Подготовка к производству монтажных работ

Монтаж систем автоматизации выполняют в соответствии с проектно-сметной документацией, передаваемой проектной организацией через заказчика монтажной организации. Заказчик или генеральный подрядчик (строительная организация) согласно заявочным спецификациям и ведомостям обеспечивает монтажную организацию основными материалами (металлопрокатом, трубами, кабелем, проводом), запорной арматурой, приборами и средствами автоматизации. Оборудование и приборы, необходимые для монтажа систем автоматизации, рабочие чертежи и сметы, а также техническую документацию заводов-изготовителей, материалы и изделия Заказчик или генеральный подрядчик передают монтажной организации в порядке и в сроки, установленные соответствующими правилами и согласованными графиками.

Рабочие чертежи, передаваемые монтажной организации, должны иметь отметку заказчика о принятии их к производству. В техническую документацию, получаемую от заводов-изготовителей, входят паспорта и монтажно-эксплуатационные инструкции на приборы и средства автоматизации, паспорта на арматуру, чертежи и спецификации на системы автоматизации, поставляемые комплектно с технологическим оборудованием, и др.

К началу монтажных работ должны быть выполнены в необходимом объеме строительная и технологическая части объекта, а также в соответствии со строительными чертежами — проемы, отверстия, проходы в стенах, перегородках, перекрытиях с установкой в них закладных частей для крепления приборов и средств автоматизации и прокладки трубных и электрических проводок.

К объектам, сдаваемым под монтаж приборов и средств автоматизации, должны быть проложены постоянные или временные электрические сети, водопровод и сети сжатого воздуха с устройствами для подключения электрических или трубных проводок.

Приборы и средства автоматизации, щиты, трубные и электрические проводки, монтируемые в производственных помещениях, должны быть защищены от влияния атмосферных осадков, грунтовых вод и низких температур, от загрязнения и повреждений.

К началу монтажа щитов должны быть закончены работы по сооружению фундаментов под щиты и пульты, кабельных каналов и их перекрытий, проемов для ввода в помещение трубных и электрических проводок, а также по устройству отопления, вентиляции и электрического освещения. Вводы электрической энергии, сжатого воздуха и воды должны быть выполнены по постоянным схемам, предусмотренным проектом. Кроме того, в производственных помещениях к началу монтажа щитов и пультов с установленными на них приборами (при полносборном методе монтажа) необходимо обеспечить температуру воздуха не ниже 5°С при условии, если заводы — изготовители приборов в инструкциях и технических условиях не оговаривают других значений нижнего предела температуры окружающей среды.

Производственное помещение и фундаменты, сдаваемые под монтаж приборов и средств автоматизации, должны быть освобождены от опалубки, очищены от мусора, освобождены от строительных лесов, не требующихся для монтажа систем автоматизации.

До начала монтажа систем автоматизации работники участка подготовки производства (УПП) монтажного управления разрабатывают проект производства работ (ППР), который наряду с рабочими чертежами является основной технической документацией для выполнения работ по монтажу приборов и систем автоматизации. ППР предусматривает повышение организационно-технического уровня монтажа на базе использования новейших достижений науки и техники, обеспечивающих высокую производительность труда, снижение себестоимости монтажных работ, сокращение продолжительности и повышение качества монтажа.

При составлении ППР учитывают характерные особенности данного объекта и местные условия монтажа приборов и средств автоматизации, применение наиболее прогрессивных форм планирования, организации и управления, сокращение трудоемкости и снижение трудовых затрат за счет выполнения работ полносборным индустриальным методом; широкое использование унифицированных и типизированных трубных и кабельных блоков, конструкций и т.д. ППР включает в себя следующее:

- пояснительную записку;
- ведомости физических объемов работ;
- спецификацию на металлоконструкции и монтажные изделия, изготовляемые в монтажно-заготовительных мастерских;
- рабочие чертежи по уточнению привязки трасс трубных и электрических проводок, а также на нетиповые и неунифицированные узлы и конструкции;
- спецификации на материалы, поставляемые заказчиком, генподрядчиком а самим монтажным управлением;
- спецификацию отборных устройств и приборов, устанавливаемых на технологическом оборудовании и трубопроводах;
- спецификацию на щиты и пульты;
- чертежи или эскизы блоков трубных и электрических проводок, протяжных коробок, трубных отводов и т. п.;
- перечень строительных сооружение а закладных деталей для монтажа приборов и средств автоматизации;
- сетевой график на выполнение монтажа приборов и средств автоматизации;
- по крупным объектам — технологическую схему такелажно-транспортных работ.

Пояснительная записка содержит краткую характеристику объекта; описание и обоснование произведенных уточнений мест и способов прокладки трасс трубных и электрических проводок с ссылкой на рабочие чертежи ППР, а также мест установки щитов, пультов, внещитовой аппаратуры, первичных приборов, отборных устройств и регулирующих органов: обоснование замены материалов и изменений конструктивных решений, предусмотренных в проекте автоматизации; описание технологии отдельных видов монтажных работ; указания по перемещению и подъему тяжелых и крупногабаритных блоков и конструкций, а также указания о необходимых мероприятиях по технике безопасности, специфических для данного объекта.

Технологическая схема такелажно-транспортных работ представляет собой схему маршрута перемещения, мест доставки, разгрузки и складирования заготовленных и собранных узлов, конструкций, стендов приборов, блоков труб, барабанов с кабелем, щитов, исполнительных механизмов и т. п. В этой же схеме указывают механизмы и приспособления, необходимые для выполнения такелажных и транспортных работ, последовательность перевозки и перемещения монтажных блоков, щитов и т. п.

В зависимости от сложности объекта ППР может быть выполнен в полном или сокращенном виде.

Приемка объекта под монтаж

До начала монтажа систем автоматизации на строительной площадке, а также в зданиях и помещениях, сдаваемых под монтаж систем автоматизации, должны быть выполнены строительные работы, предусмотренные рабочей документацией и проектом производства работ.

В строительных конструкциях зданий и сооружений (полах, перекрытиях, стенах, фундаментах оборудования) в соответствии с архитектурно-строительными чертежами должны быть:

- нанесены разбивочные оси и рабочие высотные отметки;

- установлены закладные конструкции под щиты, пульты, приборы, средства автоматизации и т. п.;

- выполнены каналы, туннели, ниши, борозды, закладные трубы для скрытой проводки, проемы для прохода трубных и электрических проводок с установкой в них коробов, гильз, патрубков, обрамлений и других закладных конструкций;

- установлены площадки для обслуживания приборов и средств автоматизации;

- оставлены монтажные проемы для перемещения крупногабаритных узлов и блоков.

В специальных помещениях, предназначенных для систем автоматизации, а также в производственных помещениях в местах, предназначенных для монтажа приборов и средств автоматизации, должны быть закончены строительные и отделочные работы, произведена разборка опалубок, строительных лесов и подмостей, не требующихся для монтажа систем автоматизации, а также убран мусор.

Специальные помещения, предназначенные для систем автоматизации, должны быть оборудованы отоплением, вентиляцией, освещением, при необходимости кондиционированием, смонтированными по постоянной схеме, иметь остекление и дверные запоры. В помещениях должна поддерживаться температура не ниже 5 °С.

После сдачи указанных помещений под монтаж систем автоматизации в них не допускается производство строительных работ и монтаж санитарно-технических систем.

В помещениях, предназначенных для монтажа технических средств агрегатных и вычислительных комплексов АСУ ТП, должны быть смонтированы системы кондиционирования воздуха и тщательно убрана пыль. Окраска помещений меловой побелкой запрещается. На окнах должны быть предусмотрены средства защиты от прямых солнечных лучей (жалюзи, шторы).

К началу монтажа систем автоматизации на технологическом, санитарно-техническом и других видах оборудования, на трубопроводах должны быть установлены:

- закладные и защитные конструкции для монтажа первичных приборов. Закладные конструкции для установки отборных устройств давления, расхода и уровня должны заканчиваться запорной арматурой;

- приборы и средства автоматизаций, встраиваемые в трубопроводы, воздуховоды и аппараты (сужающие устройства, объемные и скоростные счетчики, ротаметры, проточные датчики расходомеров и концентратомеров, уровнемеры всех типов, регулирующие органы и т. п.).

На объекте в соответствии с технологическими, сантехническими, электротехническими и другими рабочими чертежами должны быть:

- проложены магистральные трубопроводы и разводящие сети с установкой арматуры для отбора теплоносителей к обогреваемым устройствам систем автоматизации, а также проложены трубопроводы для отвода теплоносителей;

- установлено оборудование и проложены магистральные и разводящие сети для обеспечения приборов и средств автоматизации электроэнергией и энергоносителями (сжатым воздухом, газом, маслом, паром, водой и т. п.), а также проложены трубопроводы для отвода энергоносителей;

- проложена канализационная сеть для сбора стоков от дренажных трубных проводок систем автоматизации;

- выполнена заземляющая сеть;

- выполнены работы по монтажу систем автоматического пожаротушения.

Заземляющая сеть для технических средств агрегатных и вычислительных комплексов АСУ ТП должна отвечать требованиям предприятий - изготовителей этих технических средств.

Приемка объекта оформляется актом готовности объекта к производству работ по монтажу систем автоматизации.

Производство монтажных работ

При производстве работ по монтажу и наладке систем автоматизации должны соблюдаться требования СНиП 3.05.07-85, СНиП 3.01.01-85, СНиП III-4-80, СНиП III-3-81 и ведомственных нормативных документов, утвержденных в порядке, установленном СНиП 1.01.01—82

Монтаж систем автоматизации производят в соответствии с рабочей документацией с учетом требований предприятий — изготовителей приборов, средств автоматизации агрегатных и вычислительных комплексов, предусмотренных техническими условиями или инструкциями по эксплуатации этого оборудования.

Работы по монтажу следует выполнять индустриальным методом с использованием средств малой механизации, механизированного и электрифицированного инструмента и приспособлений, сокращающих применение ручного труда.

Работы по монтажу систем автоматизации должны осуществляться в две стадии.

На первой стадии выполняются: заготовка монтажных конструкций, узлов и блоков, элементов электропроводок и их укрупнительная сборка вне зоны монтажа; проверка наличия закладных конструкций, проемов, отверстий в строительных конструкциях и элементах зданий, закладных конструкций и отборных устройств на технологическом оборудовании и трубопроводах, наличия заземляющей сети; закладка в сооружаемые фундаменты, стены, полы и перекрытия труб и глухих коробов для скрытых проводок.

На второй стадии выполняются: разметка трасс и установка опорных и несущих конструкций для электрических и трубных проводок, исполнительных механизмов, приборов и т. д.; прокладка трубных и электрических проводок по установленным конструкциям, установка щитов, стативов, пультов, приборов и средств автоматизации, подключение к ним трубных и электрических проводок, индивидуальные испытания.

Смонтированные приборы и средства автоматизации электрической ветви Государственной системы приборов (ГСП), щиты и пульты, конструкции, электрические и трубные проводки, подлежащие заземлению согласно рабочей документации, должны быть присоединены к контуру заземления. При наличии требования предприятий-изготовителей средства агрегатных и вычислительных комплексов должны быть присоединены к контуру специального заземления.

Сдача и приемка законченных комплексов монтажных и строительных работ

Субподрядчик обязан сдать, а генподрядчик принять законченные комплексы монтажных и специальных строительных работ, осуществленные в соответствии с проектно-сметной документацией, строительными нормами и техническими условиями.

Сдача субподрядчиком работ генподрядчику производится после выполнения всего комплекса монтажных и специальных строительных работ, порученного ему по договору.

Субподрядчик, которому устанавливается задание по вводу в действие производственных мощностей и объектов, совместно с генподрядчиком обязан предъявить рабочей комиссии законченные строительством предприятия, пусковые комплексы, очереди, здания, сооружения, осуществленные в соответствии с проектно-сметной документацией, строительными нормами и правилами и техническими условиями.

Дополнительные работы, не предусмотренные проектом (рабочим проектом) и рабочей документацией, необходимость выполнения которых установлена по принятым в эксплуатацию

государственной приемочной комиссией (или в установленных случаях рабочей комиссией) предприятиям, очередям, пусковым комплексам, зданиям, сооружениям, подготовленным к выпуску продукции и оказанию услуг, не могут служить основанием для задержки расчетов с субподрядчиком.

Генподрядчик обязан в согласованный с субподрядчиком срок передать ему проектно-сметную документацию на дополнительные работы и обеспечить их финансирование. На выполнение указанных работ заключается дополнительное соглашение.

Все затраты субподрядчика, связанные с необходимостью выполнения указанных дополнительных работ, возмещаются по отдельной дополнительной смете, составленной по рабочим чертежам и утвержденной в установленном порядке.

Ответственность за сохранность законченных комплексов монтажных и специальных строительных работ после приемки их генподрядчиком несет генподрядчик.

Устранение отмеченных в актах рабочей комиссией недоделок в монтажных и специальных строительных работах в сроки, установленные этими актами, является обязанностью субподрядчика, производившего монтажные и специальные строительные работы.

Субподрядчик обязан письменно не позднее чем за 10 дней уведомить генподрядчика о предстоящей сдаче законченного монтажом оборудования, систем, конструкций и подготовить следующие документы:

- перечень и краткую техническую характеристику подлежащих к сдаче работ;
- ведомость допущенных отклонений от проектов и рабочих чертежей и обоснование этих отклонений;
- рабочие чертежи с внесенными изменениями, допущенными в процессе работ;
- акты освидетельствования скрытых работ и акты промежуточной приемки ответственных конструкций;
- акты индивидуальных испытаний; журнал производства специальных работ.

Расчеты между генподрядчиком и субподрядчиком за законченные комплексы монтажных и специальных строительных работ производятся в соответствии с «Правилами финансирования и кредитования строительства».

Завершение работ по монтажу средств измерения и автоматизации оформляется актом рабочей комиссии по приемке смонтированного оборудования.

К приемке рабочей комиссией предъявляются системы автоматизации, смонтированные в объеме, предусмотренном рабочей документацией, и прошедшие индивидуальные испытания в соответствии со СНиП 3.05.07-85.

К акту приемки оборудования прилагается производственная документация, оформляемая на протяжении всего периода производства монтажных работ

Техническая документация при производстве монтажных работ

Монтаж приборов и средств автоматизации производится на основании технической документации, разрабатываемой проектными организациями, и проектов производства работ (ППР), которые, как правило, выполняются подразделениями подготовки производства работ монтажных организаций.

Основным документом, регламентирующим состав, порядок разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство новых, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий, зданий и сооружений отраслей народного хозяйства, является Инструкция СНиП 1.02.01—85 Госстроя СССР. В

соответствии с Инструкцией СНиП 1.02.01—85 проектирование предприятий и сооружений осуществляется:

- в одну стадию — рабочий проект со сводным сметным расчетом стоимости — для предприятий, зданий и сооружений, строительство которых будет осуществляться по типовым и повторно применяемым проектам, а также для технически несложных объектов;

- в две стадии — проект со сводным сметным расчетом стоимости и рабочая документация со сметами — для других объектов строительства, в том числе крупных и сложных.

Стадийность разработки проектно-сметной документации устанавливается заказчиком в задании на проектирование предприятия, здания и сооружения.

Состав, объем и содержание проектов автоматизации определяются «Временными указаниями по проектированию систем автоматизации технологических процессов» ВСН 281 — 75/Минприбор.

При этом следует учитывать, что в части стадий проектирования необходимо руководствоваться Инструкцией СНиП 1.02.01-85.

В настоящее время взамен ВСН 281 — 75/Минприбор разрабатываются государственные стандарты системы проектной документации для строительства (СПДС).

Система проектной документации для строительства является унифицированной системой правил выполнения проектной документации, дополняющей государственные стандарты «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД) с учетом специфики проектной документации для строительства.

Разработка принципиально-монтажных схем

Общие положения. Основным назначением принципиальных схем является отражение с достаточной полнотой и наглядностью взаимной связи между отдельными средствами автоматизации и вспомогательной арматурой, входящих в состав функциональных узлов систем автоматизации, с учетом последовательности их работы н принципа действия. Принципиальные схемы составляют на основании функциональных схем автоматизации, исходя из заданных алгоритмов функционирования отдельных узлов контроля, сигнализации, автоматического регулирования и управления и общих технических требований, предъявляемых к автоматизированному объекту. На принципиальных схемах в условном виде изображают приборы, аппараты, средства связи между элементами, блоками и модулями этих устройств, В общем случае принципиальные схемы содержат:

- условные обозначения принципа действия того или иного функционального узла системы автоматизации; поясняющие надписи; части отдельных элементов (приборов, средств автоматизации, электрических аппаратов) данной схемы, используемых в других схемах, а также элементы устройств из других схем;

- диаграммы переключений контактов многопозиционных устройств;

- перечень используемых в схеме приборов, средств автоматизации, аппаратуры;

- перечень чертежей, относящихся к данной схеме, общие пояснения и примечания.

Принципиальная схема — первый рабочий документ, на основании которого выполняют чертежи общих видов и монтажных схем, щитов, пультов, стативов и т. п. и схемы внешних соединений между щитами, пультами, стативами, с одной стороны, и приборами, исполнительными механизмами и т. д., с другой, и между собой.

Принципиальные схемы в зависимости от вида используемой в приборах и средствах автоматизации энергии могут подразделяться на электрические, пневматические, гидравлические

и комбинированные. В АСУ ТП разрабатывают следующие типы принципиальных схем: управления, автоматического регулирования, контроля, сигнализации и питания.

Условные графические обозначения элементов схем. Графические обозначения элементов схем устанавливаются группой стандартов «Обозначения условные графические в схемах»:

- ГОСТ 2.709 —72. Система маркировки цепей в электрических схемах.
- ГОСТ 2.710 — 81. Обозначения условные буквенно-цифровые, применяемые на электрических схемах (с учетом методики по внедрению этого стандарта).
- ГОСТ 2.721 — 74. Обозначения условные графические в схемах; Обозначения общего применения.
- ГОСТ 2.722 — 68. Обозначения условные графические в схемах. Машины электрические.
- ГОСТ 2.723 — 68. Обозначения условные графические в схемах. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители.
- ГОСТ 2.725 — 68. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутирующие (с учетом изменений, внесенных в данный стандарт другими стандартами).
- ГОСТ 2.727 — 68. Обозначения условные графические в схемах. Разрядники, предохранители.
- ГОСТ 2.728 — 74. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы.
- ГОСТ 2.729 — 68. Обозначения условные графические в схемах. Приборы эдектроизмерительные.
- ГОСТ 2.730 — 73. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые.
- ГОСТ 2.731—81. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электровакуумные.
- ГОСТ 2.732 — 68. Обозначения условные графические в схемах. Источники света.
- ГОСТ 2.733 — 68. Обозначения условные графические детекторов ионизирующих излучений в схемах (для случаев, когда эта аппаратура используется в схемах автоматизации технологических процессов).
- ГОСТ 2.734 — 68. Обозначения условные графические в схемах. Линии сверхвысокой частоты и их элементы (для случаев, когда эти элементы используются в схемах автоматизации технологических процессов).
- ГОСТ 2,736 —68. Обозначения условные графические в схемах. Элементы пьезоэлектрические и магнитострикционные. Линии задержки (для случаев, когда эти элементы используются в схемах автоматизации технологических процессов).
- ГОСТ 2.738 — 68. Обозначения условные графические в схемах. Элементы телефонной аппаратуры (для случаев, когда эта аппаратура используется в схемах автоматизации технологических процессов).
- ГОСТ 2.747 — 68. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений (с учетом изменений, внесенных в другие стандарты на условные графические обозначения, которые содержат размеры этих обозначений).

- ГОСТ 2.749 — 84. Обозначения условные графические в схемах. Элементы и устройства железнодорожной сигнализации, централизации и блокировки (для случаев, когда эта аппаратура используется в схемах автоматизации технологических процессов).
- ГОСТ 2.750 —68. Обозначения условные графические в схемах. Род тока и напряжения, виды соединений обмоток, формы импульсов.
- ГОСТ 2.751—73. Обозначения условные графические в схемах. Электрические связи, провода, кабели, шины.
- ГОСТ 2.752 — 71. Обозначения условные графические в схемах. Устройства телемеханики (для случаев, когда эти устройства используются в схемах автоматизации технологических процессов).
- ГОСТ 2.755 — 74. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.
- ГОСТ 2.756 — 76. Обозначения условные графические в схемах. Воспринимающая часть электромеханических устройств.

Маркировка цепей. Систему маркировки цепей сигнализации, автоматического управления и регулирования, контроля и защиты в электрических схемах определяют ГОСТ 2.709 — 72 или другие действующие в отраслях нормативно-технические документы.

Маркировка участков цепи служит для их опознания, а иногда и для отражения их функционального значения в электрических схемах. Для маркировки применяют цифровую систему, состоящую из ряда последовательных чисел. Участки цепей маркируют независимо от нумерации и условных обозначений зажимов приборов и аппаратов, к которым подходят концы маркируемого проводника. Например, на рис. 2, а в кружках написаны номера выводов (одинаковые у всех однотипных изделий), а над линиями, изображающими провода, присоединенные к выводам, написаны маркировки, в нашем примере 22, 225, 78, 65, 79, 148.

Участки цепей, разделенные контактами аппаратов, обмотками реле, электрических машин, трансформаторов, резисторами, конденсаторами и др., считаются разными участками и имеют разную маркировку.

Участки, сходящиеся в одном узле принципиальной схемы, а также проходящие через разъемные контактные соединения, маркируют одинаково. Например, на рис. 2 провод до предохранителя имеет маркировку А (фаза А), после предохранителя маркировка меняется, в нашем примере она же сохраняется до выключателя В25. После выключателя следует маркировка 81, а после вторичной обмотки трансформатора Тр1— 91 и т, д. Другие примеры даны на рис. 2, в, причем особое внимание следует обратить на маркировку 104. Она сохраняется от контакта реле РП2 до обмотки реле РП5 и резистора R7 несмотря на штепсельный разъем Ш.

В необходимых случаях маркировка цепей может содержать буквенную или цифровую приставку. Это может иметь место в том случае, если, например, в общем ряду зажимов встречаются проводники с одинаковой маркировкой, но относящиеся к разным схемам или устройствам.

Существует следующий порядок маркировки отдельных цепей принципиальных электрических схем в зависимости от рода тока.

При постоянном токе используют маркировку порядковую и цифровую. Нечетными цифрами маркируют участки цепей положительной полярности, а четными — отрицательной. Участки цепей, которые В процессе работы могут менять свою полярность (проводник, соединяющий две последовательно включенные обмотки, резисторы и т. п.), маркируют как четными, так и нечетными цифрами.

При переменном токе используют порядковую буквенно-цифровую или цифровую маркировку. Силовые цепи маркируют буквами, обозначающими фазы, и последовательными цифрами

(например, А, А1, А2, ..., В, В1, В2, ...). Маркировку участков цепей в однофазных схемах (фаза — нуль, фаза — фаза) выполняют четными и нечетными цифрами. К цифровой маркировке в этом случае, как правило, добавляют индекс фазы, однако в таких схемах, как схемы управления, регулирования, сигнализации и т. п., индекс фазы может быть опущен. Четные (нечетные) номера могут присваиваться участкам цепи любой фазы или нулю.

Маркировка участков цепей на принципиальных электрических схемах при горизонтальном расположении цепей проставляется над участком проводника (рис. 2, г), при вертикальном — слева от участка проводника (рис. 2, б и в). При горизонтальном расположении цепей в технически обоснованных случаях маркировка может проставляться под участком проводника. Примеры нанесения маркировок цепей в принципиальных электрических схемах показаны на рис. 2.

Условные буквенно-цифровые обозначения элементов схем. Каждый элемент схемы, устройство или функциональная группа элементов имеет условное обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ 2.710 — 81 «Обозначения условные буквенно-цифровые, применяемые на электрических схемах». Система условных буквенно-цифровых обозначений, предусматриваемая указанным стандартом, позволяет проводить в сокращенной форме запись сведений об элементах, устройствах, функциональных группах, показанных на схеме в графической форме, и делать ссылки на соответствующие объекты в перечнях элементов, пояснительной записке и т. п. Эти же буквенно-цифровые обозначения можно наносить непосредственно и на изделие, если это предусмотрено в его конструкции.

Для единообразия в позиционных обозначениях элементов ГОСТ 2.710 — 81 устанавливает деление элементов на виды с присвоением каждому виду буквенного кода.

Перечень элементов. Основные характеристики аппаратов схемы записывают в перечень, оформленный в виде таблицы и заполненный сверху вниз. В перечне аппаратуры указаны номера позиций по заказной спецификации, обозначения по электрической схеме, наименование, тип, число аппаратов, техническая характеристика и даны примечания.

В перечень элементов вписаны вся аппаратура и приборы данной схемы, а также электрооборудование, заимствованное из других проектов. При этом в примечании к перечню указывают, по проектам какой организации заказывается данное оборудование.

Рис. 3. Принципиальная электрическая схема управления электродвигателем задвижки без принудительного уплотнения при закрытии

Аппаратура и приборы в перечне объединены в группы в зависимости от мест установки. Аппараты и приборы, контакты которых обведены тонкими линиями, в перечень данной схемы не внесены, так как они учтены в перечнях соответствующих схем. Если схема выполнена на нескольких листах, то перечень элементов помещают на первом листе или на отдельном.