

ПРЕДИСЛОВИЕ

Структурные преобразования в экономике России, планируемые правительством в долгосрочной концепции, предусматривают до 2020 г. не только ее стабилизацию, но и существенное развитие, в первую очередь, за счет производства новых видов материалов, комплектующих изделий, высокопроизводительного специального технологического оборудования для выпуска конкурентноспособной продукции.

Реализация намеченных правительством программ возможна только при условии технического перевооружения предприятий, успешного проведения конверсии оборонно-промышленного комплекса, восстановления научно-технического и технологического паритетов России на мировом рынке достижений науки и техники. Все это позволит преодолеть кризисные явления и дополнительно в указанный период создать более 2500 тыс. новых рабочих мест.

В этих условиях большое значение приобретает выпуск технической литературы, освещающей основные вопросы монтажа, эксплуатации и ремонта современных электроустановок. В такой комплексности заключается основное отличие данной книги от других известных трудов в этой области, что расширяет круг ее возможных читателей.

В настоящем пособии обобщены нормативные материалы и практические рекомендации по прогрессивным технологиям электромонтажных работ, обслуживанию и ремонту основных видов электротехнических установок, используемых в схемах электроснабжения, силовом и осветительном электрооборудовании.

Материал книги поможет электромонтерам повысить квалификацию без отрыва от производства, а учащимся технических училищ и техникумов приобрести глубокие знания по широкому кругу технологических вопросов ведения монтажных работ, техническому обслуживанию и ремонту электрооборудования. Состав и объем сведений, сконцентрированный в данном пособии, соответствует требованиям подготовки электромонтеров по монтажу электрооборудования и сетей промышленных предприятий, а также программе слушателей электротехнических техникумов по специальности «Электрооборудование промышленных предприятий и установок».

Авторы

РАЗДЕЛ I. МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СЕТЕЙ

ГЛАВА I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

§ 1. РОЛЬ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ В РАЗВИТИИ РОССИИ

Важную роль в развитии отечественной электротехники сыграли труды русских ученых и изобретателей П.Н. Яблочкова, А.Н. Лодыгина, М.О. Доливо-Добровольского и др. Приоритет в создании и применении трехфазной системы переменного тока принадлежит М.О. Доливо-Добровольскому, который в 1891 г. осуществил передачу электрической энергии мощностью около 150 кВт при напряжении 15 кВ на расстоянии 175 км. Им же были созданы синхронный генератор, трехфазный трансформатор и асинхронный двигатель.

Электрификация является стержнем строительства экономики нашей страны. В 1920 г. Всероссийский съезд Советов утвердил Государственный план электрификации России (ГОЭЛРО), который предусматривал в течение 10—15 лет строительство тридцати новых районных электростанций, производящих до 8,8 млрд кВт · ч электроэнергии в год. Этот план был выполнен за 10 лет. С 1930 г. крупные городские районные тепловые электростанции (ГРЭС) стали постепенно объединять в энергетические системы, которые и в настоящее время остаются главными производителями электроэнергии для подавляющего большинства предприятий.

Принципом развития энергосистемы РФ является производство электроэнергии на крупных электростанциях, объединяемых в Единую энергосистему страны общей высоковольтной сетью 500—1150 кВ.

Единая энергетическая система России представляет собой уникальный электроэнергетический комплекс, объединяющий 65 энергосистем (всего их в стране 75) около 450 электростанций (из 700 по стране) с суммарной установленной мощностью примерно 194 млн кВт (из 216 млн кВт), а также более 2,2 млн км электрических сетей всех классов напряжения (из 2,5 млн км), в том числе около 400 тыс. км (из 440 тыс. км) линий электропередачи напряжением 110, 220, 330, 500, 750 и 1150 кВ, трансформаторные подстанции общей мощностью почти 470 млн кВА (из 530 млн кВА). В составе генерирующих мощностей тепловые электростанции (ТЭС) составляют примерно 70 %, доля гидроэлектростанций (ГЭС) — 20 % и атомных электростанций (АЭС) — около 10 %.

До 1960 г. мощность крупных генераторов тепловых электро-

станций (ТЭС) составляла 100 МВт. На одной электростанции устанавливали шесть — восемь генераторов. Поэтому мощность крупных ТЭС составляла 600—800 МВт. После освоения блоков 150—200 МВт мощность крупнейших электростанций повысилась до 1200 МВт, а после освоения блоков 300 МВт — до 2400 МВт.

В настоящее время вводят тепловые электростанции мощностью 6000 МВт с блоками 500—800 МВт.

Эффективность объединения энергосистем обусловлена экономией суммарной установленной мощности генераторов за счет совмещения максимумов нагрузки энергосистем, сдвинутых во времени в различных географических поясах; уменьшения необходимой мощности аварийного и ремонтного резерва в энергообъединении по сравнению с разрозненными системами; укрупнения электростанций и улучшения режима их работы благодаря взаимопомощи объединенных общей сетью энергосистем при отклонениях от плановых балансов выработки и потребления электроэнергии.

Получаемый эффект существенно превышает затраты на строительство и эксплуатацию межсистемных линий электропередачи. В 2030 г. производство электроэнергии в РФ приблизится к 1240 млрд кВт · ч., а в 2000 г. оно составило 879 млрд кВт · ч.

Из общего количества вырабатываемой в стране электроэнергии более 50% преобразуется в механическую энергию с помощью электропривода.

Электропривод является наиболее энергоемким потребителем электроэнергии, определяющим экономическую эффективность производственных процессов и темпы повышения производительности труда.

Основной технико-экономической тенденцией развития электропривода до 2030 г. является расширение областей применения электроприводов переменного тока. Отсутствие коллектора, присущего двигателям постоянного тока, снимает ограничения по мощности привода и позволяет повышать его перегрузочную способность. Реальными стали разработки регулируемых электроприводов практически неограниченной мощности. В настоящее время выполняют заказы на такие электроприводы мощностью до 100 МВт. Освоение производства силовых транзисторов обеспечивает возможность создания высокодинамичных глубокорегулируемых электроприводов для станкостроения и робототехники.

Увеличение электропотребления на душу населения все более остро ставит задачу необходимости создания принципиально новых эффективных методов потребления огромных количеств электроэнергии. Достижения физики твердого тела, улучшение характеристики магнитных металлов, исследование сверхпроводимости, достижения химии и т. д. позволят в ближайшие годы существенно изменить конструкции двигателей, преобразователей, высоко-

низковольтной аппаратуры, электронного оборудования и информационной техники.

Электротехнической промышленностью России освоена широкая номенклатура электрифицированных товаров народного потребления, в том числе кухонных процессоров, гладильных автоматов, микроволновых печей, многофункциональных пылесосов, посудомоечных и бельесушильных машин холодильников и др.

Электрификация прочно вошла во все сферы народного хозяйства. От ее успешного развития во многом зависят экономика страны и благополучие народа.

§ 2. НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНИКА

Нормативные документы устанавливают правила, обязательные при проектировании, инженерных изысканиях, выполнении строительных и монтажных работ при строительстве новых, реконструкции, расширении и техническом перевооружении действующих предприятий, зданий и сооружений, а также при производстве строительных конструкций, изделий и материалов. Соблюдение требований правил и норм обеспечивает технический уровень, качество, экономичность, надежность, долговечность и удобство в эксплуатации сооружений и способствует сокращению сроков строительства. Нарушение правил и норм может привести к поражению электрическим током людей, авариям, пожарам, взрывам.

Документация на строительство предприятий, зданий и сооружений разрабатывается в соответствии с требованиями СНиП 11-01—95 и СП 11-101—95.

Электромонтажники особенно хорошо должны знать и соблюдать правила организации и производства работ по монтажу и наладке электротехнических устройств СНиП 3.05.06—85 «Электротехнические устройства», правила устройства электроустановок (ПУЭ) 1998 г. издания.

Нормативные документы СН и ПУЭ являются общероссийскими. Они обязательны для исполнения всеми министерствами и ведомствами, а также организациями, учреждениями и предприятиями независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности.

Обозначение СНиП 3.05.06—85 расшифровывается так: СНиП — строительные нормы и правила; цифра 3— часть 3 СНиП «Организация, производство и приемка работ»; цифра 05— группа 5-й части 3 СНиП; цифра 06— порядковый номер данного документа в группе 5-й части 3 СНиП; цифры 85, последние цифры года утверждения документа — 1985.

При производстве работ электромонтажники должны также соблюдать требования ведомственных (отраслевых) строительных норм по монтажу отдельных видов электроустановок и требования, приведенные в технической документации предприятий — изготовителей электрооборудования.

Безопасность труда электромонтажника во многом зависит от соблюдения им требований, изложенных в «Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок» и ГОСТ 12.3.032—84 «Работы электромонтажные. Общие требования безопасности». В данном случае 12— шифр системы стандартов безопасности труда (ССБТ); 3— шифр подсистемы; 032— порядковый номер в подсистеме; 84— год утверждения стандарта.

§ 3. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ И ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с помещениями и сооружениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, трансформации, передачи, распределения электроэнергии или преобразования ее в другой вид энергии, называют *электроустановкой*.

По условиям электробезопасности электроустановки в соответствии с ПУЭ разделяют на электроустановки напряжением до 1 и выше 1 кВ.

Электропомещениями называют помещения или ограждаемые, например, сетками части помещений, доступные только для обслуживающего персонала, в которых эксплуатируемое оборудование установлено для производства, преобразования или распределения электроэнергии.

Все помещения в зависимости от условий окружающей среды, проводимости полов, а также размещения электрооборудования и соединенных с землей металлических конструкций делят по степени опасности поражения током на три класса: с повышенной опасностью, особо опасные и без повышенной опасности.

При определении класса помещения в зависимости от наличия признака опасности в нем следует руководствоваться указаниями, приведенными в табл. 1 и 2.

Выпускаемые электротехнической промышленностью России изделия и оборудование, согласно требованиям системы стандартов безопасности труда (ССБТ), относят к различным классам по способу защиты человека от поражения электрическим током и различным степеням защиты от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями и от попадания внутрь оболочки посторонних твердых тел и воды. Характеристики изделий, степеней защиты и их условные обозначения, нанесенные на таблички с паспортными данными, приведены в табл. 3—5:

Т а б л и ц а 1. Классификация помещений по степени опасности поражения людей электрическим током

Класс	Характеристика
С повышенной опасностью	Характеризуются наличием в помещениях одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырости; токопроводящей пыли; токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т.д.); высокой температуры; возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединения с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам, с одной стороны, и металлическим корпусам электрооборудования, — с другой
Особо опасные	Характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости; химически активной среды; одновременно двух или более условий повышенной опасности
Без повышенной опасности	Характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность

Т а б л и ц а 2. Классификация помещений по характеру окружающей среды

Класс	Характеристика (признаки)
Нормальное	Сухое помещение, в котором отсутствуют признаки, свойственные жарким, пыльным помещениям и помещениям с химически активной средой
Сухое	Относительная влажность воздуха в помещении не превышает 60 %
Влажное	Пары или конденсирующаяся влага выделяются в помещении временно и в небольших количествах; относительная влажность воздуха в нем более 60, но не более 75 %
Сырое	Относительная влажность воздуха в помещении длительное время превышает 75 %
Особо сырое	То же, около 100 % (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой)
Жаркое	Температура воздуха в помещении длительное время превышает 30°С
Пыльное	По условиям производства технологическая пыль в помещении выделяется в таком количестве, что может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т.д. Пыльные помещения подразделяются на помещения с проводящей и непроводящей пылью
С химически активной средой	По условиям производства в помещении содержатся (постоянно или длительно) пары или образуются отложения, разрушающе действующие на изоляцию и токоведущие части электрооборудования

Т а б л и ц а 3. Классы электротехнических изделий по способу защиты человека от поражения электрическим током

№ п/п	Класс	Характеристика
1	0	Изделия, имеющие, по крайней мере, рабочую изоляцию и не имеющие элементов для заземления, если эти изделия не отнесены к классам II и III
2	0, I	Изделия, имеющие, по крайней мере, рабочую изоляцию, элементы для заземления и провод без заземляющей жилы для присоединения к источнику питания
3	I	Изделия, имеющие, по крайней мере, рабочую изоляцию и элемент заземления
4	II	Изделия, имеющие двойную или усиленную изоляцию и не имеющие элементов для заземления
5	III	Изделия, не имеющие ни внутренних, ни внешних электрических цепей с напряжением свыше 42 В**

* В случае, если изделие класса I имеет провод для присоединения к источнику питания, этот провод должен иметь заземляющую жилу и вилку с заземляющим контактом.

** Изделия, получающие питание от внешнего источника, могут быть отнесены к Классу III в том случае, если они предназначены для присоединения непосредственно к источнику питания напряжением не выше 42 В. При использовании в качестве источника питания трансформатора или преобразователя его входная и выходная обмотки не должны быть электрически связаны; между ними должна быть двойная или усиленная изоляция.

Т а б л и ц а 4. Характеристика степеней защиты персонала и электрооборудования

Условное обозначение	Степень защиты	
	Персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями оборудования от попадания внутрь оболочки посторонних твердых тел	Оборудования от проникновения воды внутрь оболочки
0	Защита отсутствует	Защита отсутствует
I	Защита от случайного соприкосновения большого участка поверхности тела человека с токоведущими или движущимися частями внутри оболочки. Отсутствует защита от преднамеренного доступа к этим частям. Защита оборудования от попадания посторонних крупных твердых тел диаметром не менее 50,0 мм	Защита от капель сконденсировавшейся воды. Капли сконденсировавшейся воды, вертикально падающие на оболочку, не должны оказывать воздействия на оборудование, помещенное в оболочку

Условное обозначение	Степень защиты	
2	Защита от возможности соприкосновения пальцев с токоведущими или движущимися внутри оболочки частями. Защита оборудования от попадания посторонних твердых тел диаметром не менее 12,0 мм	Защита от капель воды. Капли воды, падающие на оболочку, наклоненную под углом не более 15° к вертикали, не должны оказывать воздействия на оборудование, помещенное в оболочку
3	Защита от соприкосновения инструмента, проволоки или других подобных предметов, толщина которых превышает 2,5 мм, с токоведущими или движущимися частями внутри оболочки. Защита оборудования от попадания посторонних тел диаметром не менее 2,5 мм	Защита от дождя. Дождь, падающий на оболочку, наклоненную под углом не более 60° к вертикали, не должен воздействовать на оборудование, помещенное в оболочку
4	То же, толщина которых превышает 1 мм, с токоведущими частями внутри оболочки. Защита оборудования от попадания посторонних мелких твердых тел толщиной не менее 1 мм	Защита от брызг. Брызги воды любого направления, попадающие на оболочку, не должны воздействовать на оборудование, помещенное в оболочку
5	Полная защита персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями, находящимися внутри оболочки. Защита оборудования от вредных отложений пыли	Защита от воздушных струй. Вода, выбрасываемая через наконечник на оболочку в любом направлении при условиях, указанных в стандартах или ТУ на отдельные виды электрооборудования, не должна оказывать воздействие на оборудование, помещенное в оболочку
6	То же, полная защита оборудования от попадания пыли	Защита от воздействий, характерных для палубы корабля (включая оборудование). При захлестывании морской волной не должна попадать в оболочку при условиях, указанных в стандартах или ТУ на отдельные виды электрооборудования
7	—	Защита при погружении в воду. Вода не должна проникать в оболочку при давлении в течение времени, указанного в стандартах или ТУ на отдельные виды электрооборудования
8	—	Защита при неограниченно длительном погружении в воду при давлении, указанном в стандарте или ТУ на отдельные виды электрооборудования. Вода не должна проникать внутрь оболочки

Требования, указанные в табл. 4, не распространяются на оболочки электрического оборудования, работающего во взрывоопасной среде, тропиках, а также на оболочки электробытовых приборов, провода, кабели и другие монтажные материалы, не относящиеся к оборудованию.

Т а б л и ц а 5. Условные обозначения степеней защиты оболочек электрического оборудования напряжением до 1 кВ

Степень защиты от проникновения воды внутрь оболочки	Степень защиты от соприкосновения с движущимися частицами и попадания посторонних тел						
	0	1	2	3	4	5	6
0	IP 00	IP 10	IP 20	IP 30	IP 40	IP 50	IP 60
1	IP 01	IP 11	IP 21	IP 31	IP 41	IP 51	—
2	—	IP 12	IP 22	IP 32	IP 42	—	—
3	—	IP 13	IP 23	IP 33	IP 43	—	—
4	—	—	—	IP 34	IP 44	IP 54	—
5	—	—	—	—	—	IP 55	IP 65
6	—	—	—	—	—	IP 56	IP 66
7	—	—	—	—	—	—	IP 67
8	—	—	—	—	—	—	IP 68

* Условное обозначение степени защиты следующее: IP (International Protection); цифры — степень защиты персонала от соприкосновения с движущимися частями оборудования и от попадания внутрь оболочки твердых посторонних тел; 1—8— степень защиты оборудования от проникновения внутрь оболочки воды (см. табл. 4).

Например, условное обозначение IP23 расшифровывается так: оболочка электрического оборудования, предохраняющая персонал от возможности прикосновения пальцами к токоведущим или движущимся частям оборудования, предохраняющая оборудование от попадания твердых тел диаметром не менее 12,0 мм и от дождя, падающего на оболочку под углом не более 60° к вертикали.

Если для изделия нет необходимости в одном из видов защиты, в условном обозначении допускается проставлять знак X вместо обозначения того вида защиты, который в данном изделии не требуется или испытание которого не производится, например, IPX2.

Условные обозначения степеней защиты наносят на оболочку изделия, или на табличку с паспортными данными, или в местах, указанных в стандартах или ТУ на отдельные виды электрооборудования. Если изделие состоит из электрооборудования, заключенного в различные оболочки, условные обозначения степеней защиты должны быть нанесены на каждую из них.

§ 4. РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНИКА

Работы по строительству зданий и сооружений, монтажу технологического, санитарно-технического, электротехнического оборудования, автоматике и слаботочным устройствам выполняют в соответствии со специально разрабатываемой на каждый объект проектно-сметной документацией. При строительстве промышленных объектов рабочие чертежи должны содержать комплекты архитектурно-строительной, санитарно-технической, электротехнической и технологической документации.

При электромонтажных работах используют рабочие чертежи электротехнической части проекта, включающие техническую документацию на внешние и внутренние электрические сети, подстанции и другие устройства электроснабжения, силового и осветительного электрооборудования. Как правило, при разработке рабочих чертежей электротехнической части проекта предусматривается электромонтаж, основанный на комплектно-блочном методе с установкой электрооборудования укрупненными узлами. При этом методе не нужно при установке выполнять операции правки, сверления, регулировки, резки и др. Поэтому, принимая рабочую документацию, нужно обращать внимание на учет в ней требований индустриализации монтажных работ, а также механизации работ по прокладке кабелей, такелажу узлов и блоков электрооборудования и их установке.

При разработке проектной документации учитывают требования технологии электромонтажного производства организации, которая будет вести монтаж. В монтажной зоне (непосредственно на месте установки оборудования и прокладки электросетей в цехах, зданиях) монтажные работы заключаются в установке крупных блоков электротехнических устройств, сборке узлов и прокладке сетей. Поэтому рабочие чертежи комплектуют по их назначению: для заготовительных работ, т.е. для заказа блоков и узлов на предприятиях-изготовителях или в *мастерских электромонтажных заготовок* (МЭЗ), и для монтажа электротехнических устройств в *монтажной зоне*.

Дыропробивные работы в процессе монтажа должны быть сведены проектом к минимуму. Проемы, ниши, отверстия для электромонтажа необходимо учитывать в чертежах архитектурно-строительной части проекта. Каналы или трубы для прокладки проводов, ниши, гнезда с закладными деталями для установки распределительных шкафов, штепсельных розеток, выключателей, звонков и звонковых кнопок следует предусматривать в рабочих чертежах строительных конструкций (железобетонных, гипсобетонных, керамзитобетонных панелях перекрытия, стеновых панелях и

перегородках, железобетонных колоннах и ригелях заводского изготовления).

Места установки электрооборудования и трассы прокладки электрических сетей должны быть увязаны с местами установки технологического и сантехнического оборудования и трассами других инженерных сетей. Монтаж внецеховых кабельных и воздушных линий осуществляют по чертежам прокладки указанных трасс линий с привязкой их к координатным сеткам здания и сооружения. Как правило, опоры ВЛ, их фундаменты, пересечения кабельных линий и кабельных сооружений выполняют по типовым чертежам.

Для монтажа силового электрооборудования разрабатывают поэтажные планы здания и цехов с указанием и координацией на них трасс прокладки питающих и распределительных силовых сетей и размещения шинопроводов, силовых питающих пунктов и шкафов, электроприемников и пускорегулирующих аппаратов, для монтажа электрического освещения — с указанием и координацией на них питающих и групповых сетей, светильников, осветительных пунктов и щитков.

При необходимости разрабатывают чертежи разрезов, узлов силовых и осветительных сетей и оборудования. Для производственных помещений со сложными коммуникациями при открытой или скрытой прокладке больших потоков труб для электропроводок разрабатывают план разводки труб с маркировкой, привязкой и отметкой их выходов, а также мест заложения по трассе.

Чертежи машинных залов и распределительных устройств, подстанций содержат план и разрезы объекта с указанием размещения узлов и блоков электрооборудования, прокладки сетей заземления, принципиальные и монтажные схемы главных и вторичных цепей, кабельные журналы.

Электромонтажное подразделение получает от заказчика проектную документацию и заказывает изготовление блоков и узлов электроустановок на предприятиях-изготовителях и на базах монтажных организаций.

На рабочих чертежах, передаваемых монтажной организации, ставят штамп или надпись: «Разрешен к производству» за подписью ответственного представителя заказчика. Заказчик передает монтажной организации также схемы и инструкции по монтажу, поступающие от предприятий-изготовителей оборудования.

Электромонтажные работы выполняют в соответствии с *проектом производства работ (ППР)*, включающем в себя:

проверку технологичности устанавливаемых в проектное положение электромонтажных и электротехнических конструкций;

отбор существующих приспособлений и устройств для безопасного выполнения работ.

Технологичность конструкций монтируемых элементов рассматривают с точки зрения удобств, безопасности их монтажа и возможностей применения необходимых средств механизации.

Далее выбирают грузоподъемные краны и другие машины для работы монтажников, определяют места их размещения и схемы движения на строительной площадке. В зоне работы машин определяют места установки знаков безопасности и предупредительных надписей.

Во избежание падения работающих монтажников с высоты в проекте производства работ предусматривают: максимально возможное сокращение объемов верхолазных работ за счет конвейерной или укрупненной сборки конструкции и крупноблочного монтажа; устройство постоянных ограждающих конструкций (ограждений, лестничных маршей и балконов); применение надежных временных ограждающих устройств, удовлетворяющих требованиям техники безопасности, определяют работы, которые могут быть выполнены на земле.

§ 5. БУКВЕННЫЕ И ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМАХ

Схемой электрической цепи называют ее графическое изображение с условными обозначениями элементов и их соединений.

В соответствии с ГОСТ 2.701—68 «Схемы виды и типы. Общие требования к выполнению» шифры схем (входящих в состав ЕСКД) состоят из буквы, определяющей виды схемы, и цифры, обозначающей тип схемы.

Электрическую схему обозначают буквой Э, а тип ее — цифрами:

1 — структурная; 2 — функциональная; 3 — принципиальная; 4 — соединений (монтажная); 5 — подключения; 6 — общая; 7 — расположения.

Структурная схема представляет основные функциональные части установки, их назначение и взаимосвязь с помощью простых геометрических фигур (прямоугольников) и линий (рис. 1.1). Графическое построение и компоновка схемы должны обеспечить наиболее наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в установке. Схему используют для общего ознакомления с установкой.

Функциональная схема разъясняет процессы, происходящие в отдельных функциональных частях или во всей установке. Функциональные части и связи между ними представляют,

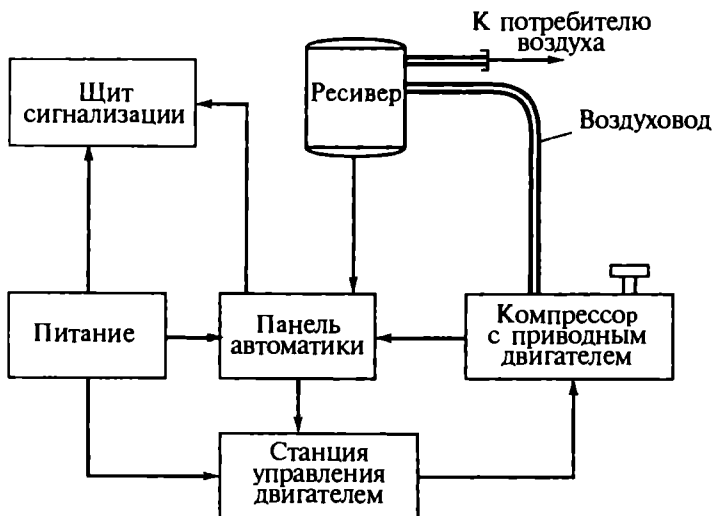


Рис. 1.1. Структурная схема электрооборудования компрессорной станции

как правило, в виде условных графических обозначений, причем отдельные устройства и функциональные группы могут изображаться в виде квадратов и прямоугольников (рис. 1.2). На схеме помещают надписи, диаграммы, или таблицы, поясняющие последовательности процессов во времени, а также указывают параметры в характерных точках: величины токов, напряжений, формы и амплитуды импульсов. Функциональные схемы используют для изучения принципов работы установки, а также при наладке, регулировке, контроле и ремонте.

Принципиальная электрическая схема определяет полный состав элементов и связи между ними, дает подробную информацию о принципе работы установки (рис. 1.3).

Размеры условных графических обозначений табл. 6 на принципиальных электрических схемах определяет ГОСТ 2.747—68.

Правила выполнения электрических схем даются в ГОСТ 2.702—75, а гидравлических и пневматических соответственно в ГОСТ 2.703—68 и 2.704—68.

Нестандартные условные обозначения на чертеже схемы должны быть пояснены.

При изображении на схеме различных функциональных групп (силовые цепи и цепи управления, цепи первичной и вторичной коммутации) их вычерчивают линиями различной толщины. При

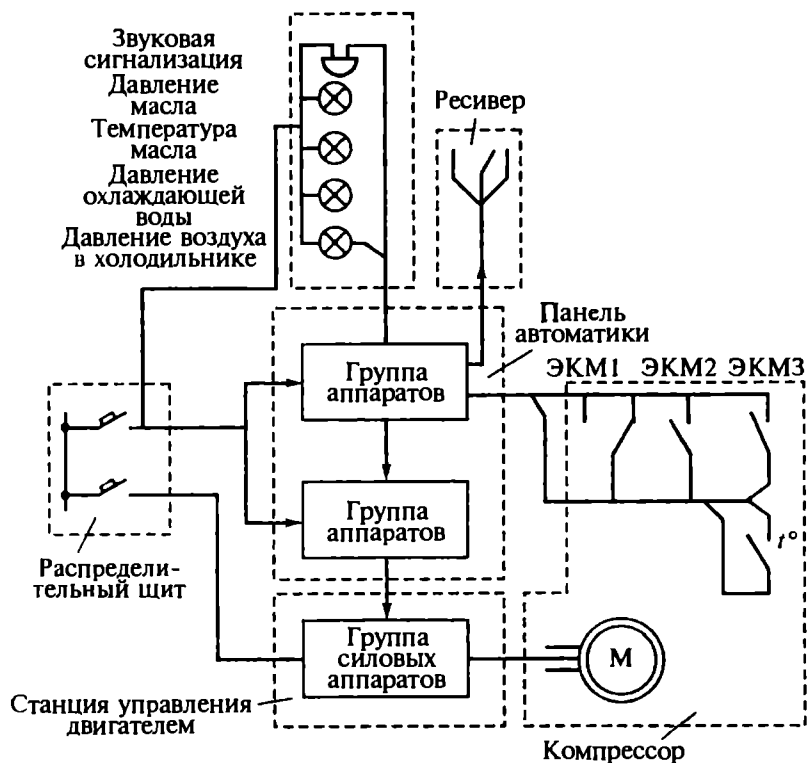


Рис. 1.2. Функциональная схема

выделении цепей можно применять линии толщиной до 1 мм. Все элементы, включенные в одну цепь, вычерчивают линией одной толщины.

Условные обозначения в принципиальных элементных схемах защиты и управления (табл. 7) обычно вычерчивают для отключенного положения, т. е. без напряжения на катушках аппаратов и в цепях управления, и без механических воздействий на аппараты (начальное положение схемы).

Для полного понимания работы схемы допускается в нее вносить позиционное обозначение. Цифровое позиционное обозначение вписывают в окружность и проставляют на схеме рядом с условными обозначениями элементов.

Порядковые номера присваивают в соответствии с последовательностью расположения элементов на схеме, считая, как правило, сверху вниз в направлении слева направо.

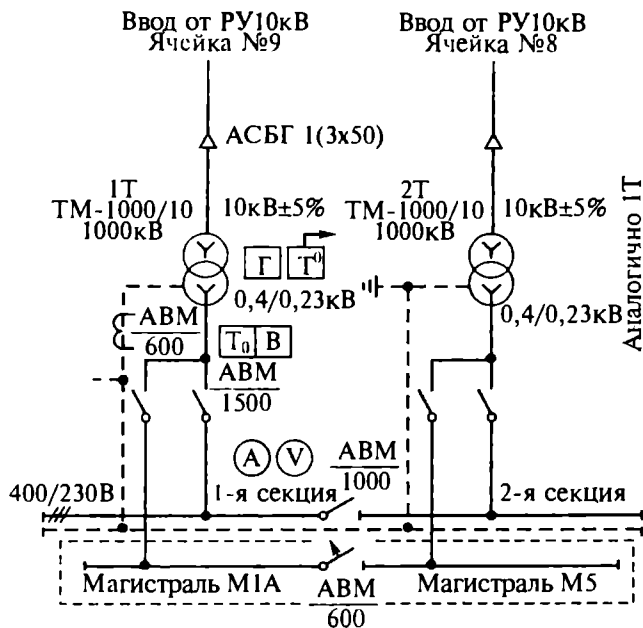


Рис. 1.3. Принципиальная схема внутрицеховой подстанции

Каждый элемент, изображенный на схеме, должен иметь буквенно-цифровое позиционное обозначение, составленное из буквенного обозначения и порядкового номера.

Буквенное обозначение представляет собой сокращенное наименование элемента, составленное из его начальных или характерных букв, например: трансформатор — Тр; разрядник — Рр.





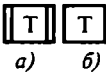
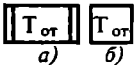


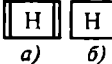




Буквенные позиционные обозначения некоторых элементов приведены на рис. 1.4.

Данные о всех элементах, отображенных на принципиальной схеме, записывают в перечень элементов в виде табл. 8, помещаемой на первом листе схемы или отдельно на формате 11 как самостоятельный конструкторский документ.

Принципиальные схемы используют для изучения принципа работы электрооборудования, при наладке, контроле и ремонте, а также при разработке схем соединений и монтажных чертежей.

Схема соединений показывает соединения составных частей электроустановки и определяет провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляют эти соединения, а также места их присоединения и ввода (зажимы, разъемы и т. п.).

Т а б л и ц а 6. Графические обозначения устройств защиты и автоматики

№ п/п	Наименование	Обозначение
1	Комплект защиты с реле прямого действия Общее обозначение	
2	Комплект защиты с реле косвенного действия. Общее обозначение	
3	Комплект защиты, действующий на сигнал (с реле косвенного действия). Общее обозначение	
4	Комплект защиты, имеющий орган избирательности. Общее обозначение	
5	Защита максимальная токовая без выдержки времени: а) с реле прямого действия; б) с реле косвенного действия	
6	Токовая отсечка без выдержки времени: а) с реле прямого действия; б) с реле косвенного действия	
7	Защита максимальная токовая нулевой последовательности без выдержки времени	
8	Токовая отсечка нулевой последовательности без выдержки времени	
9	Защита минимального напряжения без выдержки времени: а) с реле прямого действия; б) с реле косвенного действия	
10	Защита газовая	
11	Защита от повышения температуры масла с действием на сигнал	
12	Защита максимальная токовая с выдержкой времени: а) с реле прямого действия; б) с реле косвенного действия	
13	Защита максимальная токовая с выдержкой времени, действующая на сигнал	

Т а б л и ц а 7. Условные графические обозначения в электрических схемах

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Машина электрическая (общее обозначение)		Камера выкатного типа с масляным выключателем	
Генератор трехфазный (общее обозначение)			
Двигатель трехфазный (общее обозначение)		Камера стационарная с масляным выключателем	
Машина асинхронная с фазным ротором			
Машина асинхронная с короткозамкнутым ротором		Разрядник. Общее обозначение	
Машина синхронная		Конденсаторная батарея. Общее обозначение	
Трансформатор трехфазный с регулированием под нагрузкой с выведенной нулевой точкой		Реле. Общее обозначение	
		Диод полупроводниковый	
Трансформатор тока		Обмотка теплового реле	
Разъединитель		Обмотка реле напряжения	
Выключатель нагрузки		Обмотка реле токовая	
Автоматический выключатель		Обмотка магнитного пускателя или контактора. Общее обозначение	
Короткозамыкатель		Предохранитель плавкий. Общее обозначение	
Отделитель		Контакты реле	

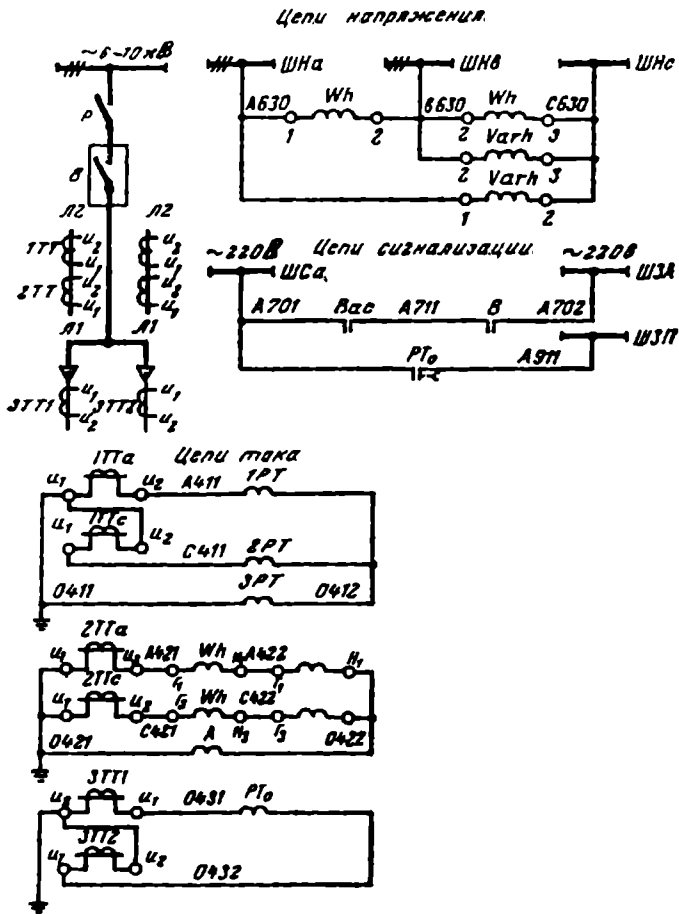


Рис. 1.4. Принципиальная схема управления и защиты присоединения 6—10 кВ

Расположение условных графических обозначений элементов на схеме должно по возможности отражать их действительное расположение.

Элементы, входящие в состав изделия, на схеме изображают в виде условных графических обозначений, а устройства в виде прямоугольников или внешних очертаний.

На схеме около условных графических обозначений элементов указывают обозначения, присвоенные им на принципиальной схеме.

Т а б л и ц а 8. Перечень электрооборудования к схеме рис. 1.4.

Обозначение	Наименование	Тип	Технические данные	Количество
PT ₀	Реле тока	РС		1
Varh	Счетчик	СРЧУ	Реактивной энергии	1
Wh	Счетчик	САЗУ	Активной энергии	1
A	Амперметр	ЭЗО	Шкала	1
3ТТ, 2ТТ	Трансформатор тока		100/5	2
1ТТ, 2ТТ	Трансформатор тока		100/5	2
P	Разъединитель			1
3РТ	Реле тока	РТВ	С зависимой характеристикой 5—15 А 1—5	1
1РТ, 2РТ	Реле тока	РТМ	Мгновенное 5—15 А	2
Вас	Контакт аварийной сигнализации	КСА-2	2РЩ	1
В	Блок-контакт выключателя	КСА-8	4 Н. О., 4Н. З.	1
В	Выключатель			1

Около условных графических обозначений допускается указывать номинальные величины основных параметров (сопротивление, емкость и т. п.) или тип элемента.

Для упрощения изображения можно вычерчивать отдельные провода, идущие на схеме в одном направлении в виде общей линии. При подходе к контактам каждый провод изображают отдельной линией (рис. 1.5).

Схему соединений можно выполнять по адресной системе (рис. 1.6). Адреса помещают у одной и другой клемм.

Данные о проводах и кабелях на схеме соединений указывают непосредственно около изображений соединений. При применении условных обозначений кабелей и проводов, на поле схемы помещают их расшифровку.

При большом количестве электрических соединений данные о проводах и кабелях, а также адреса их присоединений сводят в табл. 9

Т а б л и ц а 9

Номер провода	Откуда идет			Куда поступает			Данные провода	Примечания
	Устройство	Элемент	Контакт	Устройство	Элемент	Контакт		

Схемы соединений используют при монтаже, наладке, контроле, ремонте и эксплуатации.

На схемах подключений показывают полный объем и характеристики электрических и трубных проводок, прокладываемых вне

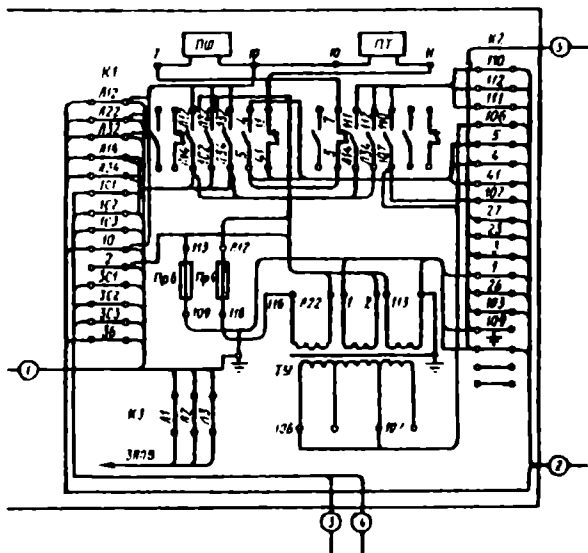


Рис. 1.5. Монтажная схема с указанием направлений прокладки проводов

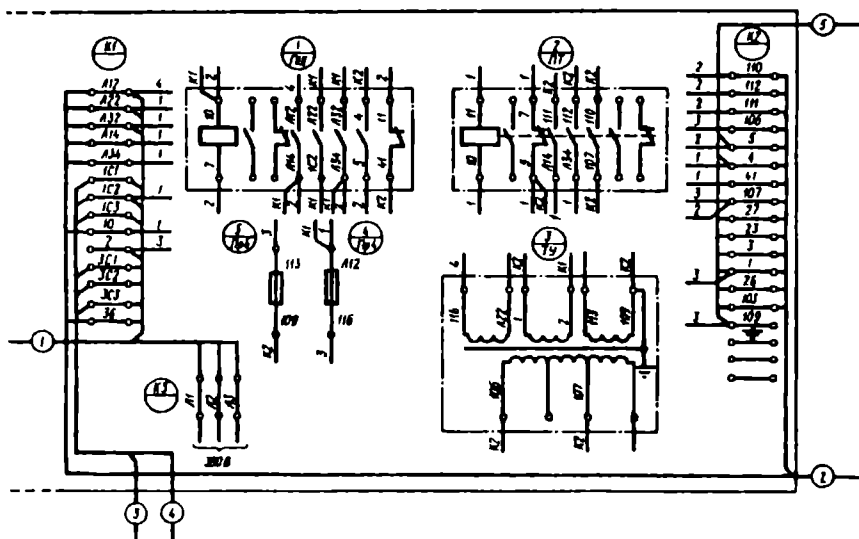


Рис. 1.6. Схема соединений, выполненная по адресной системе

щитов, шкафов и пультов (рис. 1.7). В условных обозначениях изображают устанавливаемые вне шкафов приводы, исполнительные механизмы, сенсорные устройства (датчики), источники снабжения воздухом, электроэнергией, маслом и пр., соединительные и проходные коробки, к которым подводят трубы, кабели или провода. На каждый элемент дают ссылки на позицию по принципиальной схеме.

Электрооборудование и проводки на планах обозначаются по ГОСТ 2.754—72.

В зависимости от насыщенности оборудованием и от величины объекта планы изображают в различных масштабах. Возможно совмещение планов силовой и осветительной сетей.

При разработке схем — необходимо прежде всего знать проектируемый объект (конструкцию, технологическое оборудование, характеристику помещений). Это позволяет правильно расставить электрооборудование, расположить трассы сетей и уточнить способ их прокладки.

Строительную часть здания и оборудование на планах показывают тонкими линиями.

Сети (силовые и осветительные) при вычерчивании должны выделяться на плане.

Сеть, идущую в трубах в полу, показывают по кратчайшим расстояниям.

Трассу линий показывают с указанием способа прокладки, над линией (или на выноске) силовой сети пишется марка кабеля (провода) и род прокладки.

В соответствии с ГОСТ 2.754—72 прокладки проводов и кабелей обозначают:

в металлических трубах	— Т
в пластмассовых	— П
в металлорукавах	— Мр
на изоляторах	— И
на клицах	— К
на тросе	— Тс

На планах освещения для каждого помещения указывают: нормируемую освещенность (200 лк), мощность ламп светильника записывают в числителе, высоту подвеса светильника над полом — в знаменателе, например

$$\text{ЛДОР} \frac{2 \times 80}{4,5}.$$

У каждого, указанного на плане электроприемника (ЭП) ставят цифровое обозначение. В числителе указывают номер ЭП, а в знаменателе — номинальную мощность.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru