

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

**Новозыбковский сельскохозяйственный техникум - филиал
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Брянский государственный аграрный университет»**



**Учебное пособие
по практическому обучению для специальности
35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства**

Новозыбков, 2020

УДК 621.3 (07)
ББК 31.2
У 91

Учебное пособие по практическому обучению для специальности 35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства/ сост. В. В. Иванов, М. А. Майстренко, А. В. Непша. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. – 95 с.

Учебное пособие по практическому обучению для специальности 35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства предназначено для студентов, изучающих профессиональные модули и междисциплинарные курсы: ПМ.01 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования (в т.ч. электроосвещения), автоматизация сельскохозяйственных предприятий; МДК.01.01. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования сельскохозяйственных предприятий; МДК.01.02. Системы автоматизации сельскохозяйственных предприятий; ПМ.02 Обеспечение электроснабжения сельскохозяйственных предприятий; МДК.02.01. Монтаж воздушных линий электропередач и трансформаторных подстанций; МДК.02.02. Эксплуатация систем электроснабжения сельскохозяйственных предприятий; ПМ.03 Техническое обслуживание, диагностирование неисправностей и ремонт электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники; МДК.03.01. Эксплуатация и ремонт электротехнических изделий; МДК.03.02. Техническое обслуживание и ремонт автоматизированных систем сельскохозяйственной техники; ПМ.04 Управление работами по обеспечению работоспособности электрического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники; МДК.04.01. Управление структурным подразделением организации (предприятия); ПМ.05 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих.

Учебное пособие составлен в соответствии с рабочими программами учебных и производственных практик по ПМ.01: УП.01., ПП.01., ПМ.02: УП.02., ПП.02., ПМ.03: УП.03., ПП.03., ПМ.04: УП.04., ПП.04. ПМ.05: УП.05., ПП.05. Теоретические вопросы подготовки по ПМ.05: УП.05., ПП.05. изучаются на основании изложенного учебного материала для подготовки по ПМ.01., ПМ.02., ПМ.03., ПМ.04. Помимо теоретического материала, в нем содержится список литературы для подготовки к занятиям.

Рекомендовано к изданию методическим советом Новозыбковского филиала Брянского ГАУ от 15 мая 2020 года, протокол №6.

© Брянский ГАУ, 2020
© Иванов В.В., 2020
© Майстренко М.А., 2020
© Непша А.В. 2020

СОДЕРЖАНИЕ

	Лист
УП.01 (сварочная практика).	5
Тема 1. Организация рабочего места сварщика.	5
Тема 2. Виды сварки переменным током.	5
Тема 3. Виды сварки постоянным током.	7
Тема 4. Способы сварки.	7
Тема 5. Механизированные способы сварки.	8
УП.01 (токарная практика).	9
Тема 1. Организация рабочего места токаря.	9
Тема 2. Общие вопросы практического обучения.	10
Тема 3. Измерительные и проверочные инструменты.	11
Тема 4. Режущие инструменты.	17
Тема 5. Комплексные токарные работы.	18
УП.01 (слесарная практика).	19
Тема 1. Организация рабочего места слесаря.	19
Тема 2. Виды правки и рихтовки металла.	19
Тема 3. Виды рубки и резки металла.	20
Тема 4. Виды работ по шлифованию и распиливанию металлических заготовок.	20
Тема 5. Виды работ сверлению, зенкерованию и зенкованию, развёртыванию отверстий.	21
Тема 6. Виды работ по нарезанию резьбы.	22
Тема 7. Виды работ по клепанию и склеиванию деталей.	22
Тема 8. Виды работ по пайке деталей.	23
Тема 9. Виды работ по ручной обработке древесины.	24
Тема 10. Виды комплексных слесарных работ.	24
УП.01 (электромонтажная практика).	25
Тема 1. Организация рабочего места электромонтера.	25
Тема 2. Виды монтажа внутренней проводки.	25
Тема 3. Виды соединений проводов и кабелей.	28
Тема 4. Автоматические системы управления.	29
Тема 5. Виды схем пуска двигателей.	30
Тема 6. Монтаж электродвигателей.	32
Тема 7. Подключение силового трансформатора.	33
Тема 8. Проведение пайки электротехнических изделий.	34
Тема 9. Виды монтажа, сборки и проверки работы микросхем и других радиодеталей.	35
Тема 10. Технология монтаж осветительных установок.	37
Учебная практика УП.02.	40
Тема 1. Монтаж внутренних электрических проводок.	40
Тема 2. Монтаж воздушных и кабельных линий.	42
Тема 3. Эксплуатация электродвигателей.	46
Тема 4. Эксплуатация воздушных линий ВЛ-0,4 кВ и кабельных линий.	48
Тема 5. Производственные ситуации, возникающие при обслуживании электрооборудования животноводческих ферм.	50
Учебная практика УП.03.	53
Тема 1. Схемы светильников с люминесцентными лампами.	53
Тема 2. Техническое обслуживание светильников.	55
Тема 3. Техническое обслуживание осветительных щитков	56
Тема 4. Техническое обслуживание щита уличного освещения.	57
Тема 5. Техническое обслуживание кодowego электрооборудования.	58
Тема 6. Силовые кабели и провода.	59

Тема 7. Силовые распределительные устройства.	59
Тема 8. Рубильники.	60
Тема 9. Техническое обслуживание переключателей типа ПУ.	61
Тема 10. Техническое обслуживание изоляторов.	62
Тема 11. Разборка учебного трансформатора.	62
Тема 12. Ознакомление с конструкцией трехфазных трансформатора.	64
Тема 13. Изучение синхронного генератора.	64
Тема 14. Изучение асинхронного электродвигателя.	65
Тема 15. Разборка асинхронного электродвигателя.	65
Тема 16. Однофазные электрические счетчики.	67
Тема 17. Техническое обслуживание этажных щитков.	68
Тема 18. Трёхфазные электрические счётчики.	69
Тема 19. Техническое обслуживание трёхфазных электросчётчиков.	70
Тема 20. Техническое обслуживание пускозащитной аппаратуры.	70
Тема 21. Техническое обслуживание пускорегулирующей аппаратуры.	71
Тема 22. Техническое обслуживание пусковой аппаратуры.	71
Тема 23. Техническое обслуживание переключателей.	73
Тема 24. Техническое обслуживание магнитных пускателей.	74
Тема 25. Техническое обслуживание защитной аппаратуры.	75
Учебная практика УП.04.	76
Тема 1 Составление локальной сметы на строительство и монтаж воздушной линии 0,4 кВ (ВЛ) и потребительской подстанции 10/0,4 кВ (ТП).	76
Тема 2 Составление сметного расчёта стоимости строительства воздушной линии 0,4кВ.	78
Тема 3 Расчет годового объёма обслуживания и ремонта в условных единицах и человеко-часах.	79
Тема 4 Оформление наряда на выполнение электромонтажных работ и расчет зарплаты членам бригады по наряду на сделанную работу.	82
Тема 5 Расчёт заработной платы членам бригады с учётом КТУ.	85
Тема 6 Расчёт индивидуальной нормы потребления электроэнергии в животноводстве.	87
Тема 7 Определение годового потребления электроэнергии в животноводстве.	88
Тема 8 Расчёт фонда заработной платы, затраты на материалы и амортизационные отчисления технических средств на 1 чел.- ч.	90
Тема 9. Определение стоимости условной единицы обслуживания и ремонта и себестоимость применения электроэнергии в хозяйстве.	91
Тема 10. Экономическая оценка вариантов осветительных установок наружного освещения.	92
Используемая литература	94

УП.01 (сварочная практика)

Тема 1. Организация рабочего места сварщика

Организация рабочего места сварщика регулируется нормами и постановлениями Охраны труда и Техники безопасности (ОТ и ТБ). Эти указания должны соблюдаться на всех предприятиях и частных мастерских, а их игнорирование приводит к штрафам и травмам.

Кабина должна иметь размеры, позволяющие заносить в нее изделия, предназначенные для сварки. Если производимые конструкции небольшие, то минимальная площадь кабины должна составлять 2 х 2 метра. Это даст расположить все необходимое и свободно перемещаться вокруг изделия. Чтобы излучение от сварки не мешало окружающим, высота стенок кабины устанавливается до 1,8 м. Поскольку большинство сварочных манипуляций производится на уровне стола, этой высоты будет достаточно. Каркас кабины выполняется из профильной трубы или уголков. Стойки крепятся к полу анкерами. Можно предусмотреть дверь, которая будет полностью изолировать рабочее пространство сварщика по периметру.

Обустройство рабочего места сварщика ручной дуговой сварки на открытом пространстве происходит с использованием щитков и ограждений. Это применимо в случаях постоянного перемещения специалиста по цеху или при выездных работах. Щитки ставятся для перекрытия визуального контакта между электрической дугой и рабочими, которые трудятся рядом.

Электросварочный трансформатор, и другие агрегаты, издадут достаточно громкий шум, плохо воздействующий на нервную систему человека. Из-за раздражительности ухудшается качество шва и понижается производительность. Поэтому гудящее оборудование устанавливается на некотором расстоянии от места выполнения работ. Трансформатор или преобразователь лучше расположить в пределах 5-7 метров от сварщика. Это снизит издаваемый шум, но в то же время не будет усложнять процесс регулировки аппарата.

Тема 2. Виды сварки переменным током

Источником теплоты при дуговой сварке служит электрическая дуга, которая горит между электродом и заготовкой. В зависимости от материала и числа электродов, а также способа включения электродов и заготовки в цепь электрического тока различают следующие виды дуговой сварки:

- сварку **неплавящимся** электродом (графитовым или вольфрамовым) дугой прямого действия, при которой соединение выполняется путём расплавления только основного металла либо с применением присадочного металла;
- сварку **плавящимся** электродом (металлическим) дугой прямого или обратного действия с одновременным расплавлением основного металла и электрода, который пополняет сварочную ванну жидким металлом;

- сварку **косвенной** дугой, горящей между двумя, как правило, неплавящимися электродами; при этом основной металл нагревается и расплавляется теплотой столба дуги;
- сварку **трёхфазной дугой**, при которой дуга горит между электродами, а также между каждым электродом и основным металлом.
- Классификация видов сварки:

Ручная электродуговая сварка (ММА, manual metal arc). Выполняется она штучным электродом с покрытием (обмазкой), которое при расплавлении образует облако газа, защищающее место сварки от воздействия кислорода.

При правильном подборе электродов этот метод позволяет сваривать все виды металлов («черные», «цветные», любой степени легирования), делает возможной работу в труднодоступных местах. Сварку ММА находит широкое применение в строительстве, при монтаже металлоконструкций, в тяжелой промышленности. Сварка ММА может быть выбором слесаря в мастерской по изготовлению металлических дверей, рабочего машиностроительного завода или обычного дачника, решившего своими руками сделать решетки к подвальным оконным проемам.

Полуавтоматическая сварка MIG-MAG: вместо электрода используется плавящаяся проволока, которая подается в зону сварки автоматически. Проволока поступает в специальную горелку, куда попадает и защитный инертный или активный газ. Несмотря на сильное разбрызгивание металла, данный способ сварки характеризуется высокой производительностью и позволяет работать с низколегированными и высоколегированными сталями, со многими видами чугуна, алюминием, медью, никелем, марганцем и их сплавами, выполнять соединение разнотипных металлов.

Аргонная сварка TIG (*tungsten inert gas*) *неплавящимся электродом в среде инертного газа*. Встречаются вольфрамовые, угольные и графитовые неплавящиеся электроды. Инертный газ - аргон, гелий, азот или смеси этих газов, в зависимости от соединяемого металла. При таком процессе сварной шов образуется только из металла соединяемых деталей либо с добавлением присадки, в качестве которой используются металлические прутья и полосы. Наличие инертных газов или их смесей в зоне сварки защищает металл шва от вредного воздействия компонентов воздуха и поддерживает стабильность электрической дуги. Такая сварка может протекать с использованием переменного и постоянного тока.

TIG-сварка используется для получения ответственных швов, выдерживающих высокие нагрузки. Это может быть сварка газо- и нефтепроводов, сосудов высокого давления, изделий для пищевой промышленности, микросхем в электротехнической отрасли. TIG-сварка незаменима при работе с тонкостенными металлическими конструкциями и листовым металлом (до 6 мм), с нержавеющей, легированной, углеродистой сталью, медью, титаном, магнием. Рабочий процесс трудоемкий и требует от оператора развитых профессиональных навыков, но низкая производительность при этом сочетается с высоким качеством получаемого шва.

Тема 3. Виды сварки постоянным током

Сварка постоянным током, как и сварка переменным током, имеет свои преимущества, и используется в случаях, когда сварка переменным током не может обеспечить должного результата, например, вертикальная сварка, пайка одним припоем или TIG-сварка нержавеющей стали.

Сварка на постоянном токе имеет более высокую скорость осаждения, она лучше всего подходит для сварщиков, которым требуются большие размеры наплавленного слоя. Несмотря на то, что сварка переменным током обеспечивает лучшее проплавление, она имеет более низкую скорость осаждения, что может быть непригодно.

При сварке постоянным током образуется также меньше брызг, чем при сварке переменным током, что делает сварочный шов более равномерным и гладким. Постоянный ток также является более надежным, и поэтому с ним легче работать, так как электрическая дуга остается стабильной.

Сварка постоянным током часто используется для сварки тонких металлов. Оборудование, работающее с этим типом тока, также дешевле, что помогает сократить расходы.

Однако, несмотря на то, что само оборудование имеет более низкую стоимость, процесс фактического использования постоянного тока немного дороже.

Это происходит из-за того, что необходимо специальное оборудование для преобразования переменного тока на постоянный, потому что это не предусмотрено электрической сетью. Однако, поскольку постоянный ток лучше подходит для большинства видов сварочных процессов, эти затраты считаются необходимыми.

Хотя сварка постоянным током лучше для многих металлов, она не рекомендуется при работе с алюминием, так как для этого требуется выделение тепла высокой интенсивности, что невозможно при использовании постоянного тока. Кроме того, если при работе с постоянным током будет создаваться магнитное поле, то возрастет риск дугового разряда, что может быть опасно.

Тема 4. Способы сварки

В настоящее время создано очень много способов сварки. Все известные виды сварки принято классифицировать по основным физическим, техническим и технологическим признакам. По физическим признакам, в зависимости от формы используемой энергии, предусматриваются три вида сварки: термическая сварка, термомеханическая сварка и механическая сварка.

Термический способ сварки включает все методы с использованием тепловой энергии (дуговая сварка, газовая сварка, плазменная сварка и т. д.).

Термомеханический вид объединяет все методы сварки, при которых используются давление и тепловая энергия (контактная сварка, диффузионная сварка)

Механический вид включает методы сварки, осуществляемые с помощью механической энергии (холодная сварка, сварка трением, ультразвуковая сварка, сварка взрывом).

Методы сварки классифицируются по следующим техническим признакам:

- по типу защитного газа (в активных газах, в инертных газах);
- по способу защиты металла в зоне сварки (на воздухе, в среде защитного газа, в вакууме, под слоем флюса, с комбинированной защитой);
- по степени механизации (ручная, механизированная, автоматизированная, автоматическая);
- по характеру защиты металла в зоне сварки (со струйной защитой, в контролируемой атмосфере).

Тема 5. Механизированные способы сварки

Автоматическая и полуавтоматическая сварка металла под флюсом

Автоматическая и полуавтоматическая сварка металла под флюсом выполняется путем механизации основных движений, выполняемых сварщиком при ручной сварке металла - подачи электрода в зону дуги и перемещения его вдоль свариваемых кромок изделия. При полуавтоматической сварке механизирована подача электрода в зону дуги, а перемещение электрода вдоль свариваемых кромок производит сварщик вручную. При автоматической сварке металла механизированы все операции, необходимые для этого процесса. Жидкий металл в ванночке защищают от воздействия кислорода и азота воздуха расплавленным шлаком, образованным от плавления флюса, подаваемого в зону дуги. Такая сварка металла обеспечивает высокую производительность и хорошее качество сварного шва.

Дуговая сварка металла в защитном газе

Дуговая сварка металла в защитном газе выполняется *неплавящимся* (вольфрамовым) или *плавящимся* электродом. В первом случае сварной шов формируется за счет металла расплавленных кромок изделия. При необходимости в зону дуги подается присадочный материал. Во втором случае подаваемая в зону дуги электродная проволока расплавляется и участвует в образовании шва. Защиту расплавленного шва от окисления и азотирования осуществляют струей защитного газа, отесняющего атмосферный воздух из зоны дуги.

Электрошлаковая сварка металла

Электрошлаковая сварка металла осуществляется путем плавления металла свариваемых кромок изделия, расположенных вертикально или под углом 45°, и электрода теплотой, выделяемой током при прохождении через расплавленный шлак. Кроме того, шлак защищает расплавленный металл от воздействия воздуха. Снизу к свариваемым изделиям приваривается ручную поддон. По обе стороны зазора между изделиями прижимаются формирующие шов медные ползуны с водяным охлаждением. Затем на поддон насыпается специальный флюс, над которым располагаются одна или две электродные проволоки. Дуга возбуждается под флюсом между электродами и поддоном. В зону го-

рения дуги электродная проволока подаётся специальным механизмом. За счёт тепла дуги электродная проволока и флюс расплавляются, в результате образуется ванна расплавленного металла и над ней шлаковая ванна. В дальнейшем необходимое тепло образуется за счёт прохождения тока через расплавленный шлак, обладающий высоким сопротивлением (согласно закону Ленца-Джоуля). По мере накопления в ванне жидкого металла и шлака медные ползуны вместе с механизмом подачи электродной проволоки и флюса перемещаются автоматически снизу вверх со скоростью подъёма жидкого металла.

УП.01 (токарная практика)

Тема 1. Организация рабочего места токаря

Для правильной организации рабочего места токаря необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. На рабочем месте не должно быть ничего лишнего.
 2. Все должно быть сосредоточено вокруг рабочего на возможно близком расстоянии, но так, чтобы не мешать его свободным движениям.
 3. Каждый предмет нужно класть на отведенное для него место, чтобы не искать его при повторном использовании.
 4. Все, чем во время работы приходится чаще пользоваться, нужно располагать ближе; все, чем пользуются реже, нужно укладывать дальше.
 5. Укладывать предметы необходимо таким образом, чтобы место их расположения соответствовало естественным движениям рук рабочего. Например, предметы, которые берутся левой рукой, должны быть уложены слева. Если какой-нибудь предмет трудно поднять одной рукой, надо его положить так, чтобы его можно было удобно брать обеими руками.
 6. Предметы, требующие осторожного обращения, должны быть положены выше предметов, требующих менее осторожного обращения. Например, измерительный инструмент должен занимать самое верхнее положение, ниже должны быть размещены заточенные и доведенные резцы, а еще ниже — приспособления.
 7. Чертежи, операционные карты, рабочие наряды должны быть так расположены, чтобы ими удобно было пользоваться.
 8. Заготовки и готовые детали не должны загромождать рабочее место токаря и должны быть расположены таким образом, чтобы движения токаря были наиболее короткими.
- Мелкие заготовки, обрабатываемые в больших количествах, надо хранить в ящиках, расположенных у станка на уровне рук рабочего. Для складывания готовых деталей надо иметь второй такой же ящик вблизи рабочего места.
9. Все предметы должны быть расположены так, чтобы рабочему не приходилось постоянно нагибаться или занимать неудобные положения во время взятия или укладки того или иного предмета.

Инструменты и приспособления, а также и документация должны храниться в инструментальном шкафчике. В шкафчике надо поддерживать строгий

порядок; для каждого предмета должно быть свое определенное место. При соблюдении этого условия рабочий запоминает место хранения каждого предмета, что способствует экономии времени, затрачиваемого на отыскание нужных инструментов.

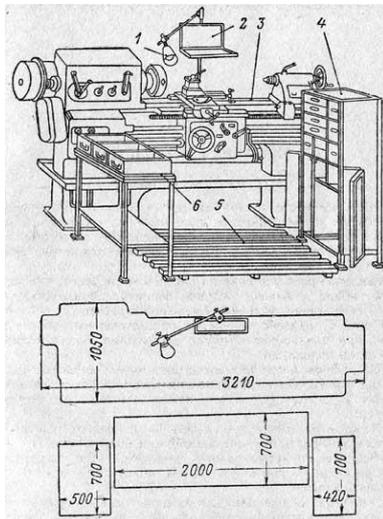


Рис. 1. Рабочее место токаря-универсала:

- 1 – электролампа, 2 – планшет (полка) для измерительного инструмента и чертежей, 3 – станок, 4 – инструментальный шкафчик, 5 – подножная решетка, 6 – ящики для деталей и заготовок

В инструментальном шкафчике токаря-скоростника П. Быкова на отдельной полочке наверху хранится измерительный инструмент, рядом — техническая документация. Здесь же лежат ходовые резцы, которыми он пользуется в течение дня; ниже по типам и размерам разложены остальные резцы, еще ниже — сверла, зенкеры и развертки, затем — оправки, державки, втулки и, наконец, в самом низу лежат ключи, кулачки и более тяжелые принадлежности. Патроны, люнеты, угольники и планшайбы аккуратно сложены сбоку станка. Почти не глядя, привычным движением т. Быков может достать любой нужный ему инструмент. В таком же образцовом порядке лежат у т. Быкова заготовки и обработанные детали.

При укладке в шкафчик режущих инструментов надо следить, чтобы острия их не могли получить забоин от каких-либо металлических изделий. С большим вниманием следует относиться к хранению измерительного инструмента, рекомендуется скобы, калибры, микрометры и т. п. хранить на деревянных подставках.

Около станка устанавливается подножная решетка (см. рис. 1) на такой высоте, чтобы средний палец руки, поставленной вертикально и согнутой в локте под углом 90° , находился на уровне центров станка.

Тема 2. Общие вопросы практического обучения токаря

Токарные станки имеют коробки скоростей для перемены числа оборотов обрабатываемой детали и коробку подач для изменения величины подачи.

На рис. 2 приведены названия основных узлов и деталей токарно-винторезного станка.

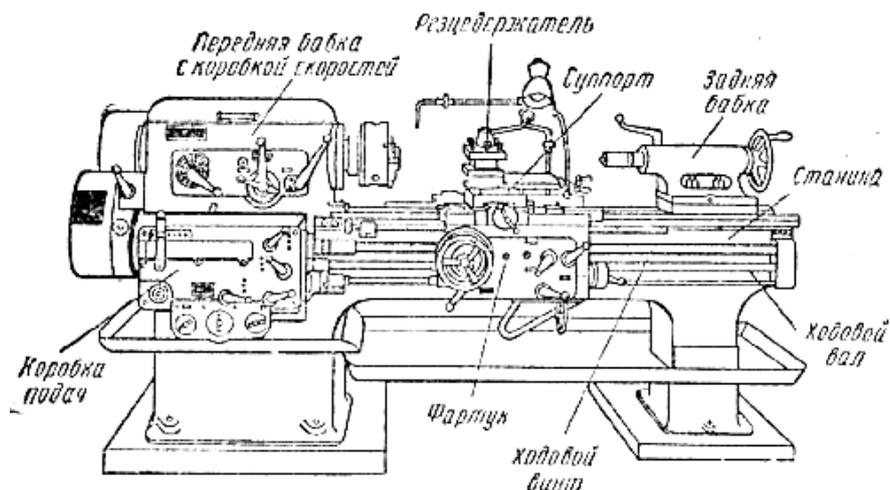


Рис. 2. Токарно-винторезный станок с коробкой скоростей.

Станина является опорой для передней и задней бабок, а также служит для перемещения по ней суппорта и задней бабки.

Передняя бабка служит для поддержания обрабатываемой детали и передачи ей вращения.

Задняя бабка служит для поддержания другого конца обрабатываемой детали; используется также для установки сверла, развертки, метчика и других инструментов.

Суппорт предназначен для перемещения резца, закрепленного в резцедержателе, в продольном, поперечном и наклонном к оси станка направлениях.

Коробка подач предназначена для передачи вращения ходовому винту или ходовому валу, а также для изменения числа их оборотов. Ходовой винт используется для передачи движения от коробки подач к каретке суппорта только при нарезании резьбы, а ходовой вал — при выполнении всех основных токарных работ.

Фартук служит для преобразования вращательного движения ходового вала в продольное или поперечное движение суппорта.

Тема 3. Измерительные и проверочные инструменты

В процессе работы токарь пользуется средствами для настройки станка на требуемые размеры и проверки годности изделий.

Применяемые для этого инструменты можно разделить на две группы: *измерительные* — для определения действительных размеров обрабатываемых поверхностей и *контрольно-проверочные* — для установления годности размеров и формы детали в пределах технических требований рабочего чертежа.

К первой группе относятся все шкальные инструменты: измерительные линейки, штангенциркули, микрометры, угломеры, индикаторы, индикаторные

нутромеры, а также простые бесшкальные инструменты — кронциркули, нутромеры, рейсмасы.

Измерительные инструменты для точных измерений имеют две шкалы — основную и нониусную. Последняя позволяет измерять с точностью до долей миллиметра.

Измерения кронциркулем и нутромером, которые не имеют шкал, выполняются определением величины раствора ножек, установленных по размеру измеряемой поверхности, линейкой или штангенциркулем.

Рейсмасом пользуются для выверки положения заготовок, закрепляемых в четырехулачковых патронах, планшайбе, на угольнике. Его игла настраивается на размер по разметочным линиям заготовки или измерительной линейкой.

Измерительные инструменты характеризуются ценой и интервалом деления, а также пределами измерения.

Цена деления — это значение измеряемой величины, соответствующее одному делению шкалы.

Интервал деления соответствует расстоянию между двумя соседними штрихами шкалы.

Пределы измерения — это наибольший и наименьший размеры, измеряемые данным инструментом.

С учетом возможных погрешностей процесса измерения выбор типа измерительного инструмента обычно производят так, чтобы точность отсчета размера с его помощью была не более $1/2$ допуска определяемой величины.

Во вторую группу средств измерения входят предельные калибры (пробки, скобы, кольца, втулки), шаблоны, щупы, угольники, лекальные линейки.

Предельными калибрами определяют годность размера детали в пределах допуска. Они имеют две стороны — проходную ПР и непроходную НЕ соответственно предельным значениям проверяемого размера. Изделие считается годным, если проходная сторона калибра проходит, а непроходная не проходит относительно проверяемой поверхности. Достоинством предельных калибров является объективность и быстрота проверки, поэтому их преимущественно применяют при изготовлении больших партий деталей.

Шаблоны представляют собой измерители, чаще всего в виде пластин, имеющие на одной или нескольких боковых сторонах профиль проверяемой поверхности. Годность изделия определяется ими на просвет, по степени прилегания поверхности шаблона и детали.

Аналогичный способ контроля прямолинейности или перпендикулярности поверхностей детали на просвет выполняется лекальными линейками и угольниками. При необходимости величину зазора в этом случае определяют набором мерных пластин — щупов.

Для уменьшения погрешностей измерения при проверке изделий необходимо руководствоваться правилами эксплуатации средств измерения.

1. Точные измерения выполнять при нормальной температуре (20 °С).
2. Нельзя измерять вращающиеся детали.
3. При измерении поверхности инструмента и детали должны сопрягаться без перекоса.

4. Нельзя прилагать больших усилий к измерительным инструментам. Инструменты для точных измерений снабжены для этой цели трещотками и тарированными пружинами. Предельные калибры должны входить в контакт с контролируемой поверхностью под действием собственного веса или легким усилием руки.

5. Поверхности детали и инструмента перед измерением должны быть тщательно очищены от грязи и стружки.

6. Следует оберегать средства измерения от случайных ударов.

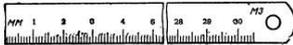
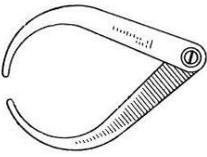
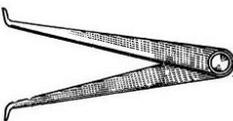
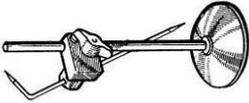
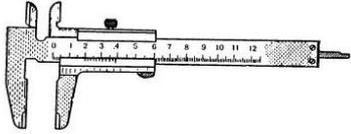
7. Перед использованием измерительными инструментами необходимо проверить совпадение нулевых (начальных) рисок основной и конической шкал.

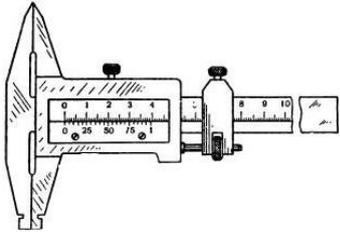
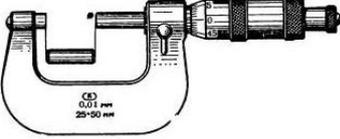
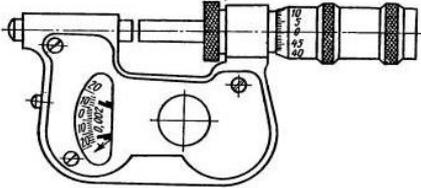
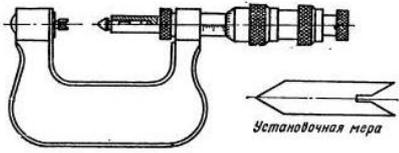
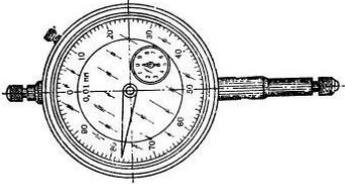
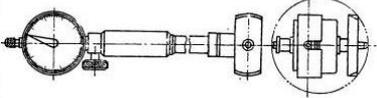
8. По окончании работы тщательно очистить инструменты, а точные измерительные поверхности промыть авиационным бензином или спиртом и смазать бескислотным техническим вазелином.

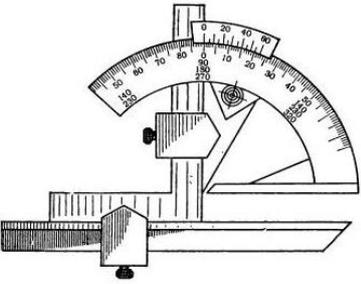
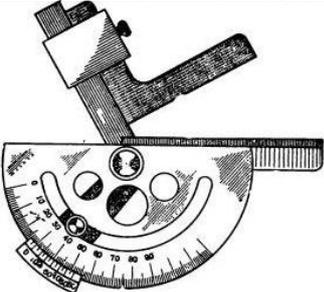
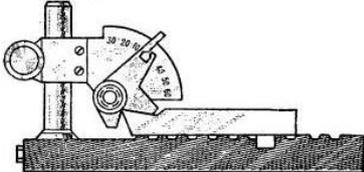
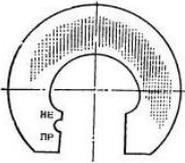
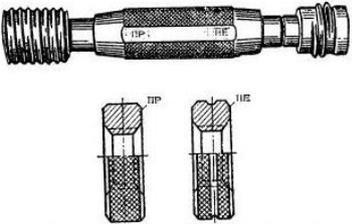
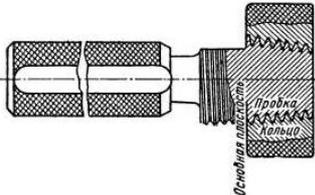
9. Следует пользоваться только инструментами, прошедшими аттестацию на точность.

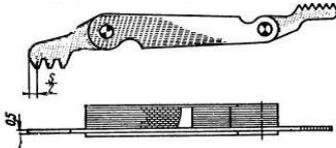
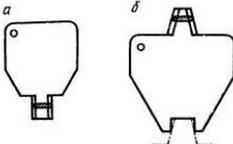
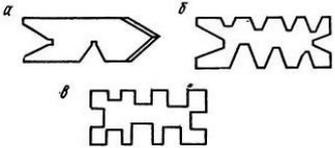
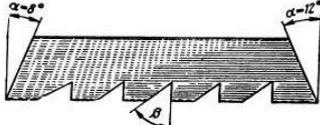
Наиболее часто употребляемые средства измерения и контроля для токарных работ приведены в табл. 1.

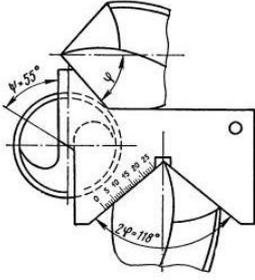
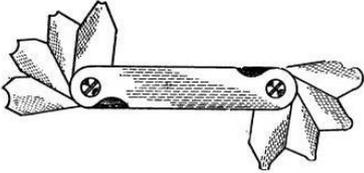
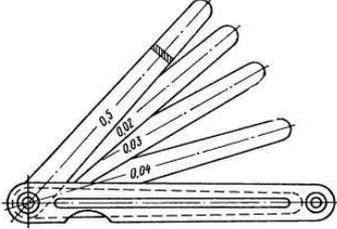
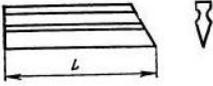
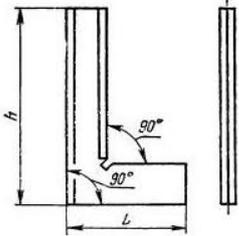
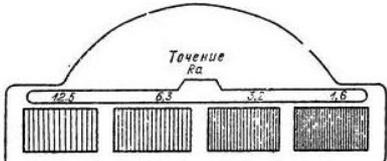
Таблица 1. Характеристика средств измерения для токарных работ

Инструмент, его назначения и краткая характеристика	Внешний вид	Пределы измерения, мм	Точность отсчета размера, мм
1	2	3	4
<p>Линейка измерительная (ГОСТ 427-75)</p> <p>Для измерения линейных размеров выпускаются с одной или двумя шкалами</p>		<p>0 – 150 0 – 300</p> <p>0 – 500 0 – 1000</p>	0,5
<p>Кронциркуль.</p> <p>Для измерения наружных размеров и глубины внутренних канавок</p>		до 500	0,5
<p>Нутромер.</p> <p>Для измерения диаметров ступенчатых отверстий</p>		до 300	0,5
<p>Рейсмас.</p> <p>Для выверки заготовок при сложной установке</p>		-	0,5
<p>Штангенциркуль ШЦ-1 (ГОСТ 166-80).</p> <p>С двусторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и измерения глубины линейкой</p>		0 – 125	0,1

<p>Штангенциркуль ШЦ-11 (ГОСТ 166-80). С двусторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений. Губки для внутренних размеров имеют ширину 10 мм</p>		<p>0 – 160 0 – 200 0 – 250</p>	<p>0,05 и 0,1</p>
<p>Микрометр гладкий МК (ГОСТ 6507-78). Для точных наружных измерений</p>		<p>0 – 300 с интервалом 25; 300 – 600 с интервалом 100</p>	<p>0,01</p>
<p>Микрометр рычажный (ГОСТ 4381-80) Для очень точных наружных измерений. Целые и сотые доли миллиметра отсчитываются по шкалам микрометрической головки, тысячные – по шкале скобы</p>		<p>0,25; 25 – 50; 50 – 75; 75 – 100</p>	<p>0,002 или 0,01</p>
<p>Микрометры резьбовые со вставками: для метрических и дюймовых резьб МВМ; для трапецеидальных – МВТ (ГОСТ 4380-78) Для измерения среднего диаметра резьб. Поставляются с наборами вставок (призматических и конических) с углом профиля: для метрических резьб 60° для трапецеидальных резьб 30°</p>		<p>0 – 350; 20 – 345 (интервал измерений 25)</p>	<p>0,01</p>
<p>Индикатор часового типа ИЧ (ГОСТ 577-68). Для точной настройки станка по упорам, проверки точности станка и установки заготовки</p>		<p>0 – 5; 0 – 10</p>	<p>0,01</p>
<p>Нутромер индикаторный НИ (ГОСТ 868 - 82) Для точного измерения диаметров отверстий. Предварительно настраивается на номинальный размер</p>		<p>6 – 10; 10 – 18; 18 – 50; 50 – 100; 100 – 160; 160 – 250; 250 – 450; 450 – 700; 700 - 1000</p>	<p>0,01</p>

<p>Угломер. Тип-2 (ГОСТ 5378-66) Для измерения наружных углов: 0 – 50 ° - с угольником и линейкой; 50 – 140 ° - с линейкой; 140 – 230 ° - с угольником; 230 – 320 ° - без угольника и линейки и внутренних 40 – 180°</p>		<p>0 – 320 °</p>	<p>2'</p>
<p>Угломер. Тип-1 (ГОСТ 5378-66) Для измерения наружных углов: 0 - 90° - с угольником; 80 – 180 ° - без угольника</p>		<p>0 – 180 °</p>	<p>2'</p>
<p>Угломер настольный. Для измерения передних и задних углов при заточке резцов</p>		<p>± 30 °</p>	<p>1 °</p>
<p>Калибр-пробка. Для контроля диаметра отверстий. Для размеров выше 50 мм пробки выполняются неполными или в виде пластин</p>		<p>1 – 360</p>	<p>В пределах допуска</p>
<p>Калибр-скоба. Для контроля диаметра наружных поверхностей. Выполняются также двусторонними</p>		<p>1 – 330</p>	<p>То же</p>
<p>Калибры резьбовые: пробки и кольца. Для контроля наружных и внутренних резьб. Проходной стороной ПР с полным профилем резьбы проверяются все элементы резьбы, непроходной НЕ с укороченным профилем – средний диаметр</p>		<p>1 – 100</p>	<p>То же</p>
<p>Калибры резьбовые конические: пробки и кольца. Для контроля конических дюймовых и трубных резьб. Номинальные диаметры резьбы в основной</p>		<p>1/16 - 2'</p>	<p>В пределах допуска</p>

<p>плоскости проверяют по совмещению контрольного уступа пробки или торца кольца с торцом трубы.</p>			
<p>Калибры конические: пробки и втулки. Для контроля точных наружных и внутренних конусов. Номинальный диаметр конуса проверяют по контрольным рискам пробки или уступу втулки; конусность и прямолинейность образующей – по характеру стирания продольных рисок, наносимых карандашом на поверхность калибра или детали.</p>		-	То же
<p>Шаблоны фасонные. Для контроля фасонного контура</p>		-	По просвету
<p>Шаблоны резьбовые (ГОСТ 519-77) Для контроля шага и формы профиля резьб. Выпускаются наборами для метрических резьб (угол профиля 60°) в количестве 20 шт. и для дюймовых (угол профиля 55°) – 17 шт.</p>		Шаг метрических резьб 0,4 – 6; число витков на 1 дюймовых резьб 28 - 4	По просвету
<p>Шаблоны резьбовые. Для контроля размеров и формы резьбовой канавки прямоугольных (а) и трапециевидальных (б) резьб</p>		-	То же
<p>Шаблоны резьбовые. Для контроля точности установки и заточки профиля резьбовых резцов: а – для треугольных резьб; б – трапециевидальных; в – прямоугольных</p>		-	По просвету
<p>Шаблоны для контроля заточки резцов. Для контроля задних углов и углов заострения</p>		-	По просвету

<p>Шаблоны для контроля заточки сверл. Для контроля угла при вершине 2ϕ, симметричности расположения и длины режущих кромок, угла между перемычкой и режущей кромкой ψ</p>		<p>-</p>	<p>То же</p>
<p>Шаблоны радиусные (ГОСТ 4126-82) Для контроля радиусных выпуклых и вогнутых поверхностей. Выпускаются наборами из 6, 9 и 12 шт.</p>		<p>1 – 25</p>	<p>По просвету</p>
<p>Щупы (ГОСТ 882-75) Для проверки зазоров между поверхностями. Выпускаются наборами из 10, 11 и 17 шт. 1-го и 2-го классов точности</p>		<p>0,02 – 1</p>	<p>До 0,01</p>
<p>Линейки лекальные с двусторонним скосом ЛД. Для проверки прямолинейности и плоскостности поверхностей. Выпускаются 0 и 1-го классов точности</p>		<p>L = 80 - 320</p>	<p>По просвету</p>
<p>Угольники лекальные плоские УЛП (ГОСТ 3749-77) Для проверки перпендикулярности поверхностей. Выпускаются 0 и 1-го классов точности</p>		<p>H x L; 60 x 40 до 250 x 160</p>	<p>~ 1 ° по просвету</p>
<p>Образцы шероховатости (ГОСТ 9378-75) Для оценки шероховатости поверхности визуально методом сравнения. Выпускаются для различных видов обработки стали и чугуна</p>		<p>Ra = 0,4 – 12,5 МКМ</p>	<p>-</p>

Тема 4. Режущие инструменты

Вся режущая оснастка станка служит срезанию металла. Но специфика у каждого инструмента своя. Она диктует особенности устройства головки и тела резца — державки. Проходным резцом токарь снимает слой металла на внешней поверхности детали. Даже в этом простом случае существует несколько ва-

риантов токарной обработки и на каждом мастер применяет особый резец. Операция проводится проходом от патрона к задней бабке или наоборот, как при вращении заготовки по часовой стрелке, так и против. Специальная головка требуется при проходке конусных поверхностей. Подрезными резцами обрабатывают боковые плоскости выступов, пазов, торцы самих деталей.

Существуют специальные резцы для устройства наружной и внутренней резьбы. Разница их профиля определяет вид и направление витков. Особняком в ряду токарных резцов по металлу стоят расточные. Они имеют особый тип режущих кромок для обработки сквозных и глухих отверстий. Отрезные резцы имеют специфический вид. Их рабочая часть значительно уже, чем державка. Назначение следует из названия: отрезать деталь под желаемым углом. Наконец, фасонные резцы, служат созданию одного конкретного вида профиля.

- Сверла служат для проходки устройства глухих, а также сквозных отверстий небольшого диаметра.
- Зенкеры. С их помощью обрабатывают поверхности стенок и дна отверстий после того как они просверлены.
- Зенковки. Разновидность зенкера для устройства конических углублений под утопленные головки болтов.
- Цековки. Специализированные приспособления. Ими производят токарную обработку дна гнезд и пазов в заготовках.
- Развертки. По назначению сходны с зенкерами. Дают большую точность обработки, предназначены только для стенок отверстий.
- Метчики, плашки. Служат нарезанию резьбы, соответственно: внутренней и наружной.

Тема 5. Комплексные токарные работы

Основные виды комплексных работ, выполняемые на токарных станках

Отделка наружных цилиндрических или конических поверхностей – основная задача токаря. Подразумевает снятие верхнего слоя до нужных размеров и образование шероховатости.

- Сверление, зенкерование и развертывание отверстий.
- Подрезание торцов и уступов.
- Вытачивание пазов и канавок.
- Нарезание наружной и внутренней резьбы – при наличии винтореза.
- Отрезка части детали.
- Обработка внутренних цилиндрических и конических поверхностей.
- Фаска поверхностей.
- Накатывание рифлений.

Данные процедуры производятся при наличии дополнительных возможностей оборудования.

УП.01 (слесарная практика)

Тема 1. Организация рабочего места слесаря

Площадь рабочего места должна определяться, исходя из необходимости размещения всех составляющих рабочее место слесаря элементов (верстак, стеллажи для хранения заготовок, деталей и т. д.) и выделения места (площади) для постоянной позиции рабочего и его передвижения в процессе работы.

Конкретно величина площади рабочего места слесаря определяется: характером выполняемых работ, габаритами и количеством основного оборудования и вспомогательной оснастки, а также формами организации труда и производства.

При организации рабочего места необходимо создать такую обстановку на самом рабочем месте, чтобы рабочий имел возможность, не сходя со своего постоянного места у верстака и не меняя при этом положения (позы) корпуса, взять или положить на место нужный ему инструмент, заготовку, деталь и т. д. одним движением рук.

Во время работы на рабочем месте должны находиться только те предметы, которые необходимы для выполнения данного задания.

Инструмент и заготовки должны располагаться на рабочем месте на строго закрепленных за ними местах. При этом те предметы, которыми рабочий пользуется чаще, следует класть ближе, на площади, ограниченной дугами радиусом 350 мм, т. е. в пределах досягаемости при движении свободно вытянутых рук (рис. 32). Предметы, которыми рабочий пользуется реже, класть дальше, но не далее чем в пределах площади, ограниченной дугами, образованными радиусом 550 мм, т. е. в пределах досягаемости при движении свободно вытянутых рук при небольшом наклоне корпуса вперед по направлению к верстаку.

Тема 2. Виды правки и рихтовки металла

Правка — слесарная операция по обработке металлов давлением с целью устранения на заготовках и деталях вмятин, выпучин, волнистостей, искривлений, короблений и других дефектов. Это подготовительная операция, предшествующая дальнейшей технологической обработке заготовки.

Правка осуществляется при холодном либо горячем состоянии заготовки (при больших ее сечениях); она выполняется ручным или машинным способом.

Горячая правка производится при температуре 850... 1100 °С для стальных заготовок, 350...470 °С для заготовок из дюралюминия. Нагрев выше указанных температур приводит к перегреву, а затем и к пережогу заготовок. Правке подвергают только пластичные металлы и сплавы. Бронза и чугун правке не подлежат.

Рихтовка — слесарная операция по правке закаленных деталей, а также деталей, изогнутых через ребро жесткости. Устранение дефектов при рихтовке происходит за счет растяжения (т.е. удлинения) той или иной части металла детали. Рихтовка обычно выполняется ударами носком молотка или специальным *рихтовальным молотком* по детали.

Тема 3. Виды рубки и резки металла

Рубка заготовок проводится при помощи специального режущего инструмента: зубила, крейцмейселя или канавочника. Рубку производят в случаях, когда не требуется высокая точность обработки или когда деталь невозможно обработать на станке. При помощи рубки удаляют лишний слой металла с заготовки, разрубая заготовку на части, вырубая отверстия, прорубают смазочные канавки и т.п. Рубку мелких заготовок производят в тисках; крупные заготовки рубят на плите или на наковальне.

Резка – разделение заготовки на части ручным или механизированным способом. Ручную резку в зависимости от профиля заготовки и площади сечения производят ножовками, ножницами по металлу, газопламенными горелками.

Наиболее распространена резка ручной ножовкой. Ножовка состоит из рамки, в которой зажимается стальная пластина с зубьями (ножовочное полотно). Ножовочное полотно вставляется в прорези неподвижной и подвижной призматических головок и штифтуется. Натяжение полотна производится барашковой гайкой. Для уменьшения трения по боковым поверхностям зубья ножовочного полотна разводят в разные стороны. Разводку зубьев делают по зубу или по полотну. В зависимости от материала. Из которого сделано полотно, резку производят с определенной частотой: инструментальные легированные стали – не более 60 двойных проходов в минуту, инструментальные углеродистые стали – не более 30.

При резке заготовку надежно зажимают в слесарных тисках, обеспечивая минимальное расстояние между линией губок и линией разреза. При резке тонких стальных заготовок или заготовок из мягкого материала её зажимают между двумя деревянными брусками и распиловку производят вместе с ними. При резке толстостенных заготовок рез не доводят до конца на 3-5 мм. После резки заготовку обламывают.

Тема 4. Виды работ по шлифованию и распиливанию металлических заготовок

Шлифование – разновидность резки. Но при ее выполнении с металла снимают очень тонкий верхний слой, устраняя все бугры и сколы. Это позволяет выровнять контуры детали, «подогнать» изделие под заданные размеры, придать ему товарный вид.

Производят подобную обработку при помощи абразивов – материалов с зернистой поверхностью. Размер абразивных зерен может быть различным, а его выбор зависит от разновидности металла и требований к качеству готового изделия.

Классификация.

Процесс шлифования металла достаточно разнообразен и может осуществляться вручную или выполняться при помощи сложных механических агрегатов.

Особенности ручного процесса.

Ручная шлифовка, чаще всего, используется для обработки углов, кромок, изгибов – тех частей, что требуют «особого» подхода. При обработке данным способом шлифовальщик осуществляет 100% контроль над процессом, но для достижения необходимого результата ему потребуется приложить достаточно усилий.

Кроме того, качество ручной обработки напрямую зависит от соблюдения некоторых тонкостей в работе:

- для шлифовки сначала используют крупнозернистые абразивы, а затем материалы с меньшим зерном;
- для каждой поверхности применяют определенный вид абразивного материала;
- при сухом методе обработки часто чистят абразив, а при мокрой шлифовке – постоянно протирают рабочую поверхность.

Чаще всего, шлифование стали и других металлов вручную используют при подготовке поверхности к окрашиванию. Особенно если речь идет о покрытии изделия вторым слоем лакокрасочного состава.

Механическое шлифование.

Процесс данной технологии практически не отличается от ручной работы, но выполняется при помощи специальных механизмов. Это позволяет повысить производительность процесса и ускорить его.

Данный вариант шлифовальной обработки актуален при работе с большим количеством металлических изделий, либо с объемными объектами.

Тема 5. Виды работ сверлению, зенкерованию и зенкерованием, развёртыванию отверстий

Сверление, зенкерование и развёртывание производится на сверлильных станках различных типов, расточных агрегатных, а также станках токарной группы. Кроме того, эти операции могут производиться с помощью ручных и механических дрелей.

Сверление. Сверлением называют операцию механической обработки с целью получения отверстий в сплошном материале. Режущими инструментами для сверления служат сверла различной конструкции. Главное движение при сверлении вращательное, движение подачи — поступательное. На сверлильных станках общего назначения и расточных станках главное движение имеет сверло; на токарных станках и специальных сверлильных станках для глубокого сверления сверло имеет только поступательное движение, а заготовка — вращательное; это определяет более высокую точность обработки.

Зенкерование. Зенкерованием называют операцию механической обработки резанием стенок или входной части отверстия; зенкерование производится по отверстиям, полученным при отливке или ковке (черным) или по просверленным заранее. Цель зенкерования — получение более точных размеров отверстий и положения их осей, фасонная обработка торцевой (входной) части отверстия для получения углублений под головки винтов и пр.

Развёртывание. Развёртыванием называют операцию механической об-

работки резанием стенок отверстий с целью получения высокой точности и чистоты поверхности. При развертывании со стенок предварительно обработанных (сверлением и зенкерованием или только сверлением) отверстий снимается слой металла в несколько десятых миллиметра; отверстия получаются в пределах 1—3-го классов точности и 6—9-го классов чистоты. Для получения точных и чистых отверстий применяют последовательно черновое и чистовое развертывание.

Тема 6. Виды работ по нарезанию резьбы

Нарезание внутренней и наружной **резьбы** может выполняться вручную или с использованием станков различного типа (сверлильных, токарных и др.). Рабочими инструментами, которые выполняют основную **работу по нарезанию** внутренней **резьбы**, являются машинно-ручные или машинные метчики. На различные **виды** метчики делят в зависимости от целого ряда параметров.

В зависимости от размеров резьбы, типа производства и конструкции деталей используют разные виды резьборезущего инструмента:

- резьбовые резцы (стержневые и фасонные однониточные и многониточные);
- метчики (ручные, машинные, гаечные, станочные, инструментальные, маточные и т.д.);
- круглые плашки;
- резьбонарезные головки;
- резьбовые фрезы.

Тема 7. Виды работ по клепанию и склеиванию деталей

Клепка — это процесс соединения нескольких деталей с помощью заклепок. Заклепки представляют собой металлические стержни цилиндрической формы с головкой на одном конце, называемой закладной. Закладные головки заклепок бывают полукруглыми, плоскими и пр. Процесс клепки состоит из постановки заклепок в совмещенные отверстия соединяемых деталей и образования замыкающей головки путем механического воздействия на свободный конец заклепки. Для получения полукруглой замыкающей головки часть заклепки после установки ее в отверстие должна выступать на 1,3-1,5 диаметра стержня заклепки. Материал заклепок принимают в зависимости от материала скрепляемых деталей, но во всех случаях металл заклепок должен быть несколько мягче, чем металл склепываемых деталей. В санитарной технике для соединения стальных деталей используют заклепки из углеродистой стали 2 и реже из низколегированной стали 0,9Г2.

Склеивание — это процесс соединения деталей с помощью специальных клеев, соответствующих склеиваемым материалам. Для склеивания пластмассовых деталей используются эпоксидные клеи типа Л-4 и ВК-32-ЭМ, ЭД-5 и ЭД-6 с применением отвердителя, пластификатора и наполнителя, а также клеи

на основе терморезистивных полимеров БФ. Склеивание происходит при подогревании клеевого шва до температуры от 20 до 200 °С в зависимости от марки клея. После отверждения клеевое соединение стойко к щелочам, минеральным кислотам и пр. Эпоксидными клеями можно склеивать металлы, стекло, керамику, кожу, ткани. При работе с клеями необходимо оберегать лицо и руки от попадания на них брызг клея, а после работы следует тщательно вымыть руки горячей водой с мылом.

Тема 8. Виды работ по пайке деталей

Паяние — это процесс соединения металлических частей с помощью металла (припоя), который в процессе паяния, расплавляясь, проникает в зазор между соединяемыми деталями, образуя паяный шов.

В зависимости от температуры плавления различают мягкие и твердые припои.

Мягкие припои плавятся при температуре ниже 400 °С и применяются в тех случаях, где высокая прочность пайки не обязательна.

Примером пайки мягкими припоями может служить паяние латуни, меди, белой жести, оцинкованной стали, железа оловянно-свинцовыми припоями марок ПОС-90, ПОС-30 и т.п. Буквы, входящие в обозначение этих марок означают следующее: П — припой, О — олово, С — свинец. Цифры указывают, сколько в этом припое процентов (по массе) олова, остальное — свинец. Температура плавления таких припоев составляет 220—260 °С. Оловянно-свинцовые припои поставляются в виде прутков, проволок и трубок (трубки заполнены канифолью).

Твердые припои плавятся при температуре около 700 °С и применяются для образования прочных температуроустойчивых швов. В качестве твердых припоев наиболее часто применяют медно-цинковые и серебряные сплавы. Для спайки бронзы, стали, серого чугуна используют припои с содержанием меди до 68%. Медно-цинковые припои поставляются в форме зерен размерами 0,2-3 мм (класс А) или 3-5 мм (класс Б). Серебряные припои выпускаются в виде полос и проволок. Для спаивания деталей из алюминия и его сплавов применяются припои на алюминиевой основе с температурой плавления 525 °С. При такой температуре на поверхности алюминия образуется прочная тугоплавкая пленка окислов. С целью нейтрализации этого явления в зазор соединения вносят флюс, который в процессе паяния предохраняет металл от окисления. Флюс плавится раньше припоя, растекаясь по поверхности, и удаляет оксидную пленку до начала плавления припоя. Благодаря этому припой беспрепятственно затекает в зазоры и прочно соединяет детали.

Применяют следующие флюсы: хлористый цинк (для пайки меди, латуни, бронзы и стали), соляную кислоту (для пайки цинка, чугуна), буру (при пайке твердыми припоями), канифоль (при паянии электропроводов), смесь хлористого цинка и хлористого натрия (для пайки алюминия), а также различные паяльные пасты (тиноль, флюдор и др.).

Тема 9. Виды работ по ручной обработке древесины

Механическая обработка дерева — изменение формы и размера предмета труда без изменения его физико-химического состава (сюда следует отнести колку, резку, пилку и многое другое). Физико-химическая — сушка, окраска, пропитка (при этом изменяется физико-химический состав материала). Все эти виды воздействия на дерево доступны в домашних условиях и применяются умельцами в повседневной жизни. Механическая обработка условно разделяется на:

- колку — раскалывание цельного дерева или его части вдоль естественных волокон; наиболее древний метод, который не позволяет получить изделие заданной формы или размера;
- резку — нарушение естественных связей между частицами дерева с использованием режущего инструмента, соответственно, разделяют резку со стружкообразованием (пиление, сверление) и без такового (лушение, изготовление шпона);
- гнутье и прессование относят к механической обработке древесины — при этом происходит изменение формы и размеров заготовки.

Тема 10. Виды комплексных слесарных работ

Целью комплексных слесарных работ является придание обрабатываемой детали заданных чертежом формы, размеров и чистоты поверхности. Качество слесарных работ зависит от умения и навыков слесаря, применяемого инструмента и других факторов. К слесарной обработке относятся следующие операции: разметка, рубка, правка и гибка, опилование, сверление, резание металлов ножовкой и ножницами, нарезание резьбы, клепка, паяние, шабрение, притирка, доводка.

При слесарной обработке деталей сначала выполняют подготовительные операции по изготовлению или исправлению заготовки: резание, правку, гибку. Затем производят основную обработку заготовки, которая заключается в операциях рубки и опилования. При рубке и опиловании с заготовки снимают лишние слои металла и она получает форму и размеры, близкие или совпадающие с указанными на чертеже. При точной обработке деталей машин используют шабрение, притирку, доводку, при которых с деталей снимают тонкие слои металла. Особое место в слесарных работах занимает операция разметки.

Слесарно-сборочные работы выполняют при сборке узлов из отдельных деталей и при сборке машины из отдельных узлов.

При сборке применяют все основные слесарные работы, включая пригонку собираемых деталей в узлы с последующей регулировкой и проверкой работы механизмов и машин.

При ремонте слесарно-сборочные работы имеют целью поддержание работоспособности оборудования и заключаются в устранении неисправностей или замене изношенных и поврежденных деталей машин.

УП.01 (электромонтажная практика)

Тема 1. Организация рабочего места электромонтера

Рабочее место электромонтёра (ГОСТ 19605 - 74) — зона, оснащенная необходимыми техническими средствами, в которой совершается трудовая деятельность исполнителя или группы исполнителей, совместно выполняющих одну работу или операцию.

Организация рабочего места — система мероприятий по оснащению рабочего места средствами и предметами труда и их размещение в определенном порядке.

Рабочее место включает: основное и дополнительное оборудование (станки, механизмы, установки), технологическую оснастку, приспособления, инструмент и необходимый инвентарь (установочные столы, верстаки, стеллажи, шкафы).

Рабочее место может быть расположено вблизи ремонтируемого оборудования или в электроцехе предприятия. Вблизи ремонтируемого электрооборудования рабочее место организуют при ремонте крупногабаритных трансформаторов или электрических машин, транспортировка которых в ремонтный цех по каким-либо причинам невозможна или нецелесообразна. В таких случаях рабочим местом электрослесаря временно служит ремонтная площадка, надежно отгороженная от остального оборудования и оснащенная всем необходимым для обеспечения безопасности труда при выполнении всех видов ремонтных работ.

При ремонте сравнительно небольших по габаритам и массе деталей и сборочных узлов рабочее место располагается на территории ремонтного цеха и оборудуется инструментальным шкафом и слесарным верстаком.

При организации рабочего места должны соблюдаться требования ГОСТов по созданию здоровых и безопасных условий труда электрослесарей (освещенность, средства индивидуальной защиты, первичные средства пожаротушения и др.).

Рабочее место для электромонтажных работ должно состоять из стола специальной конструкции, поворотного стула, который свободно регулируется на различную высоту, индивидуального освещения, системы местной вытяжной вентиляции, а также специальных приспособлений, устройств и инструментов.

Тема 2. Виды монтажа внутренней проводки

Существует 3 вида монтажа электропроводок независимо от условий прокладки кабелей: открытый, закрытый и комбинированный. Наиболее простым способом при монтаже является открытая проводка. Она удобна тем, что позволяет легко изменять, добавлять кабели в общие узлы, любой ее участок легко доступен для ремонта и подключения новых токоприемников. При этом

не понадобится долбить стены в случае повреждения кабеля и устранения причины как с закрытой проводкой. Обычно открытая проводка кабелей используется в офисных помещениях, где часто приходится прокладывать новые кабели и провода. Недостатком этого способа является малая эстетичность, и в связи с этим открытая проводка в жилых помещениях проводится очень редко. Тем не менее, в индивидуальном жилом секторе, на даче и в подсобных помещениях она применяется довольно часто, тем более существуют современные способы решения эстетичности. В магазинах продаются плинтусы с кабель-каналами, либо можно приобрести специальные кабель-каналы из ПВХ под любое сечение кабеля.

Прокладка электропроводов в защитных каналах осуществляется двумя способами:

Прокладка со специальной арматурой. При данном способе монтажа открытой электропроводки применяют специальную арматуру, предназначенную для монтажа электроустановочных устройств (выключателей и розеток), или прокладку со специальной арматурой (система изоляционных коробов). Углы, изгибы, разделение проводов в форме буквы «Т» выполняют с использованием арматуры, позволяющей исправлять погрешности и неровности стен. Таким способом проще произвести прокладку электропроводов и обеспечить надежную защиту от механических повреждений.

Прокладка без специальной арматуры. В этом случае изменение направления провода (углы) выполняют путем обрезки коробов под углом 45 °. Необходимо помнить, что врезы делают аккуратно, с большой осторожностью, не оставляя между соединениями никакого зазора. Это должно обеспечить электрическим проводам надежную защиту. Прокладка без специальной арматуры возможна лишь при незначительном обновлении электропроводки.

Данный способ обновления электропроводки подходит для быстрой реализации, не вызывает значительных повреждений, надежен. Но электропроводка остается видимой.

Открытая проводка плоских проводов типа АПР, АППВ, АПРВ по стораемым основаниям выполняется по слою листового асбеста толщиной не менее 3мм, выступающей с каждой стороны провода не менее чем на 5мм.

Асбестовые прокладки крепят до начала монтажа проводов гвоздями через 200 - 250 мм в шахматном порядке. При прокладке нескольких групп проводов полоска может быть общей, с учетом расстояния между проводами каждой группы не менее 5 мм. Для крепления проводов применяют полоски из жести шириной 10 мм и толщиной 0,3 - 0,5 мм, прикрепляемые по слою асбеста. Между металлической полоской и проводом укладывают из электроизоляционного картона прокладку, выступающую за края полоски на 1,5-2 мм. При креплении провода металлическая полоска с прокладкой должна плотно обхватывать поверхность предварительно натянутого провода. Изгиб плоских проводов в углах выполняют, предварительно вырезая разделительную пленку между проводами на длине 40-60 мм и отводя их внутрь угла (см. рисунок).

Сегодня в продаже продаются пластмассовые изделия, предназначенные для крепления плоского провода различного сечения. Ими можно заменить же-

стяные полоски. Удобство применения пластиковых хомутиков заключается в том, что крепить их можно клеем марки БМК-5К и гвоздями.

Кроме того, концы провода, вводимые в ответвительные коробки или в коробки установочных устройств, откусываются с запасом примерно в 65-75 мм, что обеспечивает возможность повторного соединения жил и удобной замены розетки или выключателя. В коробку провода вводятся так, чтобы вырезанный в них участок разделительного основания не выходил из коробки. Жилы проводов соединяются в коробках, оголенные концы жил обязательно изолируются липкой лентой. Изолированные концы проводов укладываются в коробках таким образом, чтобы они между собой не соприкасались. Концы проводов у ввода в коробку закрепляются на стене на расстоянии 50мм от коробки.

Закрытая проводка — считается самой безопасной и часто применяется в жилых помещениях. Её главный недостаток — это сложность доступа к проводам. Устанавливают кабели в выдолбленных бороздках прямо в стенах, а после прокладки проводов эти места наглухо цементируют. Плоские провода в стенах, пазах или бороздках фиксируют методом «примораживания» алебастром. Также их можно крепить специальными пластиковыми хомутиками. Категорически запрещается крепление проводов с помощью гвоздей! Скрытые проводки наиболее распространены и безопасны в эксплуатации, так как расположены в толще несгораемого материала (отсутствуют механические воздействия, доступ воздуха к ней затруднен). При прокладке под штукатуркой на деревянной стене под провода подкладывают слой асбеста 3мм. Пересечения плоских проводов между собой следует избегать. При необходимости пересечения изоляцию проводов в этом месте усиливают тремя-четырьмя слоями изоляции. Скрытые провода выводят на поверхность стен перекрытия (для присоединения к светильникам) через изоляционные трубки или пластмассовые трубки. Допускается при скрытой проводке выполнять ответвления плоских проводов во вводных коробках выключателей, розеток или светильников.

Если электропроводка выполняется под слоем гипсокартона, то пробивать канавки в гипсокартонной плите нет необходимости. Поскольку ГКЛ крепится на стене на специальном профиле, то между самим листом и основанием остается пустота. В данном случае достаточно будет просверлить в гипсокартоне несколько отверстий (диаметром от 30 до 40 мм) по пути следования электропроводки. Сквозь отверстия проталкиваются проволочные петли, с помощью которых и протягиваются с обратной стороны провода. При ремонте проводки нередко используют неисправный провод в роли кондуктора.

Комбинированная проводка проводов предполагает применение тех же правил и крепления комплектации устройств для построения электропроводки. Этот способ монтажа используется в редких случаях и является более сложным с точки зрения реализации.

При обновлении электропроводки профессионалы, как правило, применяют данный способ. Его суть в следующем: сочетание прокладки электропроводов в изоляционных коробах и в стенах скрытым способом. Части открытой электропроводки, которые выглядят неэстетично, например, для питания осветительного прибора, выполняют скрытым способом. В этом случае изоляцион-

ные короба располагают над плинтусами, вокруг рам дверей, а сверху – по линиям стыка потолка и стен. Все остальные ответвления проводов скрывают.

После проведения электромонтажных работ окончательный вид комнаты вполне презентабелен. По завершению покраски изоляционные короба почти незаметны на фоне стены. Данный способ проведения электропроводки отвечает нормам, действующим в отношении монтажа проводов в стенах и перегородках, потому что штробление применяется частично.

Тема 3. Виды соединений проводов и кабелей

Пайка — один из самых надежных и безопасных способов соединения проводов в электрике. Пайка обеспечивает максимально устойчивое соединение, сопротивление которого близко к сопротивлению проводников. Вследствие этого, место пайки практически не нагревается, оно обеспечивает хороший контакт и отличную электропроводность. К сожалению, пайка проводов возможно не во всех случаях, и тогда приходится прибегать к различным другим способам соединения электрических кабелей.

Клеммные колодки -относительно простой способ соединения, часто используемый в распределительных коробках, а также для подключения осветительных приборов. Клеммная колодка представляет собой втулку из латуни, помещенную в корпус из пластика. Чтобы закрепить провод внутри нее, необходимо с усилием закрутить винты вручную при помощи отвертки.

Клеммы Wago.

В основе клемм Ваго – специальный зажим рычажного типа. С его помощью можно быстро зафиксировать жилу кабеля или провода без риска повредить их. Существуют два вида клемм Ваго – неразъемные, которые можно использовать только один раз, и разъемные, которые могут не только соединить проводники, но и быстро разъединить их. Очевидно, что преимущества за разъемными клеммами.

Колпачки СИЗ.

СИЗ – соединительные изолирующие зажимы. Это пластиковые колпачки с небольшой пружинкой для фиксации проводников внутри. Достоинства СИЗов – негорючесть, относительно низкая стоимость, а также удобство для маркировки проводов (в продаже есть СИЗ нескольких цветов). Однако медь и алюминий с их помощью соединять нельзя.

Опрессовка при помощи гильз.

Очень надежный способ соединения. Однако одних гильз для него недостаточно. Необходим и специальный инструмент – пресс-клещи, а также термоусадочная трубка, делающая соединение герметично изолированным. Он относится к неразъемным соединениям. При ремонте или неправильном подключении соединение нужно будет обрезать и выполнить монтаж заново с применением новой гильзы.

Зажим типа «орех».

Еще один вид соединительного кабельного зажима – так называемый «орех». Он состоит из 2 пластин и 4 винтов, расположенных по углам. Алго-

ритм соединения следующий. Зачищается 2 конца провода, фиксируют их внутри пластины, а затем надеваем оболочку из карболита. «Орешек» довольно удобен, но из-за больших размеров использовать его в распределительной коробке нельзя.

Соединение при помощи болта.

Болт, 3 шайбы и гайка –понадобится для такого способа соединения. Пригодится он в том случае, когда нет материалов, необходимых для вышеперечисленных способов. Надеваем шайбу на резьбу болта, зачищаем жилу и накручиваем ее сверху. Затем устанавливаем вторую шайбу, надеваем жилу и третью шайбу, закручиваем и изолируем гайку. Таким способом можно соединить проводники с медными и алюминиевыми жилами.

Сварка.

Для данного способа соединения вам понадобятся сварочный аппарат, электроды для сварки проводов, пассатижи и бокорезы, а также флюс (если планируется выполнить сварку алюминиевых жил). Не забудьте защитить глаза при помощи специальных очков. Алгоритм осуществления сварки следующий. Зачищаем жилы от изоляции, выполняем скрутку, а затем - сварку при помощи сварочного аппарата. Данный способ соединения жил и проводов достаточно надежен, но не стоит забывать, что он не подходит для соединения проводников из меди и алюминия.

Скрутка - способ, использование которого запрещено ПУЭ (п. 2.1.21), жилы скручиваются между собой с использованием пассатижей. Изоляция осуществляется с помощью изоленты. Такой способ возможен только для временного соединения.

Тема 4 Автоматические системы управления

В процессе разработки управляющих систем на базе автоматики центральное место отводится созданию алгоритма функциональной структуры. На первом этапе построения собираются необходимые исходные данные, среди которых свойства управляемого объекта, задачи управления, характер внешних воздействий, требования к точности контроля и т. д. Далее прорабатываются технико-эксплуатационные качества контроллера управления автоматическими системами. Устройство этой части как центрального функционального органа напоминает технический исполнительный механизм, который будет сообщать команды управляемому объекту. На данной инфраструктуре замыкается цепь рабочих элементов системы, свойства которой определяются один раз вначале и могут менять отдельные значения также в заданных диапазонах. На этом и основывается принцип неизменяемой структуры системы управления. Она остается неизменной в том смысле, что ее характеристики устанавливаются до непосредственного построения управляющего алгоритма.

Разница между методами реализации алгоритмов управления позволяет обозначить принципиальные отличия в существующих системах автоматики. В качестве простейшего примера можно привести регулятор частоты вращения электродвигателя. Управляющим объектом выступает центробежный регуля-

тор, управляемым – сам двигатель, а регулирующее воздействие осуществляется через настройку позиции дроссельной заслонки. И ключевая задача управления, и принцип ее реализации достигаются путем простейшего действия в процессе контроля вала вращения, связанного с маховым механизмом. Структурная схема управления сложными системами требует в ходе разработки не только учета теоретических методов вычисления, но и подключения принципов моделирования. Могут задействоваться цифровые вычислительные машины, которые позволят просчитать автоматические системы управления процессами разного порядка. Кроме прямых эксплуатационных показателей в таких конфигурациях учитываются и косвенные факторы влияния наподобие нелинейности координат. Для сложных систем важны принципы гибкого динамического управления и обеспечение чувствительности контуров взаимодействия подсистем.

Тема 5. Виды схем пуска двигателей

Схема 1.

Электрический двигатель М питается от трехфазной сети переменного напряжения. (рис.3.). Трехфазный автоматический выключатель QF предназначен для отключения схемы при коротком замыкании. Однофазный автоматический выключатель SF защищает цепи управления.

Основным элементом магнитного пускателя является контактор (мощное реле для коммутации больших токов) КМ. Его силовые контакты коммутируют три фазы, подходящие к электродвигателю. Кнопка SB1 ("Пуск") предназначена для пуска двигателя, а кнопка SB2 ("Стоп") - для остановки. Тепловые биметаллические реле КК1 и КК2 осуществляют отключение схемы при превышении тока, потребляемого электродвигателем.

При нажатии кнопки SB1 контактор КМ срабатывает и контактами КМ.1, КМ.2, КМ.3 подключает электродвигатель к сети, а контактом КМ.4 блокирует кнопку (самоблокировка).

Для остановки электродвигателя достаточно нажать кнопку SB2, при этом контактор КМ отпускает и отключает электродвигатель.

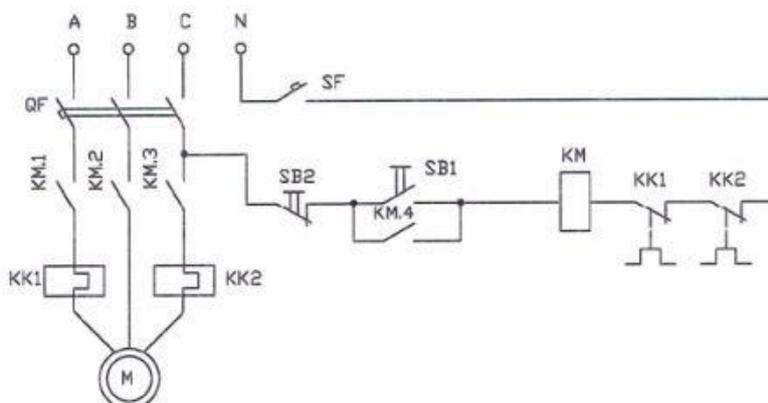


Рис. 3. Схема пуска трехфазного асинхронного двигателя с помощью магнитного пускателя

Важным свойством магнитного пускателя является то, что при случайном пропадании напряжения в сети двигатель отключается, но восстановление напряжения в сети не приводит к самопроизвольному запуску двигателя, так как при отключении напряжения отпускает контактор КМ, и для повторного включения необходимо нажать кнопку SB1.

При неисправности установки, например, при заклинивании и остановке ротора двигателя, ток, потребляемый двигателем, возрастает в несколько раз, что приводит к срабатыванию тепловых реле, размыканию контактов КК1, КК2 и отключению установки. Возврат контактов КК в замкнутое состояние производится вручную после устранения неисправности.

Схема 2.

Электрический двигатель М питается от трехфазной сети переменного напряжения. Трехфазный автоматический выключатель QF предназначен для отключения схемы при коротком замыкании. Однофазный автоматический выключатель SF защищает цепи управления.

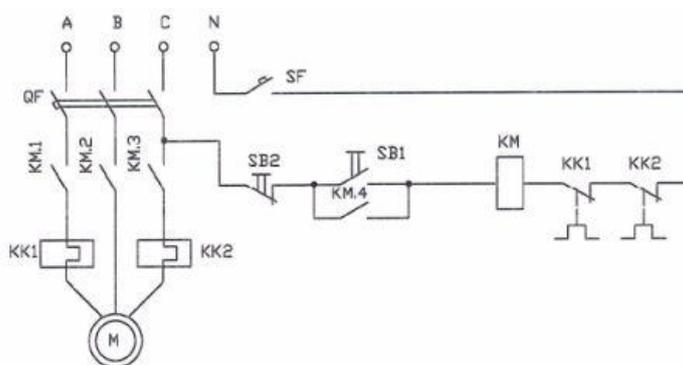


Рис. 4. Схема пуска трехфазного асинхронного двигателя с помощью магнитного пускателя

Основным элементом магнитного пускателя является контактор (мощное реле для коммутации больших токов) КМ. Его силовые контакты коммутируют три фазы, подходящие к электродвигателю. Кнопка SB1 ("Пуск") предназначена для пуска двигателя, а кнопка SB2 ("Стоп") - для остановки. Тепловые биметаллические реле КК1 и КК2 осуществляют отключение схемы при превышении тока, потребляемого электродвигателем.

При нажатии кнопки SB1 контактор КМ срабатывает и контактами КМ.1, КМ.2, КМ.3 подключает электродвигатель к сети, а контактом КМ.4 блокирует кнопку (самоблокировка).

Для остановки электродвигателя достаточно нажать кнопку SB2, при этом контактор КМ отпускает и отключает электродвигатель.

Важным свойством магнитного пускателя является то, что при случайном пропадании напряжения в сети двигатель отключается, но восстановление напряжения в сети не приводит к самопроизвольному запуску двигателя, так как при отключении напряжения отпускает контактор КМ, и для повторного включения необходимо нажать кнопку SB1.

При неисправности установки, например, при заклинивании и остановке ротора двигателя, ток, потребляемый двигателем, возрастает в несколько раз, что приводит к срабатыванию тепловых реле, размыканию контактов КК1, КК2 и отключению установки. Возврат контактов КК в замкнутое состояние производится вручную после устранения неисправности.

Схема 3.

Схема пуска электродвигателя с ограничением пускового тока (рис. 5) содержит резисторы R1, R2, R3, включенные последовательно с обмотками электродвигателя. Эти резисторы ограничивают ток в момент пуска при срабатывании контактора КМ после нажатия кнопки SB1. Одновременно с КМ при замыкании контакта КМ.5 срабатывает реле времени КТ.

Выдержка, осуществляемая реле времени, должна быть достаточной для разгона электродвигателя. По окончании времени выдержки замыкается контакт КТ, срабатывает реле К и своими контактами К.1, К.2, К.3 шунтирует пусковые резисторы. Процесс пуска завершен, на двигатель подается полное напряжение.

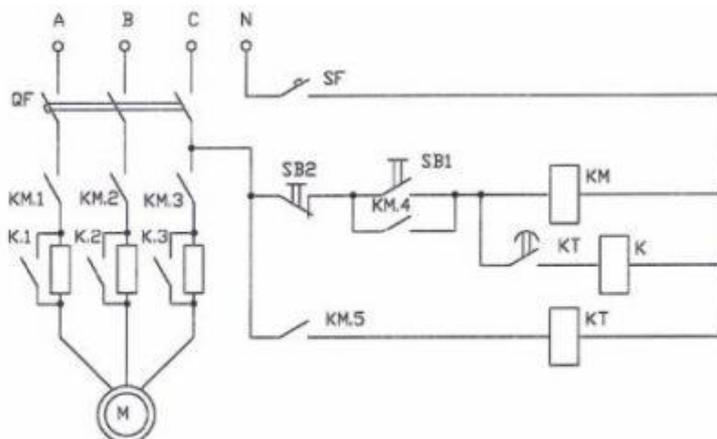


Рис. 5. Схема пуска двигателя с ограничением пускового тока

Далее будут рассмотрены две наиболее популярных схемы торможения трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором: схема динамического торможения и схема торможения противоключением.

Тема 6. Монтаж электродвигателей

При монтаже электродвигателей необходимо знать их различия по конструктивному исполнению и способу монтажа IM (International Mounting), степени защиты IP (International Protection), способу охлаждения IC (International Cooling). **Конструктивное исполнение электродвигателя**— это расположение составных частей машины относительно элементов крепления (подшипников и конца вала). **Способ монтажа электродвигателя**— это пространственное положение машины на месте установки. **Степень защиты электродвигателя**— способ защиты, обеспечиваемый оболочкой от доступа к опасным частям, попадания внешних твердых предметов и (или) воды и проверяемый стандартными методами испытаний. Электродвигатели бывают от-

крытого, каплезащищенного, брызгозащищенного, пыленепроницаемого и взрывозащищенного исполнения. **Способ охлаждения** – процесс, посредством которого тепло, возникающее в результате потерь в машине, передается первичному хладагенту, увеличивая его температуру. Нагретый первичный хладагент может быть заменен новым хладагентом с более низкой температурой (одноконтурное охлаждение) или охлажден вторичным хладагентом в каком-либо охладителе (двухконтурное охлаждение).

Доставка электродвигателей массой свыше 80 кг к месту монтажа, а также установка их на фундаменте должны производиться механизмами. Для подъема и перемещения электродвигателей необходимо применять исправные стропы, тали и лебедки, прошедшие соответствующие испытания в установленные сроки. **Перед монтажом электродвигателя** специалисты подвергают его тщательному осмотру в целях выявления дефектов, препятствующих монтажу электродвигателя или нормальной работе. При осмотре электродвигателя проверяют сохранность изоляции и креплений лобовых частей обмотки, а также наличие всех деталей электродвигателя. Мегомметром проверяют состояние изоляции обмоток. В случае снижения сопротивления изоляции ниже 0,5 МОм обмотки подвергают сушке. Температуру и режим сушки контролируют термометрами (термопарами) или датчиками температуры, а регулируют периодическими отключениями тока или растормаживанием и вращением ротора на пониженных оборотах, при которых машина вентилируется и охлаждается. Сушку производят при температуре 70—90° С. Сопротивление изоляции измеряют мегомметром. **В процессе монтажа используют** только исправные электродвигатели, сопротивление изоляции обмоток которых соответствует нормам.

Тема 7. Подключение силового трансформатора

При подключении силовых трансформаторов к электросети, необходимо знать к какому типу они относятся, а также знать все характеристики, прописанные в техническом паспорте. Начинается подключение с проверки совпадения фаз, которое выполняют с помощью вольтметра либо указателя низкого напряжения. Правильное подключение предусматривает следующие условия:

1. Проверку надёжности и правильности установки.
2. Подключение линии внешнего напряжения.
3. Проверку прибором совпадений фаз, находящихся на вторичных обмотках.
4. Выполнение подключения со стороны низшего напряжения к распределительному устройству.
5. Подключение к заземляющему кабелю.
6. Проверка соответствия напряжения подводного и на первичной обмотке.
7. Если трансформаторов несколько, каждый из них должен быть снабжён собственным рубильником отсоединения его от сети.

8. Использование как можно меньшего расстояния между сетью и агрегатом трансформации энергии.

9. Подбор соединяющего провода выполняется по специальной таблице, определяющей должное сечение для различного типа трансформаторов.

Выполнение данных правил позволит выполнить качественный монтаж и обезопасит производственные линии от возможных аварий и несчастных случаев.

Тема 8. Проведение пайки электротехнических изделий

Основным требованием, предъявляемым к электромонтажным паяным соединениям, является обеспечение низкого переходного сопротивления и высокой надежности.

Пайка почти всех электромонтажных соединений РЭА осуществляется тремя способами:

- 1) ручную электропаяльником;
- 2) погружением в расплавленный припой с использованием специального оборудования;
- 3) волной расплавленного припоя.

Работа электромонтажника в настоящее время осложняется возросшей плотностью монтажа. В современной РЭА плотность только самих монтажных соединений составляет 10... 15 соединений на 1 см².

Применение фольгированных диэлектриков с улучшенными прочностными характеристиками позволило резко сократить зазоры между печатными проводниками (до 0,25 мм) и уменьшить контактные площадки (до 0,3 мм по ширине). В связи с ограниченной термостойкостью элементов печатного монтажа приходится снижать температуру пайки, поддерживая ее в узком интервале, а также сокращать время пайки.

Большая плотность монтажа обуславливает ограничение размеров соединений и ужесточение требований к точности их выполнения и обеспечению стабильности свойств.

Пайка монтажных соединений электрическим паяльником должна обеспечивать высокое качество и надежность электрического контакта, а также необходимую прочность паяного соединения.

Марка припоя и флюса для пайки монтажных соединений выбирается в зависимости от металлов, подвергаемых пайке, допустимого нагрева паяемых деталей, конструктивных требований и условий эксплуатации деталей и узлов.

Основными критериями при выборе электропаяльника являются:

максимальная рабочая температура;

теплоемкость наконечника и время его повторного разогрева;

масса и теплоемкость паяемых (соединяемых пайкой) деталей.

Следует иметь в виду, что рабочая температура и теплоемкость тесно связаны с мощностью и конструкцией паяльника.

Максимальная рабочая температура выбирается с учетом установившегося теплового режима, когда количество теплоты, выделяемой нагревательной обмоткой, равно количеству теплоты, теряемой в окружающую

щую среду. Рекомендуемая максимальная температура наконечника должна быть на 50...70°C выше температуры плавления припоя.

Теплоемкость наконечника является показателем количества теплоты, запасенной в нем для выполнения пайки. Это количество теплоты должно быть передано от наконечника паяльника к месту соединения деталей за определенное время, которое обычно не превышает 3...5 с.

Теплоемкость зависит от геометрических размеров наконечника, его материала и мощности паяльника (чаще она либо слишком мала, либо завышена, что приводит к непропаю или перенагреву участка пайки).

Время повторного разогрева наконечника представляет собой период, в течение которого он нагревается до максимальной рабочей температуры после каждого цикла пайки (с момента отведения электропаяльника от запаянного узла до момента прикосновения электропаяльника к вновь запаиваемому узлу). Это время является косвенной функцией мощности паяльника, его теплоемкости и габарита паяного узла и должно быть минимальным (до 10 с). Масса рабочего наконечника и электрическая мощность электропаяльника должны приблизительно соответствовать массе соединяемых деталей.

Тема 9. Виды монтажа, сборки и проверки работы микросхем и других радиодеталей

При производстве радиоэлектронной аппаратуры на базе микроэлектроники к выполнению соединений микроэлементов внутри микросхем, а также к монтажу микросхем в узлы и блоки предъявляются специфические требования.

Методы монтажа, пайки и сварки, используемые при производстве микросхем, отличаются от методов, используемых при производстве функциональных узлов и микромодулей. Это обусловлено тем, что большинство полупроводниковых материалов и диэлектрических подложек из керамики и стекла обладают низкой теплопроводностью, узкой зоной пластичности и малой сопротивляемостью к воздействию термических и механических напряжений.

Полупроводниковые интегральные микросхемы в отличие от тонкопленочных имеют на порядок более высокую разрешающую способность рисунка, позволяющую увеличить плотность размещения микроэлементов (т. е. повысить степень интеграции). По сравнению с толстопленочными интегральными микросхемами степень интеграции повышается больше чем в сто раз.

Внутренний монтаж любых микросхем включает в себя технологические операции по установке и закреплению одной или нескольких микросхем в корпусе и выполнению внутримикросхем-ных соединений. Для сборки и монтажа микросхем применяют различные установки. Так, для сборки кристаллов полупроводниковых интегральных микросхем размером от 0,6 x 0,6 до 1,8 x 1,8 мм используется установка ЭМ-438А, а для монтажа нескольких кристаллов в один корпус — установка ЭМ-445. Крепление кристалла микросхемы осуществляется методом пайки или приклейкой.

Внутримикросхемные соединения между напыленными на кристаллы контактными площадками микросхемы и выводами ее корпуса выполняют с помощью проволочных перемычек, в качестве которых используются медные, алюминиевые и золотые микропровода толщиной от 8 до 60 мкм.

В зависимости от сочетания применяемых материалов и конструкции выводов при сборке микросхем для соединения используется микросварка (термокомпрессионная, ультразвуковая, контактная, электронно-лучевая, лазерная) или микропайка.

Наиболее широкое применение получили термокомпрессионная и ультразвуковая микросварка и микропайка.

Термокомпрессионная микросварка заключается в одновременном воздействии на свариваемые металлы давления и повышенной температуры. Соединяемые металлы разогреваются до определенной температуры (начала рекристаллизации), при которой начинается сцепление (диффузия) очищенных от окислов поверхностей металлов при приложении даже небольшой нагрузки. Этот способ позволяет присоединять электрические выводы толщиной не более нескольких десятков микрон к контактными площадкам кристаллов, размеры которых не превышают 20...50 мкм. В процессе соединения микропровод из алюминия или золота прикладывают к кристаллу полупроводника и прижимают нагретым стержнем.

Основными параметрами, определяющими режим термокомпрессионной микросварки, являются удельное давление, температура нагрева и время сварки.

При термокомпрессионной микросварке необходим тщательный контроль этих параметров.

Область применения термокомпрессионной микросварки очень широка. Она является основным методом присоединения выводов к полупроводниковым кристаллам, используется также для присоединения проволочных микропроводников к напыленным контактными площадкам микросхем, для монтажа БИС и микросборок. С помощью термокомпрессионной микросварки осуществляется групповая сварка микросхем с планарными выводами, а также прецизионная микросварка элементов с минимальной толщиной проводников (до 5 мкм).

Ультразвуковая микросварка позволяет получить надежное соединение металлов с окисными поверхностями кристаллов при минимальном тепловом воздействии на структуру чувствительных к нагреву элементов микросхем. Этот вид микросварки применяется для соединения металлов, имеющих различные электро- и теплопроводность, а также для соединения металлов с керамикой и стеклом.

Отечественной промышленностью выпускаются ультразвуковые установки для присоединения микропровода или микроленты (диаметром до 60 мкм) из алюминия и золота к кристаллам полупроводниковых микросхем, для осуществления внутри корпусного монтажа микросхем, а также для сборки БИС и микросборок.

Оборудование для монтажа полупроводниковых приборов и микросхем методом ультразвуковой микросварки состоит из ультразвуковой сварочной

установки, принцип действия которой основан на возбуждении преобразователем механических колебаний ультразвуковой частоты в месте свариваемых деталей, и устройства для фиксации микросхемы.

В качестве преобразователей электрической энергии в механические колебания используются магнитострикционные и пьезоэлектрические устройства.

При ультразвуковой сварке неразъемное соединение металлов образуется в результате совместного воздействия на детали механических колебаний с частотой 15...60 кГц, относительно небольших сдвигающих усилий и теплового эффекта, сопровождающего сварку. В результате в сварной зоне появляется небольшая пластическая деформация, которая обеспечивает надежное соединение деталей.

В последние годы для монтажа микросхем широко применяется комбинированный способ, основанный на термокомпрессии с косвенным импульсным нагревом и наложением ультразвуковых колебаний.

Микропайка может осуществляться мягкими и твердыми припоями. Основными достоинствами микропайки являются ее относительная простота и возможность соединения деталей сложной конфигурации, что трудно выполнить при микросварке.

К *мягким припоям* относятся сплавы олова и свинца, индия и галлия, олова и висмута, обладающие низкой температурой плавления (обычно 140...210 °С). Эти припои наиболее часто применяются при пайке в интегральных микросхемах.

При микропайке микросхем мягкими припоями соединяемые металлы должны быть металлургически и химически совместимыми, не должны образовывать сплавов с большим сопротивлением и интерметаллических хрупких соединений в месте контакта; припои должны быть инертными при рабочей температуре схемы и полностью удаляться с места соединения и с окружающей его поверхности.

К *твердым (высокотемпературным) припоям* относятся сплавы на основе серебра ПСр45 и ПСр50, имеющие температуру плавления до 450... 600 °С. Эти припои используются для герметизации корпусов микросхем, для соединения серебряных или посеребренных деталей (так как припои на основе олова — свинца растворяют значительное количество серебра, изменяя характеристики контакта) и др.

Процесс сборки и монтажа микросхем должен находиться под постоянным контролем. При этом применяют визуальный контроль с помощью микроскопа, позволяющий обнаружить обрывы, микротрещины и другие деформации, электрическую проверку параметров, а также рентгеновскую дефектоскопию, позволяющую обнаружить внутренние дефекты. Выборочно осуществляют испытания и полный контроль с разрушением конструкции микросхемы.

Тема 10. Технология монтажа осветительных установок

Монтаж светильников, выключателей, переключателей, штепсельных розеток и других приборов производится после выполнения в помещении всех отделочных и малярных работ.

Согласно требованиям ПУЭ светильники должны поступать на объекты заряженными проводами на заводе-изготовителе. Но если по каким-либо причинам они поступают незаряженными, зарядку производят в МЭЗ. Кроме того, в мастерских проверяют заряженные светильники, определяют и маркируют фазные и нулевые жилы проводов.

Высокая температура лампы накаливания вызывает нагрев самого светильника и перегрев изоляции его проводов. Перегрев изоляции проводов может привести к тепловому пробое - явлению теплового разрушения диэлектрика (расплавлению и т.д.). Происходит это следующим образом. Часть объема изоляции (диэлектрика), обладая повышенной электрической проводимостью, обуславливает возникновение заметного тока проводимости. Этот ток вызывает выделение тепла и нагрев изоляции, что приводит к понижению электрического сопротивления и возрастанию тока сквозной проводимости, который в свою очередь вызывает дополнительное выделение тепла, и перегрев этой части диэлектрика. При дальнейшем повышении напряжения ток проводимости возрастает, и выделенное им тепло может вызвать сплошное прожигание или расплавление изоляции. Поэтому зарядка светильников производится нагревостойкими проводами, предназначенными для различного рода соединений в электрических аппаратах, приборах и других электротехнических устройствах. Токопроводящие жилы в таких проводах изготавливают лужеными из проводниковой меди. В проводах высокой нагревостойкости (200... 250 °С) применяются никелированные медные жилы. Изоляция этих проводов состоит из фторопласта или фторопластовых лент в комбинации с оплеткой из стекловолокна.

Большинство марок монтажных проводов предназначены для работы в интервале температур от -50 до $+70$ °С. Жилы этих проводов имеют гибкую влагостойкую пластмассовую изоляцию из полиэтилена или поливинилхлорида.

В некоторых конструкциях проводов поверх их основной изоляции наносится еще защитная оболочка из капроновых или стеклянных нитей.

Эти провода применяются при напряжениях до 1000 В переменного и до 1400 В постоянного тока и при температурах от -80 до $+10$ °С.

Концы фазных и холостых жил проводов при зарядке светильников присоединяются к головкам, а концы нулевых проводов к винтовым гильзам ламповых патронов.

Зарядные провода в светильниках не должны натягиваться и подвергаться механическим повреждениям; должны быть пропущены через подвесные штанги, кронштейны и цепи; соединение их внутри труб запрещено.

Зарядка светильников, предназначенных для монтажа во взрывоопасных помещениях, выполняется тремя проводами: два провода (фазный и нулевой) подключаются к патрону, а третьим заземляется корпус. При этом фазный провод должен быть присоединен к центральному контакту патрона, а нулевой – к обойме с резьбой. Заземляющий провод одним концом присоединяется к винту заземления внутри светильника, а другим – к нулевому проводу сети внутри ответвительной коробки У-409.

Заряжать светильники следует проводами с медными жилами марок

ПРКС или ПРЕС с сечением 1,5 мм и термостойкой изоляцией. Провода и кабели с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией из-за их недостаточной теплостойкости применять для зарядки светильников не следует. Вводную коробку светильника, отделенную от патрона (ВЗГ-100, В4А-60 и др.), присоединяют к зажимам с помощью кабеля, которым выполнена групповая сеть. Длина провода, заготавливаемого для зарядки светильника, должна быть такой, чтобы из свободного конца трубного кронштейна или подвеса выступало не менее 230 мм, а внутрь светильника заходило – 80 мм.

Осветительную арматуру жестко закрепляют на трубных кронштейнах или подвесах, которые одновременно служат для защиты проводов. Трубные кронштейны и подвесы с установленными на них светильниками жестко крепятся на стенах, колоннах и потолках.

На участок проводов между кронштейном или подвесом и коробкой, равный примерно 50 мм, необходимо надеть поливинилхлоридную или резиновую трубку, так как коробка У-409 не рассчитана на ввод в нее трубы. Один конец этой трубки укрепляется между шайбой и резиновым уплотнительным кольцом сальника ответвительной коробки, а другой – вводится в трубный кронштейн или подвес, на конце которого устанавливают трубный сальник для ее закрепления. Уплотнение ввода проводов испытывается сжатым воздухом с избыточным давлением, которое в течение 3 мин не должно уменьшиться более чем на 50 %.

При размещении и установке светильников особое внимание должно обращать на удобство и безопасность их обслуживания.

В любом случае они должны быть доступны для обслуживания с лестниц-стремян, телескопических подъемников, специальных светотехнических мостиков или мостовых кранов с соблюдением всех правил техники безопасности. Светильники, обслуживаемые с лестниц-стремян, не рекомендуется располагать над громоздким оборудованием, открытыми лентами транспортеров, а также в других местах, где затруднена их установка, и выше 5 м от пола. При использовании мостовых кранов светильники не должны находиться на расстоянии менее 1,8 м над настилом крана.

Конструкция самого светильника и способ прокладки групповой сети определяет выбор вида крепления светильников, основными из которых являются: подвеска на крюк или шпильку; установка на кронштейне, трубчатом подвесе или стойке; установка на осветительных коробах и шинопроводах; подвеска на тросе или тросовом проводе; встраивание в подвесной потолок; закрепление на подрозетнике.

Учебная практика УП.02.

Тема 1. Монтаж внутренних электрических проводок

Разметочные работы. Разметку выполняют до начала отделочных работ. При разметке учитывают удобство пользования и обслуживания проводки в эксплуатации, а также соблюдение правил электро- и пожарной безопасности.

Выполнение проходов и сечений. Трассы проводов при скрытой прокладке должны без труда определяться при эксплуатации проводок.

Чтобы исключить вероятность случайного повреждения проводки при последующей установке настенных картин, часов, ковров и т. д., трассы скрытой проводки выбирают, исходя из следующего:

- горизонтальную прокладку по стенам осуществляют параллельно линиям пересечения стен с потолком на расстоянии 10--20 см от потолка; магистральные штепсельные розетки прокладывают по горизонтальной линии, соединяющей штепсельные розетки;

- спуски и подъемы к выключателям, штепсельным розеткам и светильникам выполняют вертикально на расстоянии 10 см параллельно линиям дверных и оконных проемов или углов помещения;

- скрытую проводку по перекрытиям (в штукатурке, в щелях и пустотах железобетонных плит) выполняют по кратчайшему расстоянию между наиболее удобным местом перехода на потолок от ответвительной коробки к светильнику;

- разметку трасс скрытых проводок, углубленных в борозды стен и потолков, можно проводить по кратчайшему направлению от вводов к электропотребителям;

- провода и кабели прокладывают в местах, где исключена возможность их механического повреждения, в иных случаях они должны быть защищены.

Скрытая электропроводка монтируется частями: провода, проходящие от разветвительных коробок до стационарных осветительных приборов, монтируются на этапе строительства междуэтажных перекрытий; провода, проходящие в заштукатуренных бороздках, -- до оштукатуривания; установку разветвительных коробок, розеток, выключателей и светильников производим после оштукатуривания.

Главным преимуществом такого способа прокладки электропроводки является сохранение внешнего вида интерьера, а кроме того обеспечивается хорошая защита электропроводки от механических повреждений (хотя конечно просверлить ее или пробить гвоздем вешая картину все же можно). Недостатками являются — трудоемкость монтажа и сложность ремонта такой проводки, кроме того такой способ прокладки, как правило, обходится дороже.

Розетки, выключатели, разветвительные коробки и электрощитки так же имеют 2 типа исполнения: для открытой и для внутренней (скрытой) установки.

Скрытая проводка выполняется в трубах, металлических рукавах, закрытых коробах, замкнутых каналах, пустотах строительных конструкций, под штукатуркой, в заштукатуренных бороздах, если канальная система электропроводки не была заложена при строительстве объекта, а также замоноличенной в строительные конструкции при их изготовлении.

1. При скрытой прокладке проводов в стенах, содержащих сгораемые элементы, провода дополнительно защищают сплошным слоем негорючего материала со всех сторон. Если при этом проводка, прокладывается в трубах или коробах из трудносгораемых материалов, то сплошное негорючее покрытие вокруг проводов должно иметь толщину не менее 10 мм.

2. Для стационарных электропроводок предпочтительно применять провода с алюминиевыми жилами, однако использование алюминиевых проводов недопустимо в цепях, где могут присутствовать вибрации. Там можно использовать только провода с медными жилами. Медные провода, безусловно, должны применяться в музеях, картинных галереях, библиотеках, архивах и других хранилищах всероссийского значения.

3. Незащищенные изолированные провода при напряжении свыше 42 В в помещениях без повышенной опасности и при напряжении до 42 В в любых других помещениях прокладываются на высоте не менее 2 м, а в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных при напряжении свыше 42 В — на высоте 2,5 м от пола или уровня площадки обслуживания. Это требование не распространяется на спуски к выключателям, штепсельным розеткам, щиткам, пусковым аппаратам и светильникам, устанавливаемым на стене. В производственных помещениях эта часть проводки защищается от механических повреждений на высоте не менее 1,5 м от уровня пола или площадки обслуживания.

4. Если незащищенные изолированные провода пересекаются с любыми другими проводами и расстояние между ними менее 10 мм, то в местах пересечения на каждый незащищенный провод накладывают дополнительную изоляцию. При пересечении трубопроводов незащищенными или защищенными проводами и кабелями провода располагают не ближе 50 мм от трубы, а если по трубопроводам перемещаются горючие или легковоспламеняющиеся жидкости и газы, то не ближе 400 мм. При расстоянии между самими проводниками менее 250 мм провода и кабели дополнительно защищают от механических повреждений на длине не менее 250 мм в каждую сторону от трубопровода. Провода и кабели должны иметь тепловую изоляцию от горячих трубопроводов.

5. В местах прохода проводов и кабелей через стены, межэтажные перекрытия или местах выхода их из стены наружу следует обеспечить возможность смены электропроводки. Для этого проход выполняют в трубе, коробе, проеме и т.п. Для предотвращения проникновения воды или распространения пожара отверстия с проводами заделывают легкоудаляемой массой из негорючего материала. При переходах из сухого помещения в сухое или влажное либо из влажного во влажное все провода одной линии прокладывают в одной изоляционной трубе. В случае перехода в сырое помещение или выхода проводов из помещения наружу требуется отдельная труба для каждого провода. При переходе в сырое помещение или при выводе провода наружу соединение проводов выполняют внутри сухого или влажного помещения.

6. Провода и кабели могут быть проложены вплотную друг к другу пучками (группами) различной формы (например, круглой, прямоугольной в несколько слоев и т. п.) на лотках, опорных поверхностях, тросах, струнах, полосах и других несущих конструкциях. Провода и кабели каждого пучка должны скрепляться между собой. В коробах провода и кабели прокладывают многослойно с упорядоченным или произвольным (россыпью) взаимным расположением.

Для крепления проводок и корпусов электрических аппаратов применяют пластмассовые и металлические дюбели, дюбель с волокнистым наполнением и распоркой гайкой, болты, шпильки, скобы, штыри, крюки, а также специальные дюбель для строительно-монтажных пистолетов.

Для упрощения работ по монтажу, а также для снижения трудоемкости и стоимости работ некоторые крепежные детали и мелкие изделия (масса до 200 г, опорная поверхность не менее 4 см²) можно приклеивать к ровной поверхности стен с помощью клея БМК-5.

Тема 2. Монтаж воздушных и кабельных линий

Монтаж воздушных ЛЭП. Технологический процесс монтажа линии электропередачи (ЛЭП) включает в себя:

- подготовительные работы, в ходе которых знакомятся с районом прохождения трассы, разбивают трассу, рубят просеки, роют котлованы под опоры, подготавливают разного рода производственные, хозяйственные и коммунальные помещения;
- основные строительно-монтажные работы, в ходе которых развозят по местам, собирают и устанавливают опоры, доставляют и монтируют изоляторы, провода и тросы.

Разбивка трассы. Разбивкой трассы ВЛ называют комплекс работ по определению на местности проектных направлений линии и мест установки опор. Трасса должна быть проложена на местности так, чтобы после сооружения линии обеспечивались нормальные условия движения транспорта и пешеходов, удобства эксплуатационного обслуживания и ремонта всех элементов линии.

Разбивку трассы воздушной линии начинают с того, что с помощью теодолита определяют направление первого прямолинейного участка линии, а затем по этому направлению устанавливают две вешки: одну в начале участка, а другую — на расстоянии 200–300 м от нее (в зависимости от условий видимости).

По полученному направлению в местах размещения опор, указанных в проекте, устанавливают временно вешки, которые визируют с концов участка линии для проверки правильности расположения их в створе сооружаемой ВЛ, а затем эти вешки удаляют, заменяя пикетными знаками.

Сборка опор. В процесс сборки и монтажа опор входят: выкладка железобетонных стоек и отдельных элементов стальных опор, сборка опоры, установка опоры в проектное положение, ее выверка и закрепление. Как правило, выкладка опоры и ее элементов производится вдоль оси ВЛ. В отдельных случаях исходя из рельефа местности и условий ее подъема в вертикальное положение выкладка и сборка опоры производится поперек оси трассы ВЛ.

На косогорах выкладку и сборку опор необходимо делать вдоль оси ВЛ, траверсами в сторону подъема косогора. На участках пересечения линии электропередачи с автомобильными и железными дорогами, реками и оврагами, а также линиями связи опоры выкладывают вдоль оси линии, траверсами и тросостойкой в сторону пересекаемых объектов при расстоянии от центра установки опоры до пересечения не меньше 1,5 высоты опоры. Это расстояние считается: от центра опоры до бровки кювета при пересечении с автодорогами; с

железными дорогами — до проекции линий связи и автоблокировки, а при их отсутствии — до края основного земляного полотна; с оврагами — до их бровки; с реками — до уреза воды; с линиями связи и линиями ВЛ — до проекции их крайнего провода.

Если во время осмотра опоры перед сборкой обнаружатся отдельные элементы опор с повреждениями, то к ее сборке до исправления и замены этих элементов или деталей приступать запрещается.

Установка железобетонных опор производится, как правило, стреловыми кранами и кранами-установщиками опор типа КВЛ. При необходимости подтягивания стоек используется трактор. Диаметр цилиндрического пробуренного котлована не должен превышать диаметра стойки более чем на 25 %. При большей разнице устанавливается верхний ригель. Ригели на промежуточных опорах располагаются вдоль оси ВЛ.

Время между устройством котлована и установкой в него опоры не должно превышать одних суток.

При установке двухстоечных и порталных железобетонных опор производится установка последовательно одной и второй стоек, затем монтаж траверс, верхних концов крестовых связей между стойками и закрепление нижних концов крестовых связей.

После подъема и установки краном свободностоящих опор в выкопанные котлованы опоры должны быть временно раскреплены оттяжками, а затем установлены нижние и верхние ригели. Окончательное закрепление опор осуществляется обратной засыпкой грунтом только после их выверки засыпкой в пазухи грунта с послойным тромбованием.

Монтаж проводов и тросов. Для выполнения основной операции при монтаже проводов — навески их на опоры — выполняются определенные подготовительные операции, в том числе:

- доставка барабанов с проводами на место их раскатки;
- доставка изоляторов и арматуры на пикеты, где производится их сборка;
- закладка якорей для промежуточной анкеровки проводов (если это требуется) в длинных анкерных пролетах.

Раскатка, соединение и ремонт проводов ВЛ. Раскатку барабанов с проводом производят либо с транспортеров, раскаточных тележек, саней, либо с неподвижных устройств, на которые с помощью вала устанавливают барабаны. Предпочтение отдается первому способу. Раскатку начинают от анкерной опоры на очень малой скорости, не допуская волочения проводов по земле. Оставшиеся на барабане 10–15 витков разматывают вручную в обратную сторону. При раскатке следующих барабанов оставляют концы длиной 2–3 м с каждой стороны для сращивания. При раскатке барабанов необходимо добиваться синхронности работы раскаточного устройства и скорости движения трактора.

Раскатку проводов и канатов волочением можно применять, только когда исключается возможность их повреждения, например, по травяному покрову, гладкому льду, неглубокому снегу и т. п. Чтобы ограничить волочение проводов и канатов по земле, их при прохождении опор закладывают в раскаточные ролики и поднимают на опоры, после чего продолжают раскатку до следующей опоры. Во время раскатки ведется наблюдение за правильностью сматы-

вания провода с барабана и повреждениями провода и троса.

Соединение сталеалюминиевых проводов и грозозащитных тросов производят одновременно с их раскаткой.

Допускается соединение сталеалюминиевых проводов сечением до 185 мм² в пролетах методом скручивания с последующей сваркой выпущенных концов, а сечением 240 мм² и выше в шлейфах анкерных опор — сваркой концов проводов с последующим опрессованием алюминиевых корпусов зажимов гидравлическими прессами.

Перед соединением проводов важное значение имеет подготовка проводов и арматуры к соединению. Подготовка к соединению заключается в основном в очистке провода и арматуры от грязи, удалении оксида алюминия и смазки соединяемых концов. Подготовка должна производиться очень быстро, так как алюминий быстро окисляется.

Соединение проводов методом скручивания. Подготовленные соединяемые концы проводов с двух сторон внахлестку вводят в овальный соединительный зажим типа СОАС. На выступающие концы накладывают бандажи и устанавливают зажим в приспособление МИ-189А для проводов сечением до 35 мм² или в приспособление МИ-230А для проводов сечением от 50 до 185 мм². Количество оборотов должно быть не менее четырех. При соединении проводов марки АС 185 между ними вставляют вкладыш.

Соединение проводов опрессованием. Его выполняют поэтапно. Перед опрессованием выправляют концы проводов и накладывают первый бандаж из проволоки. Концы проводов обрезают. Затем накладывают второй бандаж на расстоянии 115 мм от конца на проводах от АС 185/24 до АС 330/43 и 125 мм на проводах от АС 330/66 и выше. Для проводов АС 400/18 и АС 400/22 это расстояние также равно 115 мм. На расстоянии 5 мм от второго бандажа удаляют алюминиевые жилы, не допуская при этом повреждения стального сердечника. Свободный конец стального сердечника промывают бензином. На один конец стального сердечника надевают стальной сердечник зажима. Второй конец сердечника провода вводят в сердечник зажима с другой стороны так, чтобы проволоки второго конца проходили между проволоками первого сердечника и выходили с другой стороны на 10–15 мм с каждой стороны. Опрессовку стального сердечника зажима производят по всей длине от середины к концам, перекрывая предыдущее место опрессовки не менее чем на 5 мм. На очищенную поверхность алюминиевой части провода и сердечник зажима надвигают корпус зажима и опрессовывают его от середины к концам, перекрывая предыдущий сжим не менее чем на 5 мм. Провода соединяют с помощью зажима САС.

Соединения проводов в шлейфах выполняют петлевыми переходными зажимами типа ПАС или сваркой термитным патроном. При этом концы проводов опрессовывают лапками зажимов, а зажимы соединяют болтами. При переходе с одной марки проводов на другую в шлейфах анкерных опор устанавливают петлевые переходные прессуемые зажимы типа ПП. Опрессование лапок зажима производят приспособлением типа МИ.

Соединение грозозащитных тросов осуществляют с помощью соединительных зажимов типа СВС.

Использование энергии взрыва. Этот метод применяется для опрессовки соединительных, шлейфовых, натяжных, ответвительных и ремонтных зажимов при соединении сталеалюминиевых проводов АС 240 — АС 500, АС 70/72, а также при соединении стальных канатов грозозащитных тросов С 50 и С 70. При этом опрессование стального сердечника и алюминиевой оболочки провода осуществляют за один раз. Соединение взрывом может выполняться на высоте. Опрессование взрывом может производиться только при наличии разрешения на право производства взрывных работ. Подготовку провода и монтаж зажимов при этом производят по технологии, аналогичной для опрессования гидравлическим способом.

Соединение проводов взрывом производят в соответствии с Технологическими правилами по производству работ при опрессовке проводов с использованием энергии взрыва.

Соединение проводов сваркой термитными патронами. Его применяют при соединении проводов в шлейфах анкерных опор. Термитные патроны выпускаются двух типов: ПАС и ПА. Патроны ПАС состоят из стальной трубки, на которой запрессована термитная шашка, и алюминиевого вкладыша. Сбоку на шашке наносят красную метку. Патроны типа ПА состоят из трубки с надетой на нее термитной шашкой с вертикальным отверстием и колпачков или втулок, надеваемых на свариваемые провода. Соединение сталеалюминиевых проводов сваркой производят в соответствии с Типовой инструкцией по сварке неизолированных проводов с помощью термитных патронов.

Натягивание и крепление провода. По окончании работ по раскатке и соединению проводов их поднимают на опоры для визирования и окончательного закрепления. Натяжение может осуществляться отдельно каждого провода или одновременно двух или трех проводов через уравнивательные блоки. При вертикальном расположении проводов монтаж начинается с верхних, а при наличии грозозащитных тросов — с них. В определенных случаях целесообразно поднимать провода с гирляндами изоляторов и монтажными роликами; тогда производят предварительную сборку гирлянд изоляторов.

Количество изоляторов в гирлянде и их тип зависят от напряжения линии, материала опор, механических нагрузок и определяются проектной организацией. Изоляторы, имеющие трещины, сколы, царапины глазури, плохую оцинковку, к сборке не допускаются. Собирают гирлянды вершинами в сторону подъема. В собранной гирлянде к верхнему ее изолятору прикрепляют серьгу, а к нижнему — ушко.

В собираемую гирлянду устанавливают все элементы арматуры, за исключением натяжного или поддерживающего зажима, который крепится вместе с проводом.

Все замки изоляторов устанавливают так, чтобы запирающие концы замков были расположены книзу у натяжных гирлянд и в сторону стойки опоры у поддерживающих. Подъем монтажного подвеса и гирлянды изоляторов с проводом и монтажным роликом производится через специальные такелажные блоки, укрепленные на траверсе опоры у места подвеса гирлянды.

Монтаж кабельных линий напряжением до 10 кВ. Общие положения

Перед размоткой кабеля барабан устанавливается на домкраты и поднимается на 0,15–0,20 м от поверхности земли, кузова автомобиля и т. п. так, чтобы барабан мог свободно вращаться, не смещаясь при этом вдоль оси. Барабан устанавливается так, чтобы кабель разматывался с верхней части барабана.

На поворотах трасс кабель не должен изгибаться больше допустимых норм. Кратность радиуса внутренней кривой изгиба кабеля (R) по отношению к его наружному диаметру (d) должна быть: для кабелей с бумажной изоляцией напряжением 1–10 кВ в алюминиевой оболочке — не менее 25, в свинцовой — не менее 15 диаметров кабеля; для кабелей с пластмассовой изоляцией напряжением до 1 кВ бронированных без оболочки — не менее 10, небронированных в пластмассовой оболочке — не менее шести диаметров кабеля.

Допустимые усилия тяжения кабелей. Допустимые усилия тяжения для кабелей напряжением до 10 кВ нормированы. Усилия тяжения при размотке кабеля контролируют с помощью динамометра или другого контрольного устройства, устанавливаемого на лебедке. Рекомендуется использовать контрольное устройство с автоматическим расцеплением лебедки, когда усилие тяжения достигнет установленного значения для прокладываемого кабеля.

Допустимые разности уровней кабелей. При прокладке по вертикальным и наклонным участкам трассы кабелей с бумажной нормально пропитанной изоляцией ограничивают перепад уровня их высшей и низшей точек, чтобы предотвратить отекание пропитывающего состава. Кабели в свинцовой оболочке прокладывают с максимальным перепадом уровней 25 м при напряжении 1–3 кВ и 15 м при напряжении 6–10 кВ; кабели в алюминиевой оболочке — 25 м при напряжении 1–3 кВ, 20 м при напряжении 6 кВ и 15 м при напряжении 10 кВ. Если указанный перепад уровней выдержать нельзя, кабельные линии секционируют, устанавливая стопорные или эпоксидные соединительные муфты, даже если кабель имеет одну строительную длину. Кабель с обедненной бумажной изоляцией прокладывают с перепадом уровней до 100 м при наличии общей оболочки для всех жил и 300 м, если каждая жила заключена в отдельную оболочку.

Для кабелей с бумажной нестекающей пропиткой, резиновой или пластмассовой изоляцией перепад уровней не ограничивают.

Тема 3. Эксплуатация электродвигателей

Электродвигатели, пускорегулирующие устройства и защиты, а также все электрическое и вспомогательное оборудование к ним выбираются и устанавливаются в соответствии с ПУЭ.

На электродвигатели и приводимые ими механизмы должны быть нанесены стрелки, указывающие направление вращения.

На электродвигателях и пускорегулирующих устройствах должны быть надписи с наименованием агрегата и (или) механизма, к которому они относятся.

При кратковременном перерыве электропитания должен быть исключен самозапуск электродвигателей ответственных механизмов при повторной пода-

че напряжения для сохранения механизмов в работе по условиям технологического процесса и по условиям безопасности.

Перечень ответственных механизмов, участвующих в самозапуске, должен быть утвержден техническим руководителем Потребителя.

Продуваемые электродвигатели, устанавливаемые в пыльных помещениях и помещениях с повышенной влажностью, должны быть оборудованы устройствами подвода чистого охлаждающего воздуха, температура которого и его количество должны соответствовать требованиям заводских инструкций.

Плотность тракта охлаждения (корпуса электродвигателя, воздухопроводов, заслонок) должна проверяться не реже 1 раза в год.

Напряжение на шинах распределительных устройств должно поддерживаться в пределах 100-105 % от номинального значения. Для обеспечения долговечности электродвигателей использовать их при напряжении выше 110 и ниже 90 % от номинального не рекомендуется.

При изменении частоты питающей сети в пределах $\pm 2,5$ % от номинального значения допускается работа электродвигателей с номинальной мощностью.

Номинальная мощность электродвигателей должна сохраняться при одновременном отклонении напряжения до ± 10 % и частоты до $\pm 2,5$ % номинальных значений при условии, что при работе с повышенным напряжением и пониженной частотой или с пониженным напряжением и повышенной частотой сумма абсолютных значений отклонений напряжения и частоты не превышает 10 %.

На групповых сборках и щитках электродвигателей должны быть предусмотрены вольтметры или сигнальные лампы контроля наличия напряжения.

Электродвигатели механизмов, технологический процесс которых регулируется по току статора, а также механизмов, подверженных технологической перегрузке, должны быть оснащены амперметрами, устанавливаемыми на пусковом щите или панели. Амперметры должны быть также включены в цепи возбуждения синхронных электродвигателей. На шкале амперметра должна быть красная черта, соответствующая длительно допустимому или номинальному значению тока статора (ротора).

Электродвигатели с короткозамкнутыми роторами разрешается пускать из холодного состояния 2 раза подряд, из горячего - 1 раз, если заводской инструкцией не допускается большее количество пусков. Последующие пуски разрешаются после охлаждения электродвигателя в течение времени, определяемого заводской инструкцией для данного типа электродвигателя.

Повторные включения электродвигателей в случае отключения их основными защитами разрешаются после выяснения причин сбоя работы защит и проведения контрольных измерений сопротивления изоляции.

Для электродвигателей ответственных механизмов, не имеющих резерва, одно повторное включение после действия резервных защит разрешается по результатам внешнего осмотра двигателя.

Электродвигатели, длительно находящиеся в резерве, должны быть постоянно готовы к немедленному пуску; их необходимо периодически осматривать и опробовать вместе с механизмами по графику, утвержденному техническим руководителем Потребителя. При этом у электродвигателей наружной установки, не имеющих обогрева, должны проверяться сопротивление изоляции обмотки статора.

Электродвигатели должны быть немедленно отключены от сети в следующих случаях:

- при несчастных случаях с людьми;
- появлении дыма или огня из корпуса электродвигателя, а также из его пускорегулирующей аппаратуры и устройства возбуждения;
- поломке приводного механизма;
- резком увеличении вибрации подшипников агрегата;
- нагреве подшипников сверх допустимой температуры, установленной в инструкции завода-изготовителя.

В эксплуатационных инструкциях могут быть указаны и другие случаи, при которых электродвигатели должны быть немедленно отключены, а также определен порядок устранения аварийного состояния и пуска электродвигателей.

Профилактические испытания и ремонт электродвигателей, их съем и установку при ремонте должен проводить обученный электротехнический персонал Потребителя или подрядной организации.

Периодичность капитальных и текущих ремонтов электродвигателей определяет технический руководитель Потребителя. Как правило, ремонты электродвигателей должны выполняться одновременно с ремонтом технологических агрегатов.

Профилактические испытания и измерения на электродвигателях должны проводиться, руководствуясь нормами и объемом испытаний электрооборудования.

Тема 4. Эксплуатация воздушных линий ВЛ-0,4 кВ и кабельных линий

Общие требования к организации эксплуатации и технического обслуживания

1. На ВЛ и КЛ классов напряжений от 0,4 до 20 кВ должен быть организован постоянный и периодический контроль (осмотры, технические освидетельствования) технического состояния элементов линии и линии в целом, определены ответственные лица за их состояние и безопасную эксплуатацию, назначен персонал по техническому надзору и утверждены его должностные обязанности отвечать требованиям настоящего стандарта.

2. Организация эксплуатации и технического обслуживания должна быть ориентирована на выполнение работ по критерию технического состояния ВЛ и КЛ классов напряжений до 20 кВ с определением эффективного минимума числа контролируемых параметров ВЛ и КЛ при эксплуатации.

3. Эксплуатация и техническое обслуживание линии должно быть направлено на обеспечение:

- механической прочности конструктивных элементов и нормированного расположения элементов линии при возмущающих воздействиях окружающей среды;
- качественное обслуживание под напряжением коммутационных аппаратов с относительно большим количеством операций отключения токов короткого замыкания на линии;

- нормированных параметров линейной арматуры, обеспечивающей безопасность работ по отсоединению и присоединению элементов линии под напряжением;

4. Проведение комплекса работ, направленного на обеспечение надежности функционирования ВЛ и КЛ классов напряжений от 0,4 до 20 кВ, с определенной периодичностью при оптимальных финансовых, трудовых и материальных затратах. Комплексы работ включают:

- проведение ТО, плановых и капитальных ремонтов, аварийно-восстановительного ремонта;

- накопление и изучение опыта эксплуатации;

- определение оптимальной периодичности и продолжительности проведения капитальных, средних и текущих ремонтов, а также периодичности технического обслуживания, учитывающие конкретные условия эксплуатации воздушных линий электропередачи классов напряжений от 0,4 до 20 кВ;

- организация передовых методов проведения работ на ВЛ, в том числе специализации ремонтных работ;

- контроль качества выполняемых работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования;

- своевременное обеспечение ремонтных работ материалами, запасными частями и комплектующими изделиями;

- анализ параметров и мониторинг показателей технического состояния ВЛ и КЛ и линейного электрооборудования до и после ремонта по результатам испытаний.

5. Ответственность за техническое состояние электрооборудования, конструкций и элементов линии, выполнение объемов ремонтных работ, полноту выполнения подготовительных работ, своевременное обеспечение запланированных объемов ремонтных работ запасными частями и материалами, а также сроки и качество выполненных ремонтных работ возлагается на технического руководителя организации, эксплуатирующей электрические сети.

6. При выдаче задания на проектирование вновь создаваемых или подлежащих реконструкции и техническому перевооружению ВЛ и КЛ организации, эксплуатирующие электрические сети должны предоставлять проектным организациям информацию о РКУ по гололеду и ветру, степени загрязнения атмосферы и другую информацию, характеризующую местные условия, которые должны быть учтены в проектной документации.

7. При выполнении работ по реконструкции и техническому перевооружению ВЛ и КЛ, выполняемых заказчиком (застройщиком) и подлежащих сдаче в эксплуатацию, организация, эксплуатирующая электрические сети должна организовать технический контроль (надзор) за производством работ на соответствие утвержденной технической документации по ГОСТ 21.101.

8. Приемка ВЛ и КЛ к эксплуатации после нового строительства, реконструкции или технического перевооружения должна производиться в соответствии с действующими строительными нормами и правилами, а также СТО 70238424.29.240.20.001-2011.

9. При эксплуатации ВЛ в пролетах пересечения действующей линии с другими ВЛ и линиями связи на каждом проводе или тресе пересекающей ВЛ

допускается не более двух соединений; количество соединений проводов и тросов на пересекаемой ВЛ не регламентируется.

10. Организация, эксплуатирующая электрические сети должна содержать в исправном состоянии:

- сигнальные знаки на берегах в местах пересечения ВЛ с судоходной или сплавной рекой, озером, водохранилищем, каналом, установленные согласно уставу внутреннего водного транспорта по согласованию с бассейновым управлением водного пути (управлением каналов);

- устройства светоограждения, установленные на опорах ВЛ в соответствии с требованиями правил маркировки и светоограждения высотных препятствий;

- постоянные знаки, установленные на опорах в соответствии с проектом ВЛ и положениями нормативных документов;

- дорожных знаков ограничения габаритов, устанавливаемых на пересечениях ВЛ с автомобильными дорогами.

11. На ВЛН классов напряжений от 1 до 20 кВ, подверженных интенсивному гололедообразованию, допускается при соответствующем технико-экономическом обосновании плавка гололеда электрическим током.

Организация, эксплуатирующая электрические сети должна контролировать процесс гололедообразования на ВЛН и обеспечивать своевременное включение схем плавки гололеда. Линии, на которых производят плавку гололеда, должны быть оснащены устройствами автоматического контроля и сигнализации гололедообразования и процесса плавки, коммутационными аппаратами для обеспечения необходимых контактов.

12. Техническое обслуживание, ремонт ВЛ и КЛ классов напряжений от 0,4 до 20 кВ и линейного электрооборудования (оборудования установленного на опорах линии или специальных порталах) выполняется, в основном, персоналом организации, эксплуатирующей электрические сети.

Подрядные организации привлекаются для выполнения больших объемов капитального или аварийно-восстановительного ремонта.

Тема 5. Производственные ситуации, возникающие при обслуживании электрооборудования животноводческих ферм

В животноводстве основной проблемой является обеспечение эффективного использования в основном стационарного оборудования, выбора структуры и оптимизации режимов работы целых поточных линий, оценки эффективности их работы с учетом производственных условий.

Специфические особенности эксплуатации машин и оборудования на фермах и комплексах заключаются в том, что абсолютное большинство животноводческих предприятий не имеет дублирующего или резервного оборудования, средства механизации в них используются круглый год в агрессивной среде и в непосредственном контакте с животными, оказывают существенное влияние на их продуктивность и здоровье, на качество продукции, ритмичность выполнения технологических процессов и распорядок рабочего дня. Продолжительные отказы машин недопустимы, так как это приводит к нарушению технологии содержания, оборачивается крупными потерями про-

дукции, вынужденным временным привлечением дополнительных рабочих и снижением экономических показателей работы предприятия.

Особенности применения электрооборудования в животноводстве применяемые при анализе производственных ситуаций.

Допустимое напряжение прикосновения для крупного рогатого скота очень мало (24 В при времени действия более 5 с). Кроме того, если коровы попадают под напряжение 3...4 В, у них снижается надой молока, причем это снижение достигает 40 %. Поэтому к устройству электроустановок в животноводческих помещениях предъявляют особые требования. Чтобы устранить возможность появления в цепях зануления напряжения относительно земли, к симметричности нагрузок по фазам предъявляют высокие требования. Для этого на ферме, как правило, применяют электроприемники в трехфазном исполнении. Допускается использовать однофазные электроприемники мощностью не более 1,3 кВт, включаемые на линейное напряжение, и мощностью 0,6 кВт, включаемые на фазное напряжение. Осветительная нагрузка на фермах должна равномерно распределяться по всем фазам.

Пусковую и защитную аппаратуру электроустановок рекомендуется размещать вне помещений, в которых содержатся животные и птица. Пульты и кнопки управления устанавливаются непосредственно у рабочих машин. Если невозможно расположить аппаратуру управления в специальных помещениях, принимают меры для защиты ее от воздействия окружающей среды либо используют оборудование соответствующего исполнения, удовлетворяющее условиям окружающей среды. В животноводстве нужно применять электрооборудование специального сельскохозяйственного исполнения. Допускается использовать оборудование общепромышленного назначения химовлагодостойкого исполнения.

Чтобы снизить возможность поражения электрическим током людей и животных, на фермах можно применять электрические водонагреватели только элементного или электродного типов промышленного производства.

Водонагреватели электродного типа допускаются в эксплуатацию оборудованными блокировочным устройством, исключающим открытие водозаборного крана до отключения водонагревателя от сети.

Для защиты от поражения электрическим током в сетях 380/220 В с заземленной нейтралью металлические части электрооборудования, которые в результате пробоя изоляции могут оказаться под напряжением, присоединяют к нулевому проводу (зануляют). Однако на зануленном оборудовании животноводческих ферм при пробое изоляции (однофазном коротком замыкании на корпус) перераспределяется падение напряжения между фазным и нулевым проводами. При этом на нулевом проводе относительно земли появляется напряжение более 65 В. Все зануленное оборудование (металлические трубопроводы, транспортеры для раздачи кормов, уборки навоза и другие машины и механизмы, к которым могут прикасаться животные) оказывается под недопустимым напряжением прикосновения. Для этого металлические конструкции, к которым могут прикасаться животные, надежно изолируют от корпусов электрооборудования, электроаппаратуры, т. е. от нулевого провода электросети. Для этого в ответвлениях от магистральных линий водопроводов к автопоилкам, к электронагревателям и другим электроприемникам, связанным с водо-

проводами, в вакуум проводах доильных агрегатов устанавливают изолирующие вставки. Длину вставки определяют расчетом, но на трубопроводах с токопроводящими жидкостями она должна быть не менее 1 м.

Изолирующие вставки систематически, не реже одного раза в год, проверяют на чистоту и целость внутренней и наружной поверхностей. Цепи для привязки скота, кормушки, поилки и другие части оборудования ферм, к которым возможно непосредственное касание животных, рекомендуется изготавливать из изоляционного материала (нейлона, пластмассы ит. п.).

Однако очень часто полную изоляцию металлических конструкций животноводческих помещений от электрооборудования и нулевого провода электросети выполнить практически невозможно. В этих случаях электробезопасность животных на фермах крупного рогатого скота можно обеспечить путем устройства выравнивания электрических потенциалов. Для этого вдоль каждого стойла на уровне расположения передних и задних ног животных, под деревянным настилом (в бетоне или под ним) укладывают продольные выравнивающие проводники — заземлители из круглой стальной проволоки — катанки диаметром 6... 10 мм. Продольные заземлители соединяют четырьмя поперечными заземлителями по торцам и в середине фермы. Полученный выравнивающий контур надежно соединяют со всеми металлическими конструкциями помещения (стойками механической привязи, навозным транспортером и т. п.).

Кроме того, металлические конструкции машин, механизмов, трубопроводы должны быть присоединены к нулевому проводу (занулены). Все соединения в устройстве выравнивания потенциалов сваривают, за исключением соединений в торцевой части каждого ряда животных, которые выполняют болтами и используют для проверки целости цепи выравнивающих проводников. Надежная эффективность действия устройства выравнивания электрических потенциалов и установки изолирующих вставок обеспечивается только при исправной системе зануления и целости нулевого провода.

Целость выравнивающих проводников (заземлителей), сети зануления проверяют не реже 2 раз в год. Значение сопротивления двух выравнивающих проводников должно быть не более 1 Ом.

При выполнении устройства выравнивания потенциалов технологическое оборудование не изолируют и изолирующие вставки на трубопроводах не устанавливают. Для включения переносных электроустановок в животноводческих помещениях устанавливают герметизированные штепсельные розетки с заземляющим гнездом (контактом).

В кормоприготовительных помещениях необходимо:

- 1) заземлять металлические корпуса запарников, выключателей, водопроводные трубы, присоединенные к запарникам;
- 2) применять переносные лампы на напряжение 12 В, подключаемые к сети через понижающий трансформатор;
- 3) иметь на распределительном щитке общий выключатель, позволяющий отключить все электроустановки.

Учебная практика УП.03

Тема 1. Схемы светильников с люминесцентными лампами

Принцип работы люминесцентного светильника.

В светильниках дневного света использована способность паров ртути излучать инфракрасные волны под воздействием электричества. В видимый для нашего глаза диапазон, это излучение переводят вещества-люминофоры.

Потому обычная люминесцентная лампа представляет собой стеклянную колбу, стенки которой покрыты люминофором. Внутри также находится некоторое количество ртути. Имеются два вольфрамовых электрода, обеспечивающих эмиссию электронов и разогрев (испарение) ртути. Колба заполнена инертным газом, чаще всего — аргоном. Свечение начинается при наличии паров ртути, разогретых до определенной температуры.

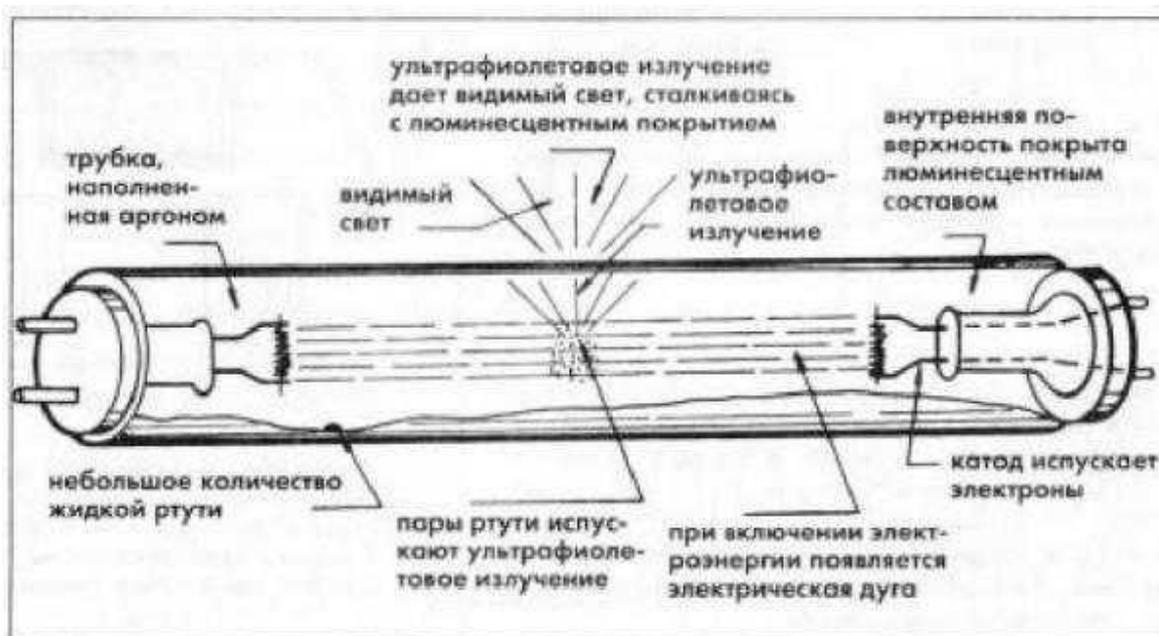


Рис. 6. Принципиальное устройство люминесцентной лампы дневного света.

Но для испарения ртути обычного напряжения сети недостаточно. Для начала работы параллельно с электродами включают пускорегулирующие устройства (сокращенно ПРА). Их задача — создать кратковременный скачок напряжения, необходимый для начала свечения, а затем ограничивать рабочий ток, не допуская его неконтролируемого возрастания. Эти устройства — ПРА — бывают двух видов — электромагнитные и электронные. Соответственно, схемы отличаются.

Схемы со стартером.

Самыми первыми появились схемы со стартерами и дросселями. Это были (в некоторых вариантах и есть) два отдельных устройства, под каждое из которых имелось свое гнездо. Также в схеме есть два конденсатора: один включен параллельно (для стабилизации напряжения), второй находится в корпусе

стартера (увеличивает длительность стартового импульса). Называется все это «хозяйство» — электромагнитным балластом. Схема люминесцентного светильника со стартером и дросселем — на фото ниже.

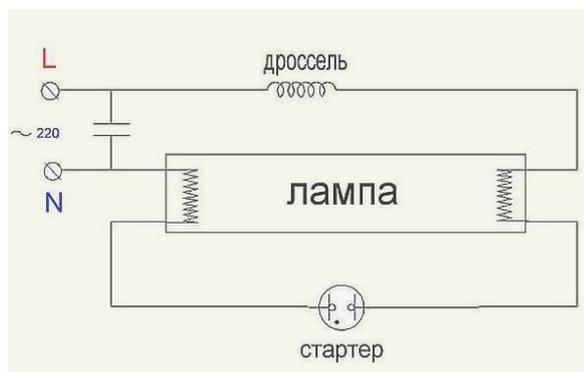


Рис. 7. Схема подключения люминесцентных ламп со стартером.

Вот как она работает:

- При включении питания, ток протекает через дроссель, попадает на первую вольфрамовую спираль. Далее, через стартер попадает на вторую спираль и уходит через нулевой проводник. При этом вольфрамовые нити понемногу раскаляются, как и контакты стартера.
- Стартер состоит из двух контактов. Один неподвижный, второй подвижный биметаллический. В нормальном состоянии они разомкнуты. При прохождении тока биметаллический контакт разогревается, что приводит к тому, что он изгибается. Согнувшись, он соединяется с неподвижным контактом.
- Как только контакты соединились, ток в цепи мгновенно вырастает (в 2-3 раза). Его ограничивает только дроссель.
- За счет резкого скачка очень быстро разогреваются электроды.
- Биметаллическая пластина стартера остывает и разрывает контакт.
- В момент разрыва контакта возникает резкий скачок напряжения на дросселе (самоиндукция). Этого напряжения достаточно для того, чтобы электроны пробивали аргоновую среду. Происходит розжиг и постепенно лампа выходит на рабочий режим. Он наступает после того, как испарилась вся ртуть.

Рабочее напряжение в лампе ниже сетевого, на которое рассчитан стартер. Потому после розжига он не срабатывает. В работающем светильнике его контакты разомкнуты и он никак в ее работе не участвует.

Эта схема называется еще электромагнитный балласт (ЭМБ), а схема работы электромагнитное пускорегулирующее устройство — ЭмПРА. Часто это устройство называют просто дросселем.

Две трубки и два дроссели.

В светильниках на две лампы дневного света два комплекта подключаются последовательно:

- фазный провод подается на вход дросселя;
- с выхода дросселя идет на один контакт лампы 1, со второго контакта уходит на стартер 1;

- со стартера 1 идет на вторую пару контактов той же лампы 1, а свободный контакт соединяют с нулевым проводом питания (N);

Так же подключается вторая трубка: сначала дроссель, с него — на один контакт лампы 2, второй контакт этой же группы идет на второй стартер, выход стартера соединяется со второй парой контактов осветительного прибора 2 и свободный контакт соединяется с нулевым проводом ввода.

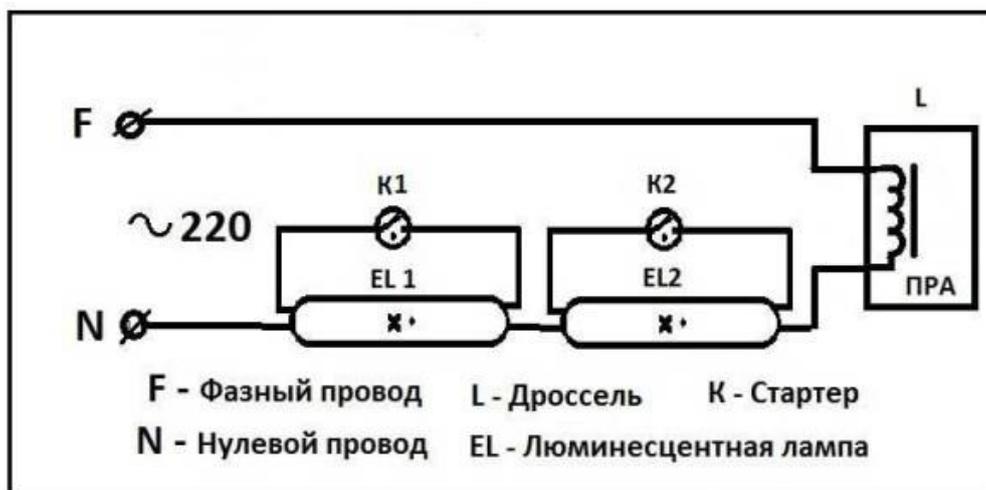


Рис. 8. Схема подключения на две лампы дневного света.

Та же схема подключения двухлампового светильника дневного света продемонстрирована в видео. Возможно, так будет проще разобраться с проводами.

Тема 2. Техническое обслуживание светильников

В состав работ по техническому обслуживанию светильников входят следующие операции:

- ✓ проверка крепления, состояния крюков и кронштейнов;
- ✓ проверка соответствия мощности установленных ламп;
- ✓ проверка состояния изоляции проводов в местах ввода их в светильники и в местах оконцевания;
- ✓ удаление пыли и грязи с арматуры светильников;
- ✓ снятие стекол и электроламп и их промывка;
- ✓ замена стекол, имеющих трещины и сколы;
- ✓ снятие корпуса патрона, зачистка контактов, подтягивание ослабевших зажимов;
- ✓ осмотр состояния осветительной арматуры и замена неисправных деталей;
- ✓ окраска металлических частей арматуры.

Все виды работ проводят при отключении напряжения.

Тема 3. Техническое обслуживание щитка освещения

Таблица 2. Технологическая карта по техническому обслуживанию и ремонту группового осветительного щитка

3.4.1.	Проверить отсутствие напряжения на щитке освещения	ПОТ Р М-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00	Визуально измерение	Отсутствие напряжения	Указатель напряжения			
3.4.2.	Снятие крышки щитка	06.01.03-78			Отвертка, нож монтерский, напильник	Крепежные винты закрасены, срыв резьбы винта, повреждение корпуса щитка, панели, закрывающей токоведущие части	Очистить винты от краски, заменить винт, устранить повреждения корпуса щитка, панели или заменить	
3.4.3.	Очистка щитка от пыли, грязи, следов кабельного масла	06.01.03-78	визуально	Чистая поверхность, отсутствие пыли, грязи		Ветошь, мыльный раствор, бензин Б-70		
3.4.4.	Проверить правильность, равномерность фазных подключений	06.01.03-78	визуально	Равномерная пофазная нагрузка, с отдельными автоматами питания линий	Отвертка	Неравномерное подключение линий	Равномерно подключить линии	
3.4.5.	Проверка состояния контактов и контактных соединений пакетного выключателей и автоматов	06.01.03-78	визуально	Отсутствие окислений, нагара на контактах	Отвертка, надфиль, напильник	Окисление, нагар на контактах	Очистить контакты от нагара, окисления.	
3.4.6.	Снять крышки с автоматов, проверить включение, отключение автомата, установить крышки	06.01.03-78	Визуально	Включение, отключение без заеданий, отсутствие нагара на контактах	Прибор для проверки эл.цепи, отвертка	Окислы, нагар, изменение цвета изоляции, автомат не включается, не отключается	Заменить автомат	
3.4.7.	Проверить маркировку отходящих линий, знаки безопасности на щитке	06.01.03-78	Визуально	Четкая маркировка		Нечеткая маркировка, отсутствие маркировки	Обновить или восстановить маркировку	
3.4.8.	Выполнить замер изоляции щитка, отходящих линий	06.01.03-78	Измерение	Сопротивление изоляции не менее 0,5МОм	Мегаомметр на 0,5МОм, х/б салфетка, спирт, лента ПВХ, Х/Б, ЛЭТ-САР	Сопротивление изоляции менее 0,5МОм	Очистить, восстановить изоляцию, выявить элементы с поврежденной изоляцией и их заменить	Изоляция отходящих линий замеряется при выкрученных лампах, стартерах, отключении от щитка
3.4.9.	Выполнить замер нагрузки по фазам	06.01.03-78	Измерение	Равномерное распределение нагрузки по фазам, ток отходящих линий не превышает ном. Ток автомата	Токовые клещи	Не равномерное распределение нагрузки по фазам, ток отходящей линии больше номинального тока автомата	Равномерно распределить нагрузку, доложить мастеру	При необходимости, по указанию мастера

Тема 4. Техническое обслуживание щита уличного освещения

Ежемесячное обслуживание электрощитов

1 раз в месяц производятся следующие регламентные работы по техническому обслуживанию распределительных электрощитов (ЩС, ЩА, ЩО, ЩРА, ЩСТ, ЩНО и др.):

- Визуальный осмотр и устранение видимых неисправностей (ремонт или замена) отдельных компонентов электрощитов, в том числе узлов крепления, защитных панелей и элементов блокировки несанкционированного доступа.
- Устранение загрязнений на панелях, ликвидация пыли и строительного мусора механическим, химическим и вакуумным способом в секциях электрических щитов.

Проверка УЗО — 1 раз в 3 месяца

Согласно ПТЭЭП приложение 3, пункт 28.7 проверка работоспособности устройств защитного отключения (УЗО) должна производиться не реже **1 раза в 3 месяца** нажатием на кнопку «Тест».

Ежегодное обслуживание щитов

2 раза в год производятся следующие регламентные работы по техническому обслуживанию распределительных электрощитов (ЩС, ЩА, ЩО, ЩРА, ЩСТ, ЩНО и др.):

- Проверка главной заземляющей шины (ГЗШ) по нормам ПТЭЭП приложение 3. п. 28.11;
- Проверка затяжки болтовых и целостность сварных контактных соединений:
 - На поверхности зажима не должно быть трещин, на стальных соединительных зажимах не должно быть коррозии и механических повреждений.
 - В сварном соединении не должно быть трещин, прожогов, кратеров, непроваров сварного шва более 10% его длины при глубине более 15% толщины свариваемого металла.
- Проверка усилия затяжки винтовых и болтовых соединений и зажимов, при необходимости — их протяжка (со снятием напряжения изолированным инструментом).
- Контрольная проверка работоспособности электромагнитных устройств и электронных модулей (вручную, принудительным включением управляющего напряжения): контакторов, контроллеров, датчиков, реле, пускателей и т. п.

1 раз в год производятся регламентные работы по измерению температуры устройств защиты и автоматики, токопроводящих шин, разъемов, контактных соединений бесконтактным измерителем-пирометром TI 120EL, производимым компанией Time Group Inc.

Тема 5. Техническое обслуживание кодового электрооборудования

Периодичность технического обслуживания кодового электрооборудования составляет от 1 раза в месяц до 1 раза в квартал по выбору Заказчика. Регулярность обслуживания определяется ответственным за электрохозяйство на основании паспортов на электрооборудование и утверждается техническим руководителем организации. При этом должны быть учтены изменяющиеся условия эксплуатации. В процессе технического обслуживания производится планово-предупредительный ремонт электрооборудования по согласованному с администрацией предприятия графику.

Категория 1

- Наружный визуальный осмотр без разборки;
- Проверка соответствия условиям эксплуатации и нагрузки;
- Удаление пыли и протирка оборудования;
- Проверка прочности крепления и затяжка крепежных деталей;
- Контроль отсутствия перегрева;
- Устранение видимых повреждений без разборки;
- Принятие необходимых мер, вплоть до отключения при аварийных ситуациях.

Категория 2

- Все работы по 1 категории;
- Визуальный осмотр с частичной разборкой оборудования;
- Частичная разборка оборудования;
- Частичная замена креплений;
- Очистка контактных деталей;
- Замена расходных материалов (стартеры, лампы и т.д.), окраска;
- Проверка исправности заземления;
- Контрольные замеры параметров сети;
- Выявление дефектных деталей и узлов, их ремонт или замена

Категория 3

- Все работы по 2 категории;
- Снятие и полная разборка деталей;
- Промывка контактных деталей;
- Замена поврежденных участков сети;
- Защита от механических повреждений;
- Отбраковка и ремонт вышедших из строя деталей и узлов;
- Сборка, наладка и испытания оборудования.

Категория 4

- Все работы по 3 категории;
- Демонтаж и полная ревизия оборудования;
- Полный ремонт и монтаж электроустановок в рамках отведенного времени.

Тема 6. Силовые кабели и провода

Характеристики и маркировки

Силовые кабели предназначены для передачи переменного тока от энергетических и коммунальных предприятий к потребителю. Преимущественно рассчитаны на напряжение до 10-35 кВ, но есть марки, которые выдерживают напряжение до 220 и 330 кВ. К силовому кабелю могут подключаться стационарные объекты и передвижные установки.

Структура силового кабеля.

Устройство силового кабеля зависит от сферы его применения, но есть четыре основных элемента, без которых не обходится ни одна марка. Современные силовые кабели состоят из следующих частей:

- Токопроводящих жил.
- Изоляции каждой жилы.
- Оболочки.
- Наружного защитного покрова.

Общая изоляция называется поясной. Количество токопроводящих жил варьируется от одной до пяти. Они могут быть круглыми, треугольными и секторными, состоящими из одиночной проволоки или нескольких переплетенных проволок. Их прокладывают параллельно в кабеле или скручивают.

Электрические провода и шнуры намного проще по своим конструктивным характеристикам. Чаще всего они имеют один слой изоляции, редко два, а иногда выпускаются и вовсе без изоляционного слоя. Назначение у этих двух видов продукции тоже разное. Кабель предназначен для передачи тока большой мощности. Провода используются в сетях и устройствах с напряжением не более 380 В, хотя они могут выдержать и более высокие значения.

Среди всего разнообразия такой продукции наибольшую популярность у потребителя завоевали следующие марки: ПБПП, ПБППг, АПУНП, ППВ, АПВ, ПВС и ШВВП. Эти электрические провода используются для различных целей: монтажа внутренних электрических сетей, подключения приборов и оборудования, заземления и во многих других случаях. Ниже мы рассмотрим конструктивные особенности и области применения этих самых востребованных на сегодняшний день марок электротехнической продукции.

Тема 7. Силовые распределительные устройства

Классификация

Различают несколько классификаций РУ по различным особенностям. Распределительные устройства, в зависимости от условий эксплуатации бывают (чтобы увеличить схему [кликните по ней](#)):

- открытого типа (ОРУ) – оборудование, расположенное вне зданий или других укрытий. Такие устройства отличаются удобством проверки исправности, простотой расположения и внесения изменений, но занимают боль-

шое пространство и требуют повышенной защиты от неблагоприятного воздействия атмосферных и климатических факторов;

закрытого типа (ЗРУ) – размещаются в защищённых объектах и занимают намного меньше места. Недостаток – сложность в обслуживании в связи с большей компактностью размещения. Характерны для условий промышленного предприятия или города.

Указанные РУ могут различаться по следующим критериям:

- способу разделения – в виде отдельных секций или с шинными системами. Шинные системы могут переключать потребителей от одной секции к другой. Если выполняются отдельные секции, потребитель подключается персонально;
- схеме подключения устройств – кольцевым и радиальным способом. При кольцевой схеме один объект подключается к нескольким выключателям. Если устраивается радиальная схема – потребители питаются посредством разъединителей сборных шин с помощью одного выключателя. Радиальный способ более простой, а кольцевой – надёжнее и практичнее для обеспечения работы электрооборудования;
- присутствия обходных элементов – данная система позволяет производить ремонт оборудования без отключения абонентов.

Тема 8. Рубильники

Рубильник — наглядный пример наиболее простого устройства коммутации. Это электрический коммутационный аппарат, имеющий ручное управление, функция которого отключение/включение или переключение электроцепей: переменного тока с напряжением до 660 Вольт, постоянного тока до 440 Вольт. Причем наличие дугогасительной камеры допускает совершать данные операции не только при отсутствии тока в цепи, но и под нагрузкой. Кроме нечастых неавтоматических коммутаций силовых электроцепей, рубильники (имеющие предохранители плавкие вставки) могут довольно эффективно использоваться как защита электрических сетей от перегрузок и возникающих в них сверхтоков — токов коротких замыканий.

Назначение рубильников

Область применения рубильников довольно широка. Они могут быть установлены в различных РУ (распределительных устройствах), шкафах, электрощитах, для силовых цепей и для цепей управления.

Определенные модели рубильников предназначены для их установки в шкафах (трансформаторных подстанций). Любые рубильники, независимо от их модели могут в целях гарантированной безопасности их эксплуатации могут быть установлены, как написано выше в строго определенных для этого местах щитах и шкафах закрытых помещений, при отсутствии в окружающей среде агрессивных веществ, пыли.

Устройство и принцип действия рубильника

Основа конструкции рубильника — панель, выполненная из изоляционного материала, на которой закреплены стойки с губками неподвижными контактами рубильника. Подвижные же контакты — ножи, жестко закреплены на одном валу. При включении они «входят» неподвижные губки рубильника, создавая одновременное замыкание всех полюсов.

Во многом конструкция рубильника определяется способом привода в движение ножей — подвижных его контактов. Существуют рубильники с рычажным приводом (ножи приводятся в движение вращением боковой, чаще всего, съемной рукояткой через систему рычагов) и рубильники с центральной рукояткой (в них движение ножей начинается при вращении рукоятки, напрямую связанной с валом, на котором и расположены контактные ножи). Рубильники второго типа могут быть использованы для отключения электрических цепей, не находящихся под током нагрузки. Это связано с возможностью воздействия электрической дуги на руку отключающего.

Отключение цепей под «нагрузкой» возможно рубильниками первого типа с боковой рукояткой, оснащенными специальными дугогасителями на каждом полюсе, нейтрализующими дугу ее разделением на короткие отдельные дуги. Во многих современных рубильниках реализована такая дополнительная мера электробезопасности, как блокировка дверок во включенном положении. Т.е. пока рубильник включен, открыть его дверку не получится. Помимо невозможности открытия дверки включенного рубильника, механизм также блокирует привод рубильника при открытой дверке рубильника и включить его получится, лишь закрыв ее.

Тема 9. Техническое обслуживание переключателей типа ПУ

1. Поверхность переключателя ПУ очищают от пыли и грязи, сухим неворсистым материалом или волосяной щеткой.

2. Осмотром убеждаются в целостности рукоятки и пластмассовых колец пакетов. Поврежденные рукоятки заменяют новыми. Если на кольцах есть трещины, сколы и обугленные участки, выключатель или переключатель подлежит ТР.

3. Отверткой или ключом проверяют надёжность крепления выключателя или переключателя к щиту, панели или к основе. Ослабленные винты или гайки подтягивают.

4. Отверткой проверяет степень затяжки винтов зажимов выключателя или переключателя. Ослабленные винты подтягивают, если на зажимах есть следы потемнения, перегрева или окисления контактов, отсоединяют от зажима провод, зачищают контактные поверхности надфилем или шлифовальной бумагой, собирают и затягивают.

5. Несколько раз включают и выключают пакетный выключатель, или переключатель. Механизм должен иметь четкую фиксацию в каждом положении контактов, а рукоятка поворачиваться без приложения значительного усилия. Неисправную пружину механизма переключения заменяют новой.

Тема 10. Техническое обслуживание изоляторов

При техническом обслуживании изоляторы (после их протирки) внимательно осматривают: не появилась ли за межремонтный период на поверхности глазури трещины и сколы площадью более 1 кв. см. и глубиной 1 мм, прочная ли армировка колпачков и фланцев. Изоляторы со сколами до 1 кв. см. не меняют, а дефектные места покрывают двумя слоями бакелитового или глифталевого лака. Просушивая каждый слой. Если повреждена армировка ее восстанавливают. При армировании фарфоровую и металлическую поверхности очищают от грязи и масла, а затем поврежденные места заполняют смазкой (1 ч. Портландцемента и 1,5 ч. песка, перемешанных с водой в пропорции 100 ч. Смеси на 40 ч. воды), которую можно использовать в течении 1-1,5 часа. Если необходимо восстановить армировку изоляторов, контактирующих с трансформаторным маслом, используют состав из 3ч. глета и 1ч. технического вазелина. При изготовлении этой замазки выделяются вредные газы, поэтому помещение должно быть хорошо проветриваемым. Если на изоляторах имеются большие сколы и трещины, их заменяют новыми.

Тема 11. Разборка учебного трансформатора

Сначала трансформатор очищают от грязи, а затем внимательно осматривают его снаружи с целью выявления внешних неисправностей: трещин в армировочных швах, сколов фарфора вводов, нарушений сварных швов и протекания масла из фланцевых соединений, механических повреждений циркуляционных труб, расширителя и других деталей. Обнаруженные неисправности записывают в дефектировочные карты.

Перед разборкой из трансформатора сливают (частично или полностью) масло. Частично (до уровня верхнего ярма магнито-провода) масло сливают, если ремонтные работы выполняются без подъема активной части трансформатора (например, при замене вводов, ремонте контактов переключателя) или с ее подъемом, но на время, не превышающее допустимое время пребывания обмоток трансформатора без масла. Полностью масло сливают, если необходима сушка активной части трансформатора или в случаях, требующих замены поврежденных обмоток или замены масла при его непригодности для дальнейшего использования. Последовательность разборки трансформатора зависит от его конструкции. Рассмотрим основные операции разборки и ремонта трансформаторов большого диапазона мощностей и различного конструктивного исполнения.

Разборку начинают с демонтажа газового реле, предохранительной трубы, термометра, расширителя и других устройств и деталей, расположенных на крышке трансформатора. При демонтаже газового реле под него подкладывают деревянную планку шириной 200 мм или резиновую пластину толщиной около 10 мм. Затем отвертывают болты крепления (придерживая реле рукой) и, перемещая корпус реле параллельно фланцам, снимают его. Отверстия реле закрывают листами фанеры или картона, которые закрепляют освободившимися бол-

тами. Реле аккуратно кладут на стеллаж или передают в электролабораторию для испытаний и ремонта.

Расширитель демонтируют в следующем порядке: снимают с него маслопровод с краном, стекло маслоуказателя закрывают временным щитком из фанеры, привязав его к арматуре маслоуказателя веревками; строят расширитель пеньковым или стальным стропом (в зависимости от массы) и отвертывают крепежные болты; устанавливают наклонно две доски и по ним опускают расширитель на пол; закрывают отверстия в крышке и расширителе временными фланцами из листовой резины, фанеры или картона во избежание попадания в них грязи и влаги.

Далее демонтируют крышку трансформатора, при этом освободившиеся болты укомплектовывают шайбами и гайками, смачивают керосином и хранят в металлической таре до сборки.

Для подъема активной части трансформатора применяют специальные приспособления и стропы, рассчитанные на массу поднимаемого груза и прошедшие необходимые испытания. При подъеме активной части трансформатора с вводами, расположенными на стенках бака, сначала отсоединяют отводы, демонтируют вводы и только затем поднимают активную часть. При этом, когда крышка будет приподнята над баком на 200-250 мм, подъем временно прекращают, чтобы убедиться в отсутствии перекоса поднимаемой активной части, который может привести к повреждению обмоток. Если обнаружится перекос, активную часть опускают на дно бака и снова поднимают только после его ликвидации. В начале подъема рекомендуется убедиться в исправности грузоподъемного механизма, для чего необходимо поднять активную часть на 50-200 мм над уровнем дна бака и держать ее на весу в течение 3—5 мин, затем продолжить подъем. Подняв активную часть над баком не менее чем на 200 мм, бак удаляют. Стоять под активной частью или в опасной близости от нее, а также производить ее осмотр категорически запрещается.

Активную часть, поднятую из бака, устанавливают на прочном помосте из досок или брусков так, чтобы обеспечить ее устойчивое вертикальное положение и возможность осмотра, проверки, ремонта.

Продолжая разборку, отсоединяют отводы от вводов и переключателя, проверяют состояние их изоляции, армировочных швов ввода и контактной системы переключателя (все неисправности записывают в дефектировочную карту). Затем отвертывают рым-болты с вертикальных шпилек, снимают крышку и укладывают так, чтобы не повредить выступающие под крышкой части; вводы закрывают цилиндрами из картона или обертывают мешковиной.

Основные операции по демонтажу обмоток выполняют в такой последовательности: удаляют вертикальные шпильки, отвертывают гайки стяжных болтов и снимают ярмовые балки магнитопровода, связывая и располагая пакеты пластин по порядку, чтобы удобнее было их затем шихтовать. Далее разбирают соединения обмоток, удаляют отводы, извлекают деревянные и картонные детали расклиновки обмоток ВН и НН и снимают обмотки вручную или с помощью подъемного механизма (обмотки трансформаторов мощностью 100 кВ -А и выше) сначала ВН, а затем НН.

Тема 12. Ознакомление с конструкцией трехфазных трансформатора

По своему устройству трехфазные трансформаторы представляют сборную конструкцию, состоящую из следующих узлов:

- основание, изготавливаемое в виде прочного пластикового каркаса;
- магнитопровода, размещенные в каркасных секциях;
- набор первичных и вторичных катушек с проволочными обмотками;
- распределительная (распаечная) панель с контактными колодками;
- система охлаждения, необходимая для отвода тепла от рабочей зоны.

Каждое из известных исполнений таких устройств в том или ином виде содержит все обозначенные узлы. При этом они различаются способом соединения обмоток, а также типом используемого в них магнитопровода. Конструктивные особенности отдельных моделей отражаются на их рабочих характеристиках, в частности на величине потерь в магнитопроводе и коэффициенте полезного действия.

Исключение составляет панель распайки отводов обмоток трансформатора, благодаря которой удается комбинировать группы подключений для получения нужной конфигурации.

Тема 13. Изучение синхронного генератора

Основные части синхронного генератора: неподвижная — статор, вращающаяся — ротор, представляющая собой электромагнит, и две основные обмотки.

1. Одна обмотка статора («обмотка возбуждения») запитывается от источника постоянного тока, функцию которого выполняет электронный регулятор напряжения. Регулятор используется в генераторах с самовозбуждением. Принцип самовозбуждения основан на том, что первоначальное возбуждение осуществляется с использованием остаточного магнетизма магнитопровода СГ. При этом энергия переменного тока поступает от обмотки статора СГ. Комплекс из понижающего трансформатора и полупроводникового выпрямителя-преобразователя трансформирует ее в энергию постоянного тока.

2. Ток, протекающий в обмотке возбуждения статора, наводит ЭДС на обмотке возбуждения якоря генератора. Статор возбуждителя, как конструкционный элемент может отсутствовать, и тогда его функции выполняют постоянные магниты.

3. Обмотка ротора, в которой индуцируется ЭДС, называется обмоткой возбуждения якоря, или якорем возбуждителя.

4. Переменное напряжение, возникающее на обмотке якоря возбуждителя, выпрямляется в блоке вращающихся диодов, которые так же называются словосочетанием «диодный мост», и превращает силовую обмотку ротора во вращающийся электромагнит, который наводит ЭДС в силовой обмотке статора СГ.

5. Силовые обмотки и обмотки возбуждения монтируются в пазы якоря и ротора.

6. Генераторы по типу выходного напряжения делятся на одно-, или трехфазные. Основное распространение в промышленности имеют трехфазные синхронные генераторы, а в быту — однофазные.

В конструкцию статора входит корпус, внутри которого расположен сердечник, или пакет, собираемый из листов электротехнической стали особой формы. На качество электрического тока влияют такие факторы как: цельность листов в пакете (бывают цельными или составными), качество и материал обмотки. Для обмотки применяется медный эмаль-провод, а в дешевых устройствах возможна замена меди на алюминий.

Роторы изготавливаются явнополюсными или неявнополюсными.

- Явнополюсные роторы предназначены для синхронных генераторов, работающих с двигателями внутреннего сгорания с низкой частотой вращения — 1500 и 3000 об/мин.

- Неявнополюсные роторы востребованы в высокоскоростных (более 3000 об/мин) механизмах переменного электрического тока высокой мощности. Обычно их размещают на одном валу с паровыми турбинами. Такие СГ называют «турбогенераторы».

Тема 14. Изучение асинхронного электродвигателя

Трехфазный асинхронный электродвигатель, как и любой электродвигатель, состоит из двух основных частей - статора и ротора. Статор - неподвижная часть, ротор - вращающаяся часть. Ротор размещается внутри статора. Между ротором и статором имеется небольшое расстояние, называемое воздушным зазором, обычно 0,5-2 мм. **Статор** состоит из корпуса и сердечника с обмоткой. Сердечник статора собирается из тонколистовой технической стали толщиной обычно 0,5 мм, покрытой изоляционным лаком. Шихтованная конструкция сердечника способствует значительному снижению вихревых токов, возникающих в процессе перемагничивания сердечника вращающимся магнитным полем. Обмотки статора располагаются в пазах сердечника. **Ротор** состоит из сердечника с короткозамкнутой обмоткой и вала. Сердечник ротора тоже имеет шихтованную конструкцию. При этом листы ротора не покрыты лаком, так как ток имеет небольшую частоту и оксидной пленки достаточно для ограничения вихревых токов.

Тема 15. Разборка асинхронного электродвигателя

Порядок разборки асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Для осуществления ремонта электродвигателя необходимо произвести его разборку. Способ и последовательность операций при разборке в значительной степени определяются мощностью и конструкцией машины. Для разборки крупных машин необходимы специальный инструмент и сложные ремонтные приспособления. При разборке машин малой и средней мощности пользуются слесарным инструментом и несложными приспособлениями.

Электрические машины должны приниматься в ремонт с демонтированными передаточными и соединительными деталями. Но не всегда заказчик ремонта имеет техническую возможность это осуществить.

Перед снятием шкивов, полумуфт, шестерен и других соединительных деталей с вала машины следует вывернуть стопорный винт или выбить шпонку, фиксирующие соединительную деталь с валом. Место посадки заливают керосином или антикоррозионной жидкостью для устранения коррозии в месте контакта. При снятии этих деталей используют двух- или трехлапчатые съемники (переносные ручные или гидравлические).

При снятии крупных деталей, требующих больших усилий, применяют гидравлические съемники, усилие в которых создается с помощью гидравлического пресса.

В ряде случаев для облегчения работы снимаемые детали подогревают газовыми горелками. При этом нагреваемая деталь начинает расширяться и легче трогается с места. А чтобы не нагревался сам вал, его обертывают смоченным в воде асбестовым картоном. Нагрев проводят интенсивно одной или двумя горелками, начиная от края снимаемой детали по направлению к центру. Температуру детали можно контролировать периодическим прикосновением прутка из олова, температура плавления которого около 250°C. В процессе нагрева внимательно следят за началом трогания детали, поскольку на нее действует большое усилие от съемника.

Также для нагрева детали можно использовать токи высокой частоты, при котором вал практически не нагревается.

В качестве примера рассмотрим процесс разборки асинхронного двигателя закрытого исполнения IP44. Разборка производится в следующем порядке:

1. снимают шпонку или стопорный винт;
2. снимают шкив или полумуфту с помощью съемника;
3. снимают кожух вентилятора;
4. снимают вентилятор, предварительно ослабив его винт (вручную или с помощью съемника);
5. отворачивают болты, крепящие подшипниковые щиты к корпусу – сначала передний, расположенный со стороны противоположной приводному механизму, затем задний, расположенный со стороны приводного механизма;
6. отворачивают болты, крепящие крышку подшипников со стороны привода;
7. снимают задний подшипниковый щит, легко ударяя по нему молотком из мягкого материала (дерево, пластмасса, медь);
8. вынимают ротор из статора, для чего легкими толчками сдвигают ротор в сторону переднего подшипникового щита и выводят щит из замка;
9. поддерживая ротор за вал, выводят его из статора, не допуская повреждения лобовых частей обмотки статора и крыльчатки ротора;
10. снимают передний подшипниковый щит, легко ударяя по нему молотком из мягкого материала;

11. снимают с помощью съемника подшипники, если необходима их замена.

Снятие подшипниковых щитов можно производить отжимными болтами, если они предусмотрены в конструкции. В этом случае отжимные болты заворачивают равномерно в отжимные отверстия, не допуская перекоса подшипниковых щитов.

При разборке электрических машин часто используют гидравлические съемники.

В процессе разборки электродвигателя на все детали прикрепляют бирки и отправляют статор на ремонт, а остальные детали в мойку.

При разборке используют пневматические или электрические гайковерты со сменными головками, рожковые и торцевые гаечные ключи, приспособления для снятия пружин и т.д.

Разборка каждого типа крупного электродвигателя имеет свои особенности, обусловленные конструкцией, местом установки, наличием грузоподъемных механизмов и т.д.

Подшипники качения, скольжения, вентилятор, вал и другие детали механической части очищают и промывают синтетическими моющими средствами. Детали электрической части машины тщательно очищают от пыли, грязи и смазочных материалов. При необходимости обмотки продувают сжатым воздухом, обтирают, а затем промывают синтетическими моющими средствами, наносимыми на обмотку пульверизатором.

Очищенные и пригодные к дальнейшей эксплуатации детали маркируют, а неисправные отправляют в ремонтный цех.

Тема 16. Однофазные электрические счетчики

Приборы учета электроэнергии делятся по способу подключения, по типу измеряемых величин и по виду конструкции. Они бывают прямого включения, когда устройство напрямую подсоединяется к питанию. Они могут работать с помощью трансформаторов. Однако практически все устройства напрямую подсоединяются к сети. Однофазный счетчик работает от сети в 220 В, поэтому он установлен практически в каждом доме. **По типу конструкции однофазные устройства делятся на две группы:**

1. индукционные — потраченная электроэнергия измеряется с помощью алюминиевого диска, который крутится в магнитном поле; скорость вращения диска зависит от потребляемой мощности;
2. электронные — мощность электрической энергии измеряется импульсами.

Необходимые комплектующие и инструменты для установки электросчетчика

Перед установкой электросчетчика необходимо подготовить все инструменты для работы с устройством. Далее следует закрепить специальный бокс для прибора.

Перед монтажными работами обязательно нужно подготовить необходимые инструменты:

- нож;
- отвертки (крестовая и плоская);
- дрель;
- плоскогубцы;
- молоток;
- стрелочный тестер;
- шурупы;
- медный монолитный провод.

Однофазные счетчики электроэнергии устанавливаются на лестничной площадке многоквартирного дома. Иногда они находятся в квартирах, и в редких случаях приборы установлены на улице. Старый демонтируют и снимают пломбы. Далее снимается крышка на электросчетчике, и отключаются провода. Новое устройство устанавливают на месте старого, а затем подключаются провода. Заключительным этапом проверяется работоспособность оборудования.

Тема 17. Техническое обслуживание этажных щитков

1. Не обслуживающему персоналу, без соответствующей квалификации и группы по электробезопасности, запрещается снимать защитную фальш панель. Этажный электрощит является электроустановкой до 1000 Вольт, поэтому прикосновение человека к токоведущим частям при снятой панели может привести к резкому ухудшению здоровья и даже смерти;

2. Каждый из отсеков, а особенно отдел, где установлены элементы учёта и распределительная секция, должен иметь надёжно запираемую дверцу, которая предохраняет от проникновения внутрь детей. Каждый из жильцов на площадке должен иметь ключ от дверей, а также обращать внимание на состояние замков;

3. Дотрагиваться, при отключении или включении автомата, стоит только к предназначенному для этого язычку, который выполнен из диэлектрического материала;

4. Если во время эксплуатации необходимо техническое обслуживание, то запрещается выполнять работы под напряжением;

5. Абонент имеет право отключать только свой автоматический выключатель, который должен быть подписан в соответствии по принадлежности к определённой квартире;

6. При аварийном отключении автомата отходящей линии в случае короткого замыкания, можно включать его повторно только один раз. Последующие включения в аварийном режиме вызывают перегорание проводки в стене, которую трудно будет восстановить;

7. Во время эксплуатации нельзя превышать расчётный номинальный ток, зависящий от мощности электроприборов;

8. При появлении запаха гари и плавящейся проводки необходимо выполнить отключение линии абонента, и заниматься поиском неисправности самостоятельно или вызвав профессионала;

9. Этажный щит имеет слаботочный отсек, в котором прокладываются кабели и выполняется подключение средств связи, интернета, охранных систем,

прокладка в нём силовых кабелей напряжением выше 12 вольт запрещается, так как может вызвать выход со строя дорогостоящей аппаратуры;

10. В запломбированные элементы счётчика запрещается вмешательство, так как это вызовет штрафные санкции со стороны поставщика электроэнергии.

Тема 18. Трёхфазные электрические счётчики

Различают трехфазные электросчетчики непосредственного включения, трансформаторного включения по току (полукошвенного включения) и трансформаторного включения по току и напряжению (косвенного включения). Номинальное фазное напряжение для счетчиков непосредственного и полукошвенного включения составляет 3×230 В, косвенного включения $3 \times 57,7$ В. Счетчики непосредственного включения применяются там, где максимальные токи потребления по каждой фазе не превышают 100 А (или максимальная мощность не более 69 кВт. Счетчики полукошвенного включения применяются если максимальная мощность превышает 69 кВт. Счетчики косвенного включения применяются только на подстанциях. Частота переменного тока – 50 Гц.

Трёхфазный электросчетчик может использоваться как самодостаточный прибор или интегрироваться в систему автоматизированного учета расхода электроэнергии. Основное назначение – измерение активной и реактивной электрической энергии в соответствии с действующими ГОСТами, отображение показателей расхода.

Трёхфазные электросчетчики состоят из таких элементов:

- корпус;
- измерительный механизм;
- вычислительный механизм;
- дисплей, на который выводятся показания.

Принцип их действия заключается в аналогово-цифровом преобразовании входного сигнала в цифровой код. Сигнал принимается трансформаторами тока и резистивными делителями (датчиками напряжения). В качестве преобразователя выступает цифровой сигнальный процессор.

Счетчик комплектуется интегрированным модулем памяти, который обеспечивает хранение информации, а также цифровым каналом связи RS485 для дистанционной передачи данных.

Функциональные возможности.

Помимо измерения показателей расхода электроэнергии, трехфазные счетчики Пульсар демонстрируют целый ряд дополнительных функциональных возможностей:

- измерение показателей качества электроэнергии (по параметрам отклонения от нормы напряжения и частоты);
- измерение характеристик электрической сети (активная, реактивная, полная мощность, коэффициент мощности, ток, напряжение, частота сети);
- ведение часового, суточного, месячного архива;
- ведение журнала событий.

Показания выводятся на жидкокристаллический дисплей, могут переда-

ваться на центральный сервер по цифровому каналу связи. Показатели мощности, качества электроэнергии, а также журнал событий можно считать только с использованием цифрового канала связи.

Тема 19. Техническое обслуживание трёхфазных электросчётчиков

При периодических осмотрах тщательно очищают от пыли все изоляционные поверхности, в особенности между токоведущими зажимами. Все контактные соединения проверяют и в случае необходимости подтягивают, в особенности в цепях, по которым проходят большие токи. Проверяют целостность корпуса и стекла.

Счетчики электрической энергии проверяют специальной аппаратурой работники Энергосбыта.

Эксплуатационные испытания проводят по заранее составленным планам и делят на два вида:

- полные испытания приборов совместно с измерительными трансформаторами в схеме;
- неполные испытания приборов без измерительных трансформаторов и шунтов.

Ответственность за исправное состояние приборов и проведение плановых испытаний лежит на местных службах.

Дежурный персонал о всех замеченных неисправностях в работе приборов немедленно сообщает службе МС РЗАИТ.

Приемочные испытания проводят при установке новых и замене негодных приборов.

Полные эксплуатационные испытания производят не реже одного раза в 2—3 года, а приборов второй группы — не реже одного раза в 5—6 лет. Неполные эксплуатационные испытания приборов первой группы выполняют не реже двух раз в течение года, а приборов второй группы — не реже одного раза в год.

Тема 20. Техническое обслуживание пускозащитной аппаратуры

Типовой объем работ при техническом обслуживании включает:

- • очистку аппарата, проверку надежности крепления узлов и деталей;
- • съем дугогасительной камеры, осмотр контактной системы;
- • проверку плотности прилегания и одновременности включения контактов;
- • оценку степени нагрева контактов,
- • проверку работоспособности сигнальных устройств.

В случае необходимости производят очистку от нагара или замену контактов. При небольшом обгорании поверхность контактов зачищают от копоти и напылов обычным напильником. Зачистку нужно выполнять осторожно, снимая небольшой слой металла. Зачистка контактов наждачной или стеклянной бумагой не рекомендуется, так как при этом в металле остаются крупинки наждака или стекла, препятствующие плотному прилеганию контактов после зачистки. Плотность соединения контактов проверяют щупом 0,05 мм. Щуп не

должен проходить между контактами более чем на 25 % контактной поверхности. Замене подлежат контакты, толщина напаяк которых после зачистки становится менее 0,5 мм. Смазывать контактную поверхность не рекомендуется, так как при возникновении дуги смазка сгорает и загрязняет поверхность, ухудшая условия работы контактов. В случае сильного обгорания контакты следует заменить.

Текущий ремонт ПЗА проводится через 1—2 года. При этом выполняются следующие работы:

- • демонтаж;
- • дефектация;
- • частичная разборка изделия;
- • очистка;
- • замена неисправных узлов;
- • зачистка контактов;
- • сборка;
- • опробование в работе;
- • настройка тепловых реле и расцепителей автоматических выключателей.

Разборку аппарата осуществляют до состояния, позволяющего провести дефектацию, а в случае необходимости ее продолжают, чтобы обеспечить выполнение ремонта.

Тема 21. Техническое обслуживание пускорегулирующей аппаратуры

К пускорегулирующей аппаратуре относятся следующие виды аппаратов: реостаты (пусковые, пускорегулирующие, реостаты для регулирования скорости вращения электродвигателей и ручные регуляторы возбуждения генераторов), контроллеры и командоконтроллеры, магнитные станции (магнитные контроллеры) и магнитные пускатели, а также сопротивления (пусковые, регулировочные, добавочные и защитные).

Пусковые реостаты обычно рассчитываются на два-три пуска подряд с паузой после каждого пуска, вдвое превышающей время самого пуска. Частота пусков не должна превосходить двадцати пусков в час.

Допускаемая температура кожухов реостатов составляет 60° С (при возможности случайных прикосновений). Необходимо во время работы не реже одного раза за вахту проверять степень нагрева регулировочных и пускорегулирующих реостатов, а также следить за тем, чтобы на реостатах любых назначений не находилось каких-либо посторонних предметов, могущих затруднить охлаждение реостатов.

Периодические осмотры и чистки реостатов приурочиваются к осмотру и чистке обслуживаемых ими машин.

Осмотр и чистка реостатов должны производиться только при снятом с них напряжении.

Пыль из реостатов удаляется путем продувки сухим сжатым воздухом, грязь — с помощью чистой ветоши, смоченной бензином Б-70, изоляционные поверхности протираются сухой ветошью.

При последующем осмотре реостата обращают внимание на надежность контактных соединений и состояние контактных поверхностей. При наличии на них окислов или оплавлений контакты зачищают бархатным напильником (но ни в коем случае наждачным или стеклянным полотном), сохраняя их первоначальную форму. После зачистки поверхность контактов не должна иметь выбоин, а линия касания должна составлять не менее 75% ширины контактов. Применять какую-либо смазку для них категорически запрещается.

После осмотра проверяется свободный ход щетки реостата по контактам (выступающие контакты подпиливаются под уровень остальных), плотность нажатия щетки на контакты, а также состояние контакторов и реле, входящих в схему реостата.

После окончания работ замеряется сопротивление изоляции реостата в целом и он опробуется в действии под током.

Уход за контроллерами и командоконтроллерами аналогичен уходу за реостатами с дополнениями, изложенными ниже.

Сегменты барабанных контроллеров должны быть постоянно покрыты легким слоем вазелина, смешанного с графитным порошком. Сухари смазывать не следует, так как это ускоряет их износ.

При смене контактов или их пружин необходимо проверить нажатие контактов, их провал и раствор, которые должны удовлетворять требованиям заводских инструкций и формуляров.

Тема 22. Техническое обслуживание пусковой аппаратуры

При ежесменном ТО-1 проверяют целостность оболочки, кабелей, арматуры, кнопок управления и проверок, затяжку болтов на крышках, наличие охранных колец, целостность стекол смотровых окон, надежность крепления кабелей вводных устройств, наличие и надежность заземления корпуса, наличие пломбы и таблички назначения. В ремонтную смену устраняют неисправности по замечаниям обслуживающего персонала.

Ежеквартальные ТР-1 проводятся при полном снятии напряжения. Кроме работ, выполняемых при ТО, осуществляют проверку крепления к зажимам проводов силовой цепи и цепи управления, исправности и целостности изоляторов проходных зажимов, состояние и одновременность касания стыковых контактов, состояние жгутов проводов, надежность крепления съемных болтов, состояние и надежность действия механических блокировок, состояние рабочих поверхностей силовых контактов и магнитной системы контактора, состояние дугогасительных или вакуумных камер, работоспособность (исправность) МТЗ, БРУ и всей электрической схемы. Производится замена изношенных элементов.

Электрическое сопротивление изоляции пусковой и распределительной аппаратуры должно соответствовать данным табл.

Все взрывозащитные поверхности необходимо содержать в чистоте и предохранять от повреждений. Периодически (не реже одного раза в месяц) необходимо их протирать ветошью, смоченной в керосине, и покрывать тонким слоем антикоррозийной смазки ЦИАТИМ-202.

Таблица 3. Допустимое электрическое сопротивление изоляции аппаратуры

Вид электрооборудования	Допустимое сопротивление изоляции, МОм	
	При новом включении	В эксплуатации
Пусковые и распределительные аппараты: первичные цепи напряжением до 1000 В то же свыше 1000 В, но не более 6000 В вторичные цепи	По данным заводов изготовителей 2	1 6 1
Осветительные трансформаторы и пусковые агрегаты напряжением до 1000 В	По данным заводов-изготовителей	1

Тема 23. Техническое обслуживание переключателей

Переключатели бывают пакетными и кулачковыми и используются для сложных переключений одновременно в нескольких электрических цепях. По исполнению различают переключатели с фиксацией одного или нескольких положений, с самовозвратом в нулевое положение. Число контактов в них может быть от 2 до 32.

Таблица 4. Объем и содержание технического обслуживания переключателей

Содержание ТО и ремонтов	Способ выполнения
Устранение Дефектов у губок	Осмотреть и очистить от грязи и пыли. Оплавленные контактные поверхности зачистить наждачной бумагой или напильником с целью удаления наплывов. При сильном оплавлении и износе заменить ножи и губки на новые
Проверка крепежных деталей, шарнирных соединений и пружин	Подтянуть все крепежные детали. Произвести смазку шарнирных соединений ослабив их крепление, с тем, чтобы вазелин проник вовнутрь, а затем подтянуть. Шарнирные токопроводящие соединения должны иметь тарельчатые шайбы, которые обеспечивают надежный контакт в соединении. Проверить состояние пружин и пружинных скоб, ослабленные заменить новыми
Проверка и регулировка контактов	Добиться такого положения, чтобы ножи входили в губки без ударов и перекосов, нос некоторым усилием, а контактные поверхности в плоских контактах плотно прилегали друг к другу. Плотность нажатия контактов проверить щупом толщиной 0,05 мм, который должен входить между ножом и губкой на глубину не более 6 мм. Глубину вхождения ножей в губки у рубильников с рычажным приводом отрегулировать, изменяя длину тяги от рукоятки к рубильнику. Вся контактная часть ножа должна войти в губки, не доходя до контактной площадки 2... 4 мм
Регулирование одновременности включения и отключения всех ножей	Неодновременность выхода ножей из контактных губок не должна превышать 3 мм. Осуществить регулировку у рубильников и переключателей с числом полюсов два и более
Проверка качества	Качество ремонта и регулировки проверить 10... 15-кратным включением и отключением рубильников и переключателей

Тема 24. Техническое обслуживание магнитных пускателей

1. Внешний осмотр на предмет повреждений и сколов корпуса, а также удаление загрязнений (причем не только с поверхности корпуса, но и с поверхности сердечника электромагнита). Сколы и повреждения корпуса возникают не только вследствие ударов и падений, но и по причине длительного воздействия вибраций, обусловленных работой изношенной сети переменного тока и браком в монтаже пускателя, а также его собственными дефектами.

Если повреждения корпуса привели к тому, что пускатель невозможно надежно закрепить, или его контакты не могут свободно замыкаться/размыкаться, то иного выхода, чем замена корпуса или пускателя, просто не остается.

Отдельное внимание следует уделить проверке наличия всех деталей и частей пускателя. Например, подвижная контактная пластина вместе со своей поджимающей пружинкой может запросто «потеряться» - потребуются новая.

2. Ревизия механической части. Проверке подвергается рабочая пружина, обеспечивающая разрыв контактов. Она должна быть достаточно жесткой, витки не должны сблизиться. Проверяется ход якоря пускателя относительно корпуса: необходимо, чтобы отсутствовали всякие заклинивания и затруднения при движении.

Проверка хода осуществляется замыканием контактов «от руки». При наличии механических заклиниваний можно прибегнуть к смазке или шлифовке трущихся частей.

3. Зачистка контактов – мера, от которой лучше воздержаться при проведении технического обслуживания исправных магнитных пускателей.

Высокопроводящий слой подвижных и неподвижных контактов относительно тонок, поэтому, если при каждом обслуживании тереть по нему надфилем, то пускатель очень скоро выйдет из строя. Напильничек потребуется лишь в том случае, если на контактах имеются явные следы нагара или оплавления. А наждачная бумага для зачистки контактов исключается категорически.

При замыкании все контакты пускателя должны прилегать друг другу плотно по всей поверхности, без смещений и наклонов, наличие которых говорит о необходимости регулировки механической части.

4. Если пускатель содержит в составе корпуса металлические детали, или находится в металлическом кожухе, то **необходимо убедиться в отсутствии цепи между этими частями, подлежащими заземлению, и силовыми контактами.** Для всех пускателей в целом необходимо проверить отсутствие замыканий между отдельными силовыми полюсами. На бытовом уровне для этих целей достаточно воспользоваться обычным мультиметром. На производстве используется мегомметр, а сопротивление изоляции нормируется – не менее 0,5 Мом.

5. Тщательному осмотру подвергается катушка пускателя. Трещины на каркасе, повреждения, нагар и оплавление изоляции – все это верные признаки существенных проблем. Катушку с такими признаками лучше заменить.

Конечно, обычно определить межвитковое короткое замыкание в катушке можно только в процессе эксплуатации по косвенным признакам, таким как повышенный гул при работе пускателя. Тем не менее, если систематически

проверять активное сопротивление провода катушки, можно заметить существенное и резкое его уменьшение. Этот признак достаточно красноречиво говорит о неисправности катушки, которую теоретически можно перемотать, а на практике проще заменить.

Тема 25. Техническое обслуживание защитной аппаратуры

Обслуживание предохранителей сводится к контролю за состоянием контактных соединений и к замене перегоревших плавких вставок запасными заводского изготовления.

На практике плавкую вставку часто заменяют медной проволокой, которую укрепляют на наружной поверхности патрона, - так называемые "жучки". При перегорании "жучка" может произойти разрушение фарфоровых предохранителей, а также нагрев деталей предохранителей, в результате может возникнуть пожар. Использование некалиброванной медной проволоки вместо плавкой вставки недопустимо и с точки зрения безопасности обслуживания предохранителей, так как при случайном ее перегорании во время осмотра предохранителя легко получить травму глаз или ожог руки.

При замене предохранителей следует строго придерживаться правил техники безопасности.

Техническое обслуживание автоматических выключателей должно проводиться регулярно, независимо от условий их эксплуатации. Техническое обслуживание — это определенный комплекс работ, которые проводятся с целью поддержания работоспособности автоматического выключателя. Стандартное техническое обслуживание предполагает очистку устройства от грязи и пыли, смазку его отдельных частей в случае необходимости, устранение видимых повреждений. Также обязательным пунктом обслуживания является затяжка крепежных деталей. Ее рекомендуется проводить в обязательном порядке через месяц после ввода автоматического выключателя в эксплуатацию. В рамках технического обслуживания проводится очистка контактов от возможной грязи и напылов, а также проверка исправности отдельных деталей устройства, таких как кожухи, оболочки, корпуса и ручки. Также проверяется нагрев контактов подшипников и катушек. В обязательном порядке во время технических осмотров проверяется наличие соответствующих надписей на электрических щитах, где размещены автоматические выключатели. Проверка и испытание автоматических выключателей включает в себя внешний осмотр устройств на предмет правильной маркировки и видимых повреждений. Также измеряется сопротивление изоляции. В случае необходимости изоляции испытывается при помощи напряжения промышленной частоты. В обязательном порядке проверяется работоспособность автоматических выключателей при номинальном и пониженном напряжении электрического тока. Обслуживание тепловых реле следует начинать с очистки детали от загрязнений. Осмотреть и проверить штангенциркулем износ поверхности контактного мостика, который при износе до 0,5 мм бракуется. Незначительное обгорание или брызги металла на поверхности контактов счищают надфилем. Контактные пластины заменяют новыми, если контактная поверхность изношена на 50%, повреждена резьба.

Учебная практика УП. 04.

Тема 1. Составление локальной сметы на строительство и монтаж воздушной линии 0,4 кВ (ВЛ) и потребительской подстанции 10/0,4 кВ (ТП)

Стоимость проектирования трансформаторных подстанций напряжением 6-10 кВ определяется по Таблице № 5. Трансформаторные подстанции напряжением 6-20/0,4-10 кВ, распределительные и секционирующие пункты напряжением 6-20 кВ СБЦП «Коммунальные инженерные сети и сооружения».

При этом учитываются положения Технической части СБЦП.

При определении базовой цены проектирования трансформаторных подстанций напряжением 6-20/0,4-10 кВ, распределительных и секционирующих пунктов напряжением 6-20 кВ по таблице № 5 настоящего Справочника необходимо учитывать следующие особенности:

- базовые цены таблицы № 5 настоящего Справочника для однострансформаторных подстанций и односекционных распределительных устройств принимаются с коэффициентом до 0,5;

- базовые цены таблицы № 5 настоящего Справочника для двухсекционных закрытых распределительных пунктов, совмещенных с однострансформаторной подстанцией - с коэффициентом до 0,8;

- базовые цены таблицы № 5 настоящего Справочника для подстанций с единичной мощностью трансформаторов более указанной в таблице № 5 настоящего Справочника - с ценообразующим коэффициентом 1,1;

- базовые цены таблицы № 5 настоящего Справочника для распределительных устройств с количеством ячеек сверх указанных в таблице № 5 настоящего Справочника за каждую последующую ячейку - с коэффициентом 0,05;

- базовые цены таблицы № 5 настоящего Справочника для комплектных подстанций с мощностью трансформаторов 160 кВ А (2x160) и ниже с коэффициентом 0,7;

- базовые цены таблицы № 5 настоящего Справочника при проектировании ячеек РУ 6-20 кВ заводского изготовления цены по пункту 12 таблицы № 5 настоящего Справочника следует принимать с коэффициентом до 0,35;

- базовые цены по пунктам 3, 4, 6, 9 таблицы № 5 настоящего Справочника установлены для одноэтажных трансформаторных подстанций; для трансформаторных подстанций двух и более этажей к стоимости разработки разделов «Архитектурные решения» и «Конструктивные и объемно-планировочные решения» применяется ценообразующий коэффициент до 1,4;

- базовыми ценами таблицы № 5 настоящего Справочника не учтена стоимость проектирования: релейной защиты электрической сети напряжением 6-20 кВ, расчет токов короткого замыкания для целей релейной защиты и выбора оборудования; линейной сетевой автоматики; диспетчерских пунктов и средств диспетчерского и технологического управления; телемеханизации энергетических объектов; электрических расчетов по выбору средств компенсации реактивной мощности.

Таблице 5. Коммунальные инженерные сети и сооружения

N п/п	Наименование объекта проектирования	Единица измерения основного показателя объекта	Постоянные величины базовой цены разработки проектной и рабочей документации, тыс. руб.		Распределение базовой цены в процентах от цены	
			а	в	проектная документация	рабочая документация
1	2	3	4	5	6	7
Трансформаторные подстанции напряжением 6-20/0,4 кВ:						
1	Мачтовая: однострансформаторная мощностью до 1х160 кВ•А	1 подстанция	6,6		50	
2	Комплектная: двухтрансформаторная с количеством вводов высокого напряжения до двух без выключателей высокого напряжения, мощностью до 2х630 кВ•А	1 подстанция	20,8		50	
3	Закрытая: двухтрансформаторная без распределительного устройства высокого напряжения, мощностью до 2х630 кВ•А	1 подстанция	47,26		50	
4	Закрытая: двухтрансформаторная с распределительным устройством высокого напряжения, мощностью до 2х630 кВ•А и количеством ячеек до 6	1 подстанция	68,38		50	
Трансформаторные подстанции напряжением 6/10(10/6) кВ, двухтрансформаторная, мощностью до 2х4000 кВ•А и количеством ячеек до 16:						
5	открытая	1 подстанция	125,27		50	
6	закрытая	1 подстанция	178,46		50	
Распределительные пункты 6-20 кВ, двухсекционный с количеством ячеек до 16:						
7	открытый	1 пункт	83,95		50	
8	закрытый	1 пункт	125,8		50	
9	Распределительные пункты 6-20 кВ, закрытый, совмещенный с подстанцией 6-20/0,4 кВ, мощностью до 2х630 кВ•А с количеством ячеек до 16 мм	1 пункт	210,54		50	
Секционирующие пункты 6-20 кВ:						
10	с выключателем	1 пункт	7,53		50	
11	с разъединителем	1 пункт	0,66		50	
12	Ячейка распределительного устройства 6-20 кВ, устанавливаемая дополнительно при расширении	1 ячейка	11,22		50	

Тема 2. Составление сметного расчёта стоимости строительства воздушной линии 0,4кВ

Исходные данные:

Марка проводов СИП2А

Опоры железобетонные СВ-95 свободностоящие одноцепные

Условия строительства ВЛ:

Климатический район II;

Ветровое давление - 400 Н/м²

Район строительства - Омская область, г. Калачинск

Таблица 6. Ведомость объемов строительных и электромонтажных работ

Поз	Наименование работ	Тип, обозначение	Ед.изм	Кол-во
1	Демонтаж ответвлений от ВЛ- 0,4кВ к зданиям в здания и КТП	А-16, А-25,А-35	км.	
2	Демонтаж проводов ВЛ-0,4 кВ	А-16, А-25,	км	
3	Демонтаж деревянных опор ВЛ-0,4 кВ	шт.	18	
4	Установка ж/б опор ВЛ-0,4 кВ	СВ- 95	шт.	
5	Установка ж/б подкосов	СВ- 95	шт.	
6	Подвеска изолированных проводов ВЛ-0,4 кВ	СИП2А 3*150+1*95+1*16	км	
7	Подвеска изолированных проводов ВЛ-0,4 кВ	СИП2А 3*35+1*50+1*16	км	
8	Устройство ответвлений от ВЛИ-0,4кВ к зданиям 3фазы	СИП2А 3*25+1*25	км	
9	Устройство ответвлений от ВЛ0,4кВк зданиям 1фазы	СИП2А 2*16	км	
10	Установка щитов учета 3фазных	шт	7	
12	Установка щитов учета 1фазных	шт	5	

Расчет сметы затрат на реконструкцию ВЛИ-0,4кВ.

Акт технического состояния и определения стоимости материальных ценностей и иного имущества, полученных при демонтаже, разборке и ликвидации объекта основных средств:

- Наименование объекта ВЛ-0,4кВ от ТП № 64
- _____ Инвентарный номер, _____ год выпуска, дата ввода _____, % износа _____;
- Дата проведения последнего капитального ремонта _____;
- Техническое состояние объекта ВЛ-0,4кВ _____;
- Процесе эксплуатации объекта ВЛ-0,4кВ от ТП №1 _____ Ф1,2

износ составляет __%;

- Принятие решения Комиссией.

Исходя из текущей рыночной стоимости, в том числе

Таблица 7. Стоимость материалов

№ п/п	Наименование деталей, МЦ, оборудования	Ед. изм.	Кол-во	Цена новой единицы тыс.руб.	% годности	Фактическая стоимость единицы тыс.руб.	Итого
1	Ж/Б опора СВ-95	шт					
2	Ж/Б подкос СВ-95	шт					
3	СИП-2А 3x150+1x95+1x16	км					
4	СИП2А 3x35+1x50+1x16	км					
5	СИП 2А 3x25+1x25	км					
6	СИП 2А 2x16	км					
7	Зажим анкерный	шт					
8	Зажим натяжной	шт					
9	Лента бандажная	км					
Итого							

Тема 3. Расчет годового объёма обслуживания и ремонта в условных единицах и человеко-часах

В соответствии с действующими в настоящее время штатными нормативами численность ИТР и электромонтеров электротехнических служб хозяйств определяется исходя из трудоемкости обслуживания электрооборудования, выраженной в условных единицах, и размере годового потребления электроэнергии на производственные нужды.

Трудоемкость технического обслуживания и ремонта другого оборудования выражается в долях принятой условной единицы и рассчитывается по формуле:

$$Q_{уеэ} = K_1 \cdot K_2, \quad (1)$$

где $Q_{уеэ}$ - объём работ в условных единицах электрооборудования (усл. ед.);
 K_1 - коэффициент перевода в условные единицы, усл., ед.;

K_2 - число физических единиц электрооборудования одного наименования, (шт, км, установки и т.д.) из задания.

Например, необходимо определить трудоемкость обслуживания: пяти мачтовых трансформаторных подстанций (МТП) с трансформаторами 63 кВА; воздушных линий электропередачи (ВЛ) напряжением: 0,4 кВ на деревянных опорах, общей протяженностью 8,3 км.; десяти распределительных пунктов (РП) напряжением 0,4 кВ на 4 присоединения каждый. По таблице 8 определяются коэффициенты перевода в условные единицы для каждого наименования электрооборудования: для МТП $K_1=2,3$; для ВЛ $K_1=2,2$ (так как совместная подвеска проводов не оговорена); для РП $K_1=0,5$.

$$Q_{УЕЭ \text{ МТП}}=2,3 \cdot 5=11,5 \text{ (усл.ед.)}$$

$$Q_{УЕЭ \text{ ВЛ}}=2,2 \cdot 8,3=18,26 \text{ (усл.ед.)}$$

$$Q_{УЕЭ \text{ РП}}=0,5 \cdot (10 \cdot 4)=20 \text{ (усл.ед.)}$$

$$УQ_{УЕЭ} = Q_{УЕЭ \text{ МТП}} + Q_{УЕЭ \text{ ВЛ}} + Q_{УЕЭ \text{ РП}}=11,5+18,26+20=49,76 \text{ (усл. ед.)}$$

Исходными данными для расчета объема работ по эксплуатации электрооборудования являются сведения, содержащиеся в паспорте электрохозяйства (перечень электрооборудования с указанием типа, места установки, характера среды, сменности, сезонности работы). При определении общего объема работ учитывается все электрооборудование хозяйства: воздушные линии электропередачи любого напряжения, находящегося на балансе хозяйства; кабельные линии и колодцы, трансформаторные подстанции, электродвигатели, пускорегулирующая аппаратура, силовые шкафы и распределительные пункты, проводки и т.д.

В настоящее время сельские хозяйства являются многоотраслевыми предприятиями, в которых электрооборудование используется в нескольких отраслях: растениеводство, животноводство, подсобные предприятия, коммунально-бытовое потребление. Каждое сельское хозяйство включает несколько отделений, ферм, населенных пунктов. В этих условиях возникает задача выбора рациональной степени централизации и децентрализации выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту, с учетом удаленности объектов и объема работ. Поэтому, при наличии нескольких рассредоточенных объектов, расчет объема трудозатрат в условных единицах рекомендуется провести по объектам и оформить его в виде таблицы 8.

Условные единицы отражают усредненные затраты труда на ремонт и обслуживание электрооборудования. Действующие в системе Министерства сельского хозяйства РФ условные единицы приведены в таблице 8.

Таблица 8. Таблица условных единиц для определения объема работ по эксплуатации электрооборудования

Электротехническое оборудование и сооружения	Единица измерения	Число условных единиц	Примечание
1	2	3	4
Линии электропередачи напряжением 1...10кВ на металлических опорах или железобетонных опорах (основаниях) при совместной подвеске проводов напряжением до 1000В и линий радиотрансляционной сети. То же на деревянных опорах	1 км 1 км	3,0 2,5	- -
Линии электропередачи напряжением 1...10 кВ на железобетонных опорах (основаниях) без совместной подвески проводов То же, на деревянных опорах без совместной подвески проводов Линии электропередачи напряжением до 1 кВ на железобетонных опорах (основаниях) при совместной подвеске проводов (независимо от их числа) То же, на деревянных опорах То же, на деревянных опорах без совместной подвески проводов (независимо от их числа) Кабельные линии электропередачи напряжением до 20 кВ (3 фазы) Вводные кабельные устройства Кабельные вводы Кабельные тоннели Мачтовая подстанция или закрытый трансформаторный пункт мощностью до 100 кВ·А Закрытый трансформаторный пункт с одним трансформатором мощностью 100 кВ·А и выше То же, с двумя трансформаторами мощностью 100 кВ·А и выше каждый Распределительный пункт и подстанция на напряжение 3..20 кВ	1 км 1 км 1 км 1 км 1 км 1 км 1 уст 1 шт 10 м 1 пункт 1 пункт 1 пункт 1 присоединение	2,1 1,7 2,4 2,2 1,7 1,9 0,09 0,3 0,08 2,3 2,5 3,5 2,2	Учитываются все присоединения к сборным шинам отходящих фидеров, шиносоединительных выключателей

Примечания:

1. Таблица условных единиц предусматривает работы по техническому обслуживанию и планово-предупредительному ремонту электроустановок с входящим в них электрооборудованием, и аппаратурой управления, защиты и автоматики, а также силовыми и осветительными проводками.

2. В условных единицах учтены время и сезонность работы электроустановок (по условиям электрифицированных технологических процессов).

Под условной единицей объема работ понимается трудоемкость годового технического обслуживания и текущего ремонта электропривода, снабженного приборами автоматического управления с электродвигателем мощностью от 10 кВт и выше.

Тема 4. Оформление наряда на выполнение электромонтажных работ и расчет зарплаты членам бригады по наряду на сделанную работу

Основные правила оформления наряда-допуска

Акт не имеет строго установленного образца, он может быть написан в свободной форме или по специально разработанному шаблону. Главное, чтобы в документе обязательно были внесены:

- все сведения о сотрудниках, получающих доступ к работе в электроустановках;
- руководителя работ;
- ответственных лиц.

Все, что касается непосредственно трудовых обязанностей также должно быть прописано очень тщательно: какие именно работы должны быть проведены, какие меры безопасности приняты, какие инструктажи были пройдены сотрудниками.

Наряд-допуск оформляется в нескольких экземплярах – по одному для каждой из заинтересованных сторон. Все записи в документе должны быть разборчивыми и четкими, заполнять его карандашом и исправлять внесенные сведения нельзя. Инструкция по оформлению допуска для работы в электроустановках. Вверху документа слева пишется название организации, сотрудники которой получают допуск к работе в электроустановках, сюда же вносится название структурного подразделения, к которому они относятся.

Посередине вписывается название документа, а также его номер по внутреннему документообороту.

Далее указываются сотрудники, отвечающие за работу в электроустановке:

- ответственный руководитель;
- допускающий (можно написать просто «дежурный»);
- производитель работ;
- члены бригады.

Здесь нужно вписать фамилии работников и их инициалы, а также группу каждого из них по электробезопасности. Если какой-либо ответственный сотрудник к работам не привлекается, то в соответствующей строке нужно написать «не назначается». Далее в документ вносится точное наименование работ, а также дата и время их выполнения (время с указанием часов и минут). Таблица «Меры по подготовке рабочих мест» отвечает о мерах безопасности, принятых к подготовке рабочего места. В левом столбце таблицы надо точно обозначить наименование электроустановки, а в правом – ее коммуникационные аппараты, которые должны быть отключены или заземлены. Ниже таблицы отдельными пунктами следует внести особые указа-

ния по дополнительным мерам безопасности. Следующим шагом вписываем дату и точное время (часы, минуты) выдачи наряда, фамилия и инициалы сотрудника, который его выписал.

При сдельной оплате труда составляется наряд на сдельную работу. В наряде указываются наименования работ, количество работ, их объём и сроки исполнения, нормы времени и расценка за единицу работы, определяется сумма заработной платы за всю работу. После выполнения работы по фактически принятому объёму работ наряд оформляет производитель работ, определяет общую сумму заработка по наряду и нормативное время. На обратной стороне наряда оформляется табель выхода на работу, то есть фактически отработанное время членами бригады, также в таблице указываются фамилия, имя, отчество электромонтёров, их разряды и общее количество отработанных часов. Общий сдельный заработок по наряду распределяется между членами бригады пропорционально отработанному времени в зависимости от квалификации, разряда каждого электромонтёра и коэффициента трудового участия. Планирование фонда оплаты труда основывается на тарифной системе, которая служит основным средством учета качества труда и отражением его в заработной плате.

Тарифная система представляет собой совокупность нормативных документов по дифференциации в зависимости от сложности и условий работы, степени квалификации и качества работников, и других факторов. В соответствии с постановлением «Государственного комитета РБ по труду и социальной защите населения», предприятиям предложена республиканская тарифная система оплаты труда. Она состоит из Единой тарифной сетки, единого тарифно-квалификационного справочника, тарифных ставок и окладов. Сумма фактически начисленной заработной платы за какой-либо период, составляет фонд оплаты труда, который состоит из основной, дополнительной заработной платы и премиальных.

Основная заработная плата начисляется за отработанное время или изготовленную продукцию независимо от формы и системы оплаты труда. Дополнительная заработная плата начисляется за нерабочее время. Премиальные включают в себя премии работникам за производственные результаты, включая премии за экономию конкретных видов материальных ресурсов, за создание, освоение и внедрение новой техники и др.

С целью стимулирования роста профессионального мастерства рабочих электромонтеров, повышения их материальной заинтересованности в выполняемых производственных заданиях на предприятиях вводятся надбавки к тарифным ставкам (расширение зоны обслуживания, совмещение профессий и т.д.), размер которых зависит от рабочего разряда электромонтера и определяется условиями коллективного договора.

Старшим электромонтерам за руководство бригадой начисляется доплата в размере до 40% от месячной тарифной ставки. За расширение зоны обслуживания электромонтеры получают надбавку к заработной плате от 20 до 40% от месячной тарифной ставки.

Месячная тарифная ставка электромонтера:

$$C_M = C_1 \cdot K_T \cdot K_{КОР}, \quad (2)$$

где C_1 - тарифная ставка электромонтера I разряда;

K_T - Тарифный коэффициент, показывает во сколько заработная плата данного раздела выше 1-го разряда

$K_{КОР}$ - Корректирующий коэффициент, позволяет увеличивать заработную плату работникам с более низким разрядом.

Пример начисления:

$$C_{M2} = 260 * 1,16 * 3,066 = 924,7 \text{ (тыс.руб.)}$$

$$C_{M3} = 260 * 1,35 * 2,66 = 933,7 \text{ (тыс. руб.)}$$

$$C_{M4} = 260 * 1,57 * 2,321 = 947,4 \text{ (тыс. руб.)}$$

$$C_{M4} = 260 * 1,73 * 2,15 = 967,1 \text{ (тыс. руб.)}$$

Определяем часовую тарифную ставку электромонтеров

Где Φ_M - среднемесячный фонд рабочего времени, $\Phi_M = 168,6$ ч

$$C_{ч2} = 924,7 / 168,6 = 5,4 \text{ (тыс. руб.)}$$

$$C_{ч3} = 933,7 / 168,6 = 5,5 \text{ (тыс. руб.)}$$

$$C_{ч4} = 947,4 / 168,6 = 5,6 \text{ (тыс. руб.)}$$

$$C_{ч5} = 967,1 / 168,6 = 5,7 \text{ (тыс. руб.)}$$

Определяем тариф рабочих:

$$T_P = \Phi_{ОТР} * C_{ч}, \quad (3)$$

где $\Phi_{ОТР}$ - Отработано часов в месяц

$$T_{P2} = 71 * 5,4 = 383,4 \text{ (тыс. руб.)}$$

$$T_{P3} = 48,5 * 5,5 = 267,75 \text{ (тыс. руб.)}$$

$$T_{P4} = 119 * 5,6 = 666,4 \text{ (тыс. руб.)}$$

$$T_{P5} = 73,5 * 5,7 = 418,95 \text{ (тыс. руб.)}$$

Итого:

$$T = T_{P2} + T_{P3} + T_{P4} + T_{P5} = 383,4 + 267,75 + 666,4 + 418,95 = 1736,5 \text{ (тыс. руб.)}$$

Тема 5. Расчёт заработной платы членам бригады с учётом КТУ

Распределение средств по КТУ

В зависимости от формы оплаты группового труда КТУ применяется следующим образом:

- **при бестарифной системе:** общая сумма, предназначенная к оплате для всей бригады, делится на количество работников, а затем этот средний показатель, соответствующий показателю 1, корректируется на основе КТУ;
- **при распределении оплаты сверх тарифов:** работники получают «твердую» сумму согласно тарифу, а остальные средства делятся с учетом КТУ.

Необходимо ли доказывать факт назначения КТУ, в зависимости от вклада работника — исполнение или неисполнение им трудовых обязанностей в той или иной мере?

Посмотреть мнение суда.

Где нельзя применять КТУ

Коллективность труда – главное условие применения КТУ. Коэффициент трудового участия не может быть применен для любых форм индивидуальных выплат. К формам вознаграждения, где КТУ принципиально неприменимо, относятся:

- компенсации за вредность труда;
- выплаты сверхурочных;
- доплата за работу в праздник или выходной;
- деньги за труд в ночную смену;
- дополнительные суммы за кураторство, наставничество, руководство бригадой, отделом;
- надбавки за квалификацию и стаж;
- премии за рацпредложения или профессиональные находки;
- все виды пособий.

Кто устанавливает КТУ?

В ТК РФ нет регламента относительно начисления заработка по КТУ, этот вопрос оставлен на усмотрение трудового коллектива. Алгоритм может быть каким угодно, главное, чтобы он не противоречил действующим положениям Трудового Кодекса и другим законодательным актам.

Чтобы вычислить КТУ, нужно воспользоваться системой установленных параметров, каждому из которых присвоена своя «балльность». Сотрудник проходит оценку по каждому параметру, получая определенное количество баллов за все по очереди. Количество баллов суммируется.

Для применения формулы также необходимо знать точное число работников, на которых будет делиться общее участие. Расчет можно произвести так:

$$КТУ = (O / O1 + O2 + \dots + On) \times N \quad (4)$$

где: КТУ – коэффициент трудового участия; O – оценка, присвоенная сотруднику, коэффициент участия которого вычисляется; O1 + O2 + ... + On – сумма баллов всех сотрудников; N – количество членов бригады.

Особенности вычисления КТУ

Представим себе бригаду, для которой разработаны такие параметры оценки ее труда:

- сложность работы (по трехбалльной шкале: самый сложный труд – 3 балла, средний – 2 балла, легкий – 1 балл);
- загрузка по времени (максимальная – 3 балла, средняя – 2 балла, минимальная – 1 балл);
- работа на оборудовании (по 1 баллу за каждый вид);
- обслуживание оборудования (по 2 балла за каждый случай);
- качество (по 1 баллу за соответствие и 1 балл за осуществление контроля);
- ответственность за результаты (до 3 баллов, могут быть отминусованы при нарушениях).

Удобна для расчетов КТУ компьютерная программа Excel, где в табличной форме видны все показатели, а в последнем столбце выводится итог по каждому работнику.

Пример расчета вознаграждения согласно КТУ:

Пусть в нашей условной бригаде пятеро работников, занятых изготовлением табуреток в течение установленного временного периода. За выполнение плана их бригаде положена оплата в 1000 денежных единиц (возьмем условное значение для расчетов).

Первый работник полностью выполнил план, соблюдал все нормы, отработав положенное количество рабочих часов, то есть его КТУ равен 1.

Второй работник перевыполнил норму на четверть, остальные показатели такие же, как и у первого. КТУ получится 1,25.

Третий сотрудник выполнил норму, но по его вине (несоблюдение правил работы с оборудованием) был сломан деревообрабатывающий станок, что заставило приостановить работу. Кроме того, он несколько раз опоздал к началу рабочего дня. Поэтому с него вычли несколько баллов, и его КТУ составил 0,5.

Четвертый сотрудник исправил поломку в деревообрабатывающем станке, квалификация позволяла это сделать. Ему добавили баллы за обслуживание оборудования, кроме того, руководство отметило качество его работы, и его КТУ оказался 1,6.

Пятый сотрудник отпросился в последний день работы. Его труд не вызвал нареканий, но по факту он работал несколько меньше остальных, поэтому КТУ уменьшился до 0,65.

Теперь вычислим долю каждого сотрудника, которую он получит при бестарифном способе расчетов, или же дополнительное вознаграждение, положенное в качестве приработка, при установленном «твердом» тарифе.

Сумма всех КТУ: $1 + 1,25 + 0,5 + 1,6 + 0,65 = 5$.

При бестарифной оплате общая сумма распределится следующим образом: $1000 / 5 = 200$ (средняя доля, соответствующая единице КТУ). Тогда сотрудникам полагается:

- 1-й сотрудник получит 200 (расчетных единиц);
- 2-й – $200 \times 1,25 = 250$;

- 3-й – $200 \times 0,5 =$ всего 100;
- 4-й – $200 \times 1,6 = 320$;
- 5-й – $200 \times 0,65 = 130$.

Таким образом, благодаря КТУ заработок распределился неравномерно, некоторые сотрудники получили значительно больше, чем другие. Однако, это обусловлено объективными факторами, поэтому не вызовет ощущения несправедливости и недовольства в бригаде.

Тема 6. Расчёт индивидуальной нормы потребления электроэнергии в животноводстве

Индивидуальные нормы электроэнергии разрабатывают для контроля за ее расходом при эксплуатации объектов в конкретном хозяйстве с учетом уровня электрификации, а также при технико-экономических обоснованиях конкурирующих вариантов.

Индивидуальная норма - это удельный расход электроэнергии, установленный для отдельных процессов и объектов при данном уровне электрификации.

Под уровнем электрификации понимается число процессов, в которых применяется электроэнергия, и размеры потребления электроэнергии по каждому процессу. Например, для свинооткормочной фермы можно выделить 8 групп процессов: 1-я группа – кормоприготовление и кормораздача, 2-я группа – новозоудаление, 3 –я – вентиляция в помещениях 4-я группа – поение животных, 5-я группа-освещение, 6-я группа - прочие затраты электроэнергии, 7-я группа - вентиляция в помещениях без животных, 8-я группа – потери электроэнергии в сетях.

Таблица 9. Расчет потребности в электроэнергии в животноводстве на основании применения индивидуальных норм по технологическим процессам

Кол-во скота голов	Вид содержания	Норма расхода в год, кВт.ч.	Требуется электроэнергии, кВт.ч.
Ферма КРС			
Коровник:			
	Раздача грубых и сочных кормов		
	Раздача концентрированных кормов		
	Уборка навоза		
	Доение коров в стойлах		
	Прочие процессы		
	Электроосвещение		
	Итого		
Родильное отделение и профилакторий:			
	Уборка навоза		
	Электрическое освещение и облучение		
	Итого		

Телятник для телят от 25 дневного до 6 месячного:			
Электрическое освещение и облучение			
Итого			
Обще-фермерские процессы и оборудование			
Измельчение и мойка корнеплодов			
Измельчение грубых кормов и подстилки			
Электронагреватели для хозяйственных нужд			
Отопление молочной			
Очистка, охлаждение и хранение молока			
Водоснабжение			
Электроосвещение территории			
Итого			
Ферма по дорастиванию молодняка от 6 месячного возраста:			
Измельчение подстилки и грубых кормов			
Водоснабжение			
Электроосвещение			
Прочие			
Итого			
Всего по хозяйству			

Тема 7. Определение годового потребления электроэнергии в животноводстве

Планировать годовую потребность хозяйства в электроэнергии рекомендуется на основе научно разработанных норм электропотребления, распределения и экономии электрической энергии, а также контроль над эффективностью ее использования. Основным методом разработки норм является расчетно-аналитический, предусматривающий их определение расчетным путем по статьям расхода. Норма зависит от конкретных условий предприятия.

Существенными факторами, влияющими на ее величину и учитываемые при расчете, являются: технология производства; уровень электрификации, то есть перечень электрифицированных технологических процессов; климатические условия. Поэтому необходима корректировка норм, приведенных в справочной литературе (нормы для центрального климатического района при 100% уровне электрификации), с учетом особенностей конкретного объекта.

Учет фактического уровня электрификации производится путем суммирования удельного расхода электроэнергии только по электрифицированным процессам. Корректировка на климатические условия проводится:

$$N_i = N_{уд} * R, \quad (4)$$

где: N_i - норма расхода электроэнергии по i -му процессу; $N_{уд}$ - удельный расход электроэнергии, по процессу, зависящему от климатических условий (отопление, вентиляция). $R = 1,3$ - поправочный коэффициент.

Расчет норм потребления для ферм молочного направления

Таблица 10. Расчет норм электропотребления для ферм молочного направления

Процесс	Удельный расход эл. энергии, кВт. ч. / ч.	При коэффициенте 1,3
Доение коров		
Уборка навоза		
Приготовление кормов		
Раздача кормов		
Водоснабжение		
Подогрев воды		
Обработка молока		
Вентиляция		
Отопление		
Освещение		
Норма электропотребления		

Расчет норм электропотребления для откормочных ферм

Таблица 11. Нормы расхода электроэнергии на откормочной ферме и на откормочной площадке

Процесс	Удельный расход эл. Энергии, кВт. ч/год	При коэффициенте 1,3
Приготовление кормов		
Раздача кормов		
Уборка навоза		
Водоснабжение		
Вентиляция		
Освещение		
Норма потребления		

Расчет норм электропотребления в растениеводстве

В растениеводстве нормы расхода рассчитываются аналогично по отдельным процессам, либо при наличии типовой технологии. Нормы принимаются из справочной литературы, например для зерноочистительных пунктов в зависимости от марки.

На предприятии производится очистка и сушка зерна (электроподогрев и все транспортеры). Обработка зерна ведется на типовом зерноочистительном сушильном пункте типа:

Обрабатывается тонн, из них:

т. - семенное зерно;

т. - продовольственное зерно.

Норма на продовольственное зерно составляет кВт. ч./т.

Норма на семенное зерно составляет кВт. ч./т.

Общий объем сена тонн т. сушится активным вентилированием.

Норма расхода электроэнергии на сушку сена активным вентилированием зависит от вида (сорта) культуры и от климатических условий, поэтому, как правило, нормы в хозяйствах устанавливаются опытным путем, ее норма составляет кВт. ч./т.

Тема 8. Расчёт фонда заработной платы, затраты на материалы и амортизационные отчисления технических средств на 1 чел.- ч.

Универсальная схема расчета предусматривает сложение всех сумм, предназначенных для персонала. Для того чтобы подсчитать ее максимально просто, хоть и несколько приблизительно, используют такую формулу:

$$\text{ФОТ}_{\text{год}} = 3\text{П}_{\text{с-м}} \times \text{Ч}_{\text{ср-сп.}} \times 12, \quad (5)$$

где: $\text{ФОТ}_{\text{год}}$ – годовой показатель фонда оплаты труда; $3\text{П}_{\text{с-м}}$ – среднемесячная заработная плата (все суммы выплат за год, поделенные на 12); $\text{Ч}_{\text{ср-сп.}}$ – среднесписочная численность сотрудников (суммированное количество работников за каждый день месяца, разделенное на количество дней в месяце, повторенное 12 раз по числу месяцев в году).

Расчет ФОТ для почасовой оплаты труда производится по следующей схеме:

$$\text{ФОТ}_{\text{час}} = \sum_{\text{ст.}} \times \text{РЧ}, \quad (6)$$

где: $\text{ФОТ}_{\text{час}}$ – фонд оплаты труда для почасовиков; $\sum_{\text{ст.}}$ – сумма ставок почасовых рабочих; РЧ – количество рабочих часов.

При сдельной оплате.

Расчет ФОТ для сдельной оплаты труда производится так:

$$\text{ФОТ}_{\text{сд.}} = (V_{\text{пл.}} \times \text{Ц}_{\text{ед.}}) + \text{К} + \text{Н} + \text{Пр.} + \text{В}_{\text{соц.}}, \quad (7)$$

где: $\text{ФОТ}_{\text{сд.}}$ – фонд оплаты труда для рабочих со сдельной зарплатой; $V_{\text{пл.}}$ – объем продукции по плану; $\text{Ц}_{\text{ед.}}$ – цена за единицу продукции; К – различные компенсации; Н – надбавки; Пр. – премии; $\text{В}_{\text{соц.}}$ – социальные выплаты.

Расчет затрат по амортизации оборудования, применяемого для ТО и ремонта электрооборудования выполняют, исходя из первоначальной стоимости оборудования каждого вида и годовых норм амортизации. Сумма амортизационных отчислений за месяц определяется по формуле:

$$A_m = P_c * N_{амес}/100, \text{ руб.}, \quad (8)$$

где: P_c - первоначальная стоимость оборудования, руб. $N_{амес}$ - месячная норма амортизации определяется по формуле:

$$N_{амес} = N_{агод}/12, \% \quad (9)$$

Годовую сумму амортизации (A) рекомендуется определять по форме, представленной в таблицу 12.

Первоначальная стоимость оборудования рассчитывается по каждому виду оборудования по формуле:

$$C_{пер} = O + M + T_p + 3c + 3ч + 3к, \text{ руб.}, \quad (10)$$

где O - оптовая цена оборудования по прейскуранту, руб.(табл.12); M - затраты на монтаж единицы оборудования; $T_p, 3c, 3ч, 3к$ - рассчитываются по каждой единице оборудования аналогично.

Таблица 12. Расчет годовой суммы амортизации

Наименование оборудования	Первоначальная стоимость ($C_{пер}$), руб.	Количество, шт.	Общая стоимость (C_o), руб.	Норма амортизации (N_a), %	Сумма амортизации (A), руб.
Силовой кабель					
Силовой трансформатор					
Выключатель нагрузки					
Крановый двигатель					
Электроаппаратура для ЭППТ					
Прочее неучтенное оборудование					
Всего по оборудованию:					

Тема 9. Определение стоимости условной единицы обслуживания и ремонта и себестоимость применения электроэнергии в хозяйстве

Расчет обслуживаемого оборудования в условных единицах выполняется отдельно для питающего электроэнергетического и потребляющего электротехнического оборудования. Входными данными для расчета являются количественное соотношение условных единиц к объемам эксплуатируемого оборудования. Номенклатура позиций условных единиц электрических сетей (питающего электроэнергетического оборудования) ограничена наиболее суще-

ственными и трудоемкими. В условных единицах питающего электрооборудования учтены трудозатраты на оперативное обслуживание, техническое обслуживание и ремонт. В условных единицах потребляющего электрооборудования учтены трудозатраты на техническое обслуживание и ремонт. Трудозатраты по обслуживанию и ремонту зданий и сооружений отдельно не выделяются и учтены по всей номенклатуре позиций условных единиц. Количество обслуживаемого питающего электроэнергетического оборудования в условных единицах определяется по формуле:

$$VE_C = \sum_{i=1}^n OC_i \cdot VE_i, \quad (11)$$

где: n – количество видов оборудования; OC_i – количество оборудования i -го вида в единицах измерения; VE_i – количество условных единиц на единицу измерения для оборудования i -го вида.

Количество обслуживаемого потребляющего электротехнического оборудования в условных единицах определяется по формуле:

$$VE_{II} = \sum_{i=1}^n ОП_i \cdot VE_i, \quad (12)$$

где: n – количество видов оборудования; $ОП_i$ – количество оборудования i -го вида в единицах измерения; VE_i – количество условных единиц на единицу измерения для оборудования i -го вида.

Тема 10. Экономическая оценка вариантов осветительных установок наружного освещения

Экономическую эффективность осветительной установки оценивают приведенными затратами:

$$З = ENK + Э, \quad (13)$$

где: $З$ - приведенные затраты по рассматриваемому варианту, руб.; $EN=0,15$ - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; K - капитальные вложения на сооружение осветительной установки, руб.; $Э$ - годовые эксплуатационные расходы на систему искусственного освещения, руб.

Капитальные затраты на изготовление осветительной установки рассчитываются по формуле:

$$K = N(KЛn + КС + КМ + РЛКМЭn10^i), \quad (14)$$

где: N - общее число светильников одного типа в осветительной установке, шт.; $KЛ$ - цена одной лампы, для ЛД40 - 38руб., для БК 215-225-60(75,15) - 6,7 руб.; n - число ламп в одном светильнике; $КС$ - цена одного светильника

ЛСП21(ЛСО05) 2x40 - 440руб., ЛСП18 40 - 260руб НСП21(НПП04) - 115руб.; КМ - стоимость монтажа одного светильника, руб.; коэффициент, учитывающий потери энергии в ПРА, принимается 1,2 при люминесцентных лампах и 1,1 при лампах ДРЛ и ДРИ; РЛ - мощность одной лампы, Вт; КМЭ - стоимость монтажа электротехнической части осветительной установки (щитки, сеть и др.) на 1 кВт установленной мощности ламп с учетом потерь в ПРА, ориентировочно принимаем 1960 руб/кВт.

Годовые эксплуатационные расходы по содержанию искусственного освещения определяются по формуле:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_A + \mathcal{E}_O + \mathcal{E}_\mathcal{E}, \quad (15)$$

где: \mathcal{E}_A - годовые затраты на амортизацию системы освещения, руб.; \mathcal{E}_O - годовые расходы на обслуживание и текущий ремонт осветительной установки, руб.; $\mathcal{E}_\mathcal{E}$ - стоимость израсходованной за год электрической энергии с учетом потерь в ПРА и сетях, руб.

Амортизационные отчисления в размере 10% капитальных затрат, соответствующие 10-летнему сроку службы светильников, проводок и электрооборудования, рассчитываются по формуле:

$$\mathcal{E}_A = 0,1N(KC + KM + RLn10^{-3}), \quad (16)$$

Годовые расходы на обслуживание и текущий ремонт осветительной установки складываются в основном из стоимости ламп и расходов на чистку светильников:

$$\mathcal{E}_O = \mathcal{E}_L + \mathcal{E}_\mathcal{C}, \quad (17)$$

где: \mathcal{E}_L - стоимость сменяемых в течении года ламп, руб.; $\mathcal{E}_\mathcal{C}$ - расходы на чистку светильников за год, руб.; ТР - продолжительность работы осветительной установки в год, ч; ТЛ - номинальный срок службы лампы, принимается для ламп накаливания общего назначения 1000 ч, для люминесцентных ламп 12000ч; СЗ - стоимость работ по замене одной лампы, руб.; n1 - количество чисток светильников в год; С1 - стоимость одной чистки одного светильника, руб. Принимаем стоимость замены одной лампы 0,7 С1.

Стоимость электрической энергии израсходованной за год определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_\mathcal{E} = RLnTRЦ\mathcal{E}10^{-3}, \quad (18)$$

где: 0,1U - коэффициент, учитывающий потери электрической энергии в осветительных сетях; U - потери напряжения в осветительной сети до средних ламп, %; ЦЭ - стоимость электрической энергии, руб./(кВт•ч)

Используемая литература.

1. Бычков А.В. Организация и выполнение работ по монтажу и наладке электрооборудования промышленных и гражданских зданий. В 2 ч. Ч. 1. М.: Academia, 2010. 126 с.
2. Грунтович Н.В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учеб. пособие. М.: Инфра-М, 2018. 396 с.
3. Кисаримов Р.А. Монтаж электрооборудования: справ. М.: РадиоСофт, 2013. 568 с.
4. Сибикин Ю.Д. Безопасность труда при монтаже, обслуживании и ремонте электрооборудования предприятий. М.: КноРус, 2016. 264 с.
5. Сидорова Л.Г. Сборка, монтаж, регулировка и ремонт узлов и механизмов оборудования, агрегатов, машин, станков и другого электрооборудования промышленных организаций: учебник. М.: Академия, 2019. 240 с.
6. Шашкова И.В. Организация и выполнение работ по монтажу и наладке электрооборудования промышленных и гражданских зданий: учебник. В 2 ч. Ч. 2. М.: Академия, 2016. 320 с.
7. Макаренко С.И. Электрические аппараты: справ. пособие. М.: Стройиндустрия, 2019. 370 с.
8. Новиков, В.А. Савва С.В. Татаринцев Н.И. Электропривод в современных технологиях: учебник. М.: Академия, 2014. 400 с.
9. Ящура А.И. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования: справ. 2008. 504 с.
10. Кожевников Н.Н. Экономика и управление в энергетике: учеб. пособие. М., 2003.
11. Борисова Л.М., Гершанович Е.А. Экономика энергетики: учеб. пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2006.

Нормативные документы

1. ТКП 181-2009. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
2. ТКП 427-2012. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок.
3. Правила охраны электрических сетей напряжением до 1000 В.
4. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. Утверждены Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации 24.07.2013.
5. Правила устройства электроустановок (издание 7).
6. ГОСТ 839-80. Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия.
7. ГОСТ Р 50571.5.52-2011. (МЭК 60364-5-52-2009) Электроустановки низковольтные. Ч. 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Гл. 52. Электропроводки.
8. ЕНиР Сб. Е23. Электромонтажные работы. Вып. 3. Воздушные линии электропередачи и строительные конструкции открытых распределительных устройств напряжением 35 кВ и выше.
9. СНиП 3.05.06-85. Электротехнические устройства.
10. СТП 09110.05.830-08. Нормы времени на ремонт основного и вспомогательного энергетического оборудования. Ремонт и техническое обслуживание воздушных линий электропередачи и трансформаторных подстанций напряжением 0,38-10 кВ.

Учебное издание

Иванов Владимир Васильевич
Майстренко Мария Александровна
Непша Александр Васильевич

Учебное пособие
по практическому обучению для специальности
35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства

Редактор Павлютина И.П.

Подписано к печати 21.12.2020 г. Формат 60×84 $\frac{1}{16}$
Бумага печатная Усл. п. л.5,52. Тираж 25. Изд. №6802.

243365 Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино
Издательство Брянского государственного аграрного университета