля, специальный проводник (например, стальную полосу), присоединяемые к нулевому рабочему проводнику.

При прокладке проводов в стальных трубах в качестве ответвления может использоваться стальная труба.

При прокладке проводов и кабелей на латках и в коробах, последние, также могут использоваться, в качестве ответвления, если обеспечена непрерывность соединений отдельных секций по всей длине.

В цепи зануляющих и заземляющих проводников в том числе и в цепи нулевых рабочих проводов, если они одновременно используются в качестве нулевых зануляющих проводников, не должны устанавливаться рубильники пакетные выключатели и предохранители.

Соединение и присоединение стальных нулевых защитных проводников должно выполняться сваркой, в исключительных случаях можно применить болтовое соединение.

При установке приборов и аппаратов и других средств автоматизации на заземленных щитах, пультах, и вспомогательных конструкциях, в местах соединений должен быть обеспечен надежный металлический контакт.

Зануление металлических корпусов отдельно стоящих аппаратов управления электродвигателями исполнительных механизмов и электроприводов задвижек осуществляется при помощи отдельных проводников, присоединяемых к отдельному рабочему проводу.

Короба и лотки должны присоединяться к сети заземления не менее, чем в двух противоположных местах. При этом соединение секции лотков и коробов должно обеспечивать электрическую непрерывную сеть по всей длине.

Заземление стальных защитных труб должно производиться с обоих концов.

Все кабельные конструкции должны быть заземлены. Броня и металлические оболочки кабеля должны быть заземлены с двух сторон.

Номенклатура заземляющих проводников.

- П-1 – длина 308мм
- П-150 – 150мм
- П-350 – 350мм
- П-500 – 500мм
- П-550 – 550мм
- П-700 – 700мм
- П-750 – 750мм

Данная продукция является изделиями ГМА, изготавливается по ТУ36-1276-85

9. СХЕМА ВНЕШНИХ ПРОВОДОК

Схема внешних проводок – это чертеж на котором показаны все электрические и трубные связи средств автоматизации со щитами и пультами.

Схема внешних проводок выполняется на основе следующих схем:

- Схемы функциональной автоматизации;
- Принципиальных электрических и пневматических схем;
- Планами расположения оборудования

При применении в проекте однотипных приборов возможно на схеме выполнять один раз, но при этом дать примечание по замене индекса прибора, номера и длины кабеля

При наличии в проекте нескольких совершенно однотипных агрегатов – схему выполняют для одного с примечанием, что данная схема выполнена для агрегата N1, для 2...6 схема аналогична, длину кабелей и труб см. в таблице.

Схема выполняется без масштаба, толщина линий д.б. 0.4...1мм.

Наименование параметра и место отбора импульса	Температура На входе в цех
Монтажный черт.	ТМ4-147-87
Позиция	1а
Категория импульсной трубы	

Маркировка цепей кабелей и проводов должна полностью соответствовать маркировке присвоенной в схеме принципиальной для соответствующего параметра. Так же маркировка позиций по приборам и аппаратуре должна быть одинаковой как на схеме функциональной автоматизации, так и на схемах принципиальных.

Обозначение монтажного чертежа в шапке схемы должно соответствовать заданию на встройки в технологический аппарат или трубопровод.

Присоединение кабелей к щитам и пульта выполняется на схеме внешних проводок отдельным листом, с указанием ссылки на лист схемы внешних проводок, где был начерчен данный кабель.

В случае, как предписывает инструкция прибора, если кабель должен проходить мимо клеммной колодки на схеме внешних должно быть выполнено подключение этого кабеля к прибору установленному на щите.

Схема внешних проводок выполняется для подсчета кабелей, защитных труб, импульсных, труб, защитных металлорукавов, запорной арматуры, соединительных коробок, и т.д.

В угловой спецификации должно быть указаны все изделия и средства автоматизации примененные на схеме внешних проводок:

- Кабели;
- Провода;
- Коробки соединительные;
- Металлорукава;
- Вентили;
- Трубы импульсные;
- Трубы защитные;
- Заземляющие проводники, и т. д.

9.1. Номенклатура изделий, кабелей и труб наиболее часто применяемых в схеме внешних проводок.

Для выполнения электрического соединения первичных приборов со щитом применяются кабели контрольные типа КВВГ, КВВГЭ, либо бронированные кабели. В случае требования инструкции для конкретного прибора применяются провода и кабели указанные в инструкции. Вся необходимая кабельная продукция может быть найдена в каталоге производителей

Бронированные кабели рекомендуется применять для прокладки их в земле, кабель должен иметь противогнилостное покрытие, бронированные кабели могут применяться и для наружных проводок, броня выполняет роль защиты, а также экрана при наводках. Для защиты кабелей от электромагнитных наводок применяются экранированные кабели. Кроме медных кабелей могут использоваться и алюминиевые кабели типа АКВВГ. Для силовых проводок (для питания местного прибора ~220В могут быть использованы кабели типа ВВГЗх1.0.

Для защиты кабельных проводок в местах возможных механических повреждениях кабели должны быть защищены, наиболее часто применяют для защиты водогазопроводные трубы, а также пластмассовые трубы. Защита кабеля должна быть обязательно обеспечена до высоты 2.5м от уровня пола.

Трубные проводки выполняют в основном бесшовными трубами 14x2, из обыкновенной стали, либо если среда агрессивная, то применяют бесшовные трубы из нержавеющей стали.

При применении пневмоприборов используются полиэтиленовые трубки диаметром 6мм или 8мм. Защита полиэтиленовых импульсных и командных труб должна быть также осуществлена водогазопроводными трубками.

Для экономии кабельной продукции в проектах предусматривается переход на многожильные кабели, в случае электропроводок, и пневмока-

бели, в случае применения пневмоприборов. Объединение или переход на многожильные кабели выполняется на коровках соединительных.

На схеме внешних можно совмещать прокладку питающей пневмосети, при этом принципиальная схема пневмопитания не выполняется. Для питания сжатым воздухом применяются оцинкованные трубы. Линия питания проводится пунктирной линией от коллектора воздуха или ответвительной сети пневмопитания до прибора. Здесь же показывают фильтры и редукторы.

На схеме внешних обязательно показывают заземление.

Кроме того, на схеме внешних проводок показывают конструкции, на которых устанавливаются датчики, первичные приборы, соединительные коробки т.д.

При применении манометров и дифманометров показывают узлы обвязки, т.е. устройства для продувки линий либо для слива конденсата.

Маркировка кабелей выражается числами от 1 и далее; пневмолиния имеет маркировку 01 и так далее. Маркировка кабельной и трубной продукции проставляется в кружочках диаметром 10мм.

На первом листе схемы внешних проводок делается примечание, например:

1. позиции приборов и аппаратуры указаны согласно спецификации оборудования изделий и материалов.
2. Маркировка цепей – смотри принципиальные схемы проекта.
3. Маркировка кабелей и труб и их прокладка – смотри план расположения оборудования.
4. Заземление электрических сетей и аппаратуры выполнить согласно ГОСТ 14-11-95.
5. В качестве заземлителей использовать проводники заземляющие, дополнительную жилу кабелей или сталь полосовую (полоса для заземления

Б-4Х14 ГОСТ 103-76

СТЗ ГОСТ 535-79

Контрольные кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией по ГОСТ 1508-78 для электропроводок систем автоматизации

АКВВГ, КВВГ – кабели с алюминиевой и медной жилами (соответственно), изоляция и оболочка из поливинилхлоридного пластиката;

Номинальное сечение кабеля АКВВГ (2,5мм.кв.)

Число жил	4	5	7	10	14	19	27	37
Наружные диаметры	10,6	11,5	12,5	15,6	16,9	19,2	22,8	25,5

при номинальном сечении (4;6 мм.кв.) число жил – 4,7,10;

Номинальное сечение кабеля

КВВГ (0,75 мм.кв)

Число жил	4	5	7	10	14	19	27	37
Наружные диаметры	7,6	8,3	9,5	11,7	12,6	13,9	16,4	18,6

диаметры								
----------	--	--	--	--	--	--	--	--

При сечении проводника 1 мм.кв.

Число жил	4	5	7	10	14	19	27	37
Наружные диаметры	9,1	9,8	10,6	13,1	14,2	15,7	19	21,1

1,5 мм.кв.

Число жил	4	5	7	10	14	19	27	37
Наружные диаметры	9,7	10,5	11,3	14,1	15,2	16,9	20,4	22,8

(2,5;4;6мм.кв) число жил как у кабеля АКВВГ.

АКВВГЭ, КВВГЭ – кабели с алюминиевой и медной жилами (соответственно), изоляция из поливинилхлоридного пластиката, общий экран из алюминиевой или медной фольги, оболочка из поливинилхлоридного пластиката; применяются для уменьшения влияния электромагнитного воздействия.

КВВГЭ при номинальном сечении 1мм.кв.

Число жил			7	10	14	19	27	37
Наружные диаметры	9,5	10,3	11,1	13,6	14,6	16,1	19,4	21,6

АКВВБ, КВВБ – кабели с алюминиевой и медной жилами (соответственно), изоляция и оболочка из поливинилхлоридного пластиката, броня из двух стальных лент, наружный покров;

КВВБн – кабель с медной жилой, изоляция и оболочка из поливинилхлоридного пластиката, броня из двух стальных лент, негорючий стальной покров.

Для прокладки кабеля применяются защитные трубы в местах где возможны механические повреждения и обязательно до высоты 2,5 м.

Трубы стальные водогазопроводные по ГОСТ 3262-75

Условный проход,мм	Наружный диаметр,мм	Толщина стенки обыкновенных труб,мм
15	21,3	2,8
20	26,8	2,8
25	33,5	3,2
32	42,3	3,2
40	48	3,5
50	60	3,5

Металлорукав РЗ-Ц-Х-Ш, ТУ22-5570-83 применяется для защиты кабелей и пластмассовых импульсных труб. К примеру:

Наружный диаметр	Условный проход металлорукава,мм				
	12	15	18	20	22

трубы,мм	Количество прокладываемых труб, шт				
	1	1	2	3	4
8	1	1	2	3	4
6	1	2	4	6	7

В качестве импульсных труб используется труба бесшовная 14х2 ГОСТ 8734-75; а для агрессивных сред используется труба бесшовная диаметром 14х2 по ГОСТ 9941-81

В качестве коммутационных проводов используются провода ПВ1 1.0, 380В ГОСТ 6323-79, ПВ3 1.0 380В ГОСТ 6323-79-провода повышенной гибкости

9.2.Способы прокладки электропроводки

1. Кабели в производственных помещениях:

По кабельным конструкциям,

- На лотках (кроме пыльных помещений),
- в стальных коробах,
- в пластмассовых и стальных защитных трубах,
- в каналах,
- в кабельных этажах,
- в двойных полах,

Кабели в наружных установках:

- по кабельным конструкциям,
- на лотках,
- в стальных коробах,
- в пластмассовых и стальных защитных трубах,
- во эстакадах, в каналах, коллекторах, туннелях, блоках,
- в земле.

Прокладку кабелей в земле запрещается выполнять в защитных трубах. При прокладке кабелей в траншее, проектировщик оценивает земляные работы, а также укладку «подушки» - кирпич, песок. Глубина траншеи д. б. не более 0.9м.

Прокладка трассы как внутри производственного помещения, так и по улице должна быть согласована с о всеми разработчиками проекта, наружная прокладка согласуется с генпланом.

Проходы кабелей через стены и перекрытия должны быть выполнены посредством специальных проемов или в трубах. Для взрывоопасных производств применяются бронированные проемы. Проходы выдаются строительному отделу в качестве задания.

10. ПЛАН РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

План расположения оборудования выполняется в проекте для координации размещения приборов и средств автоматизации на планах размещения технологического оборудования и коммуникаций. Кроме размещения средств автоматизации в плане показывается как идет прокладка кабельной и трубной трассы. По плану размещения проектировщик рассчитывает длины кабелей, импульсных труб, защитных труб. Эти данные заносятся в схему внешних проводок в угловую спецификацию. По плану разработчик проекта определяет размещение первичных приборов, щитов, подбирает конструкции для размещения всех средств автоматизации, прокладку трассы и способ ее крепления. По данным плана размещения на схеме внешних проводок указывается тип или способ крепления приборов соединительных коробок и т.д.

В качестве исходных данных следует использовать строительные планы и разреза помещений, а также компоновочные технологические чертежи с размещением технологических агрегатов и трубопроводов.

Исходными материалами для плана расположения являются схемы функциональные, схемы внешних проводок. Со схемы функциональной проектировщик берет весь объем автоматизации и места их расположения, со схемы внешних проводок берется маркировка кабелей и труб и взаимосвязь всех средств автоматизации.

План расположения выполняется обязательно в масштабе, рекомендуемый формат А2, А1 и зависит от габаритов производственной площадки и объема автоматизации. План операторского помещения обычно выполняется отдельным листом ввиду большой концентрации кабельной и трубной продукции, панелей щитов, щитов оператора, кроссовых щитов и другой приборной продукции, которая размещается в операторских помещениях.

На плане расположения не показываются местные приборы, которые расположены непосредственно на трубопроводах и к которым естественно не подключается линия связи. К данным приборам относятся местные манометры и местные термометры.

На плане привязывают, т.е. координируют лишь те средства автоматизации, которые имеют закладные конструкции выданные смежным отделам для их размещения. В качестве примера можно привести размещение щитов. На стадии выдачи задания смежным отделам обычно выдается задание строительному отделу на закладную конструкцию для размещения на ней в дальнейшем щитов. Это может быть установка щита на швеллерах, на кабельном канале и т.д. Прочие приборы расположенные по месту не координируются, для трассы указывают высоту ее размещения. По данному поводу дается примечание, что расположение приборов и прокладка кабелей и труб может быть уточнена при монтаже. Это условие оговаривается потому, что монтаж приборов и средств автоматизации на производ-

ственной площадке ведется в последнюю очередь, после размещения технологического оборудования и трубопроводов.

На планах обязательно указывают категорию взрывоопасных и пожароопасных зон, категорию и группы взрывоопасных смесей, границы данных зон.

На планах дается ориентировочный уровень прокладки основной трассы и метод ее прокладки по стенам над и под перекрытиями, крепление к колоннам, проходы через стены и перекрытия, обычно применяются типовые монтажные чертежи ГМА.

В угловую спецификацию выносятся типовые чертежи прокладки трассы и детали необходимые для выполнения прокладки по данным чертежам.

Чертеж плана должен быть согласован со строительным, технологическим, сантехническим и другими отделами, принимающими участие в данном проекте и имеющими свои технологические конструкции и агрегаты, для исключения накладок конструкций.

Оборудование и трубопроводы, на которых размещаются приборы и средства автоматизации должны быть подписаны.

План расположения может состоять из нескольких листов, при наличии нескольких отметок и разрезов должны быть указаны отметки. На плане обязательно нанесение осей и рядов, при наличии наружных установок должна быть привязка к оси здания.

На плане должны быть даны условные обозначения:

- Отборных устройств;
- Первичных приборов ;
- Щитов;
- Соединительных коробок;
- Исполнительных механизмов;
- Проходов трассы с одной отметки на другую.

Трасса должна иметь обозначение, в числителе должен быть указан способ крепления, в знаменателе в прямоугольниках обозначение труб и кабелей, при любом вливании в трассу потока, или одиночной трубы или кабеля следует повторить обозначение с дополненным потоком

11. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Водовозов В.М. Курсовое проектирование электропривода: Методические указания. – СПб, Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2004. – 30 с.
2. Бекишев, Р. Ф. Электропривод : учебное пособие для академического бакалавриата / Р. Ф. Бекишев, Ю. Н. Дементьев. – 2-е изд. – М. : Издательство Юрайт, 2017. – 301 с. – (Университеты России). – ISBN 978-5-534-00514-1. – Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/FB37A36F-62C8-4DE4-9988-7B5E0F5836B5.
3. Шичков, Л. П. Электрический привод: учебник и практикум для академического бакалавриата / Л. П. Шичков. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 330 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-9755-2. – Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/4186A334-31A4-4D6B-BF16-C0D8F3260AC7.
4. Фролов, Ю. М. Электрический привод: краткий курс: учебник для академического бакалавриата / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин; под ред. Ю. М. Фролова. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2017. – 253 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-00092-4. – Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/1E44558F-FB25-4B4F-991B-77A3E7E7E8CD.
5. Рогов, В. А. Средства автоматизации и управления : учебник для академического бакалавриата / В. А. Рогов, А. Д. Чудаков. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2017. – 404 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-03031-0. – Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/26A697DC-E9B2-4B8D-B5EB-B343A404A37E.
6. <http://www.edrive.narod.ru/>

О Г Л А В Л Е Н И Е

1. Введение.....	3
2. Стадии проектирования и состав проектов автоматизации технологических процессов (ТП)	4
2.1. Основные документы, используемые при проектировании ...	4
2.2. Согласующие инстанции.....	5
2.3. Задание на проектирование.....	6
2.4. Исходные материалы	6
2.5. Задания смежным организациям	7
2.6. Стадии выполнения проектной документации	8
3. Структурные схемы систем измерения и автоматизации.....	9
3.1. Структура систем управления	9
3.2. Структурные схемы измерения и управления	10
4. Функциональные схемы систем измерения и автоматизации (ФСА) 11	
4.1. Назначение функциональных схем, методика и общие принципы их выполнения	11
4.2. Изображение технологического оборудования и коммуникаций	13
4.3. Изображение средств измерения и автоматизации	13
5. Выполнение принципиальных электрических схем питания.....	16
6. Принципиальные схемы пневмопитания.....	19
7. Принципиальные схемы сигнализации.....	22
7.1. Выбор электрических схем	22
7.2. Устройство защиты и сигнализации	23
8. Заземление электрических сетей управления и автоматики (РМ14-11-95) 25	
8.1. Выбор заземляющих проводников.....	26
8.2. Требования к выполнению зануления и заземления	28
9. Схема внешних проводок.....	30
9.1. Номенклатура изделий, кабелей и труб наиболее часто применяемых в схеме внешних проводок.	31
9.2. Способы прокладки электропроводки	34
10. План расположения оборудования	35
11. Библиографический список.....	37

Учебное издание

Колпахчян Павел Гигорьевич
Кочин Александр Евгеньевич

**РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ СИСТЕМ
АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**
учебно-методическое пособие по курсовому проектированию

Печатается в авторской редакции

Технический редактор

Подписано в печать . . .15. Формат 60×84/16.
Бумага газетная. Ризография. Усл. печ. л. , .
Тираж экз. Изд. № . Заказ .

Редакционно-издательский центр ФГБОУ ВО РГУПС.

Адрес университета: 344038, г. Ростов н/Д, пл. Ростовского Стрелкового
Полка Народного Ополчения, 2.