

Предисловие	3
Раздел первый. Организация эксплуатации электроустановок промышленных предприятий	
Глава I. Структура эксплуатационного обслуживания электроустановок	9
§ 1. Общие сведения и терминология	9
§ 2. Система планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта (ППТОР)	16
§ 3. Формы эксплуатации электроустановок	20
§ 4. Типовые структуры отдела Главного энергетика и нормы экс- плуатационного запаса электроустановок	21
Раздел второй. Организация технического обслуживания электроустановок	
Глава II. Организация труда электромонтера	25
§ 5. Температура воздуха в электропомещениях	25
§ 6. Виды работ, выполняемых электромонтером	26
§ 7. Организация рабочего места	32
§ 8. Научная организация труда электромонтера	34
Глава III. Техническое обслуживание электроустановок	35
§ 9. Обслуживание цеховых электрических сетей напряжением до 1000 В	35
§ 10. Обслуживание кабельных линий	49
§ 11. Обслуживание силовых трансформаторов	56
§ 12. Обслуживание комплектных трансформаторных подстанций	59
§ 13. Обслуживание электродвигателей	62
§ 14. Обслуживание РУ	70
§ 15. Обслуживание осветительных электроустановок	90
§ 16. Обслуживание электрических грузоподъемных машин	98
Раздел третий. Организация ремонта электроустановок	
Глава IV. Ремонтные подразделения	99
§ 17. Электроремонтный цех	99
§ 18. Электросиловой цех	102
§ 19. Мастерская для ремонта трансформаторов	102
Глава V. Ремонт и испытание электроустановок	104
§ 20. Ремонт кабельных линий	104
§ 21. Ремонт силовых трансформаторов	114
§ 22. Ремонт электродвигателей	121
§ 23. Ремонт оборудования РУ	126
§ 24. Ремонт электрических грузоподъемных машин	133
§ 25. Испытания электроустановок и диэлектрических защитных средств	135

Рецензент: инж. Шитиков В. И. (Министерство строительного, дорожного и коммунального машиностроения СССР)

Справочник рекомендован к изданию Госкомитетом СССР по профессионально-техническому образованию и предназначен для учащихся и инженерно-педагогических работников учебных заведений профтехобразования, подготавливающих молодых рабочих электротехнических профессий.

Сибикин Ю. Д.

С 34 Справочник молодого рабочего по эксплуатации электроустановок промышленных предприятий. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1984. — 136 с., ил. — (Профтехобразование).

55 к.

Справочник содержит основные сведения по организации эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и испытанию электроустановок на промышленных предприятиях.

Материал второго издания переработан и обновлен в соответствии с новыми ГОСТами и ПУЭ.

Справочник может быть использован при профессиональном обучении рабочих на производстве.

С 2302030000—233
052(01)—84 22—84

ББК 31.29

6П2.11

Юрий Дмитриевич Сибикин

**СПРАВОЧНИК МОЛОДОГО РАБОЧЕГО
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ**

Заведующая редакцией Э. М. Концевая. Редактор Е. А. Варшавская. Мл. редакторы Р. К. Сапожникова, Л. Б. Успенская. Художественный редактор Л. К. Громова. Технический редактор Н. В. Яшукова. Корректор С. К. Завьялова.

ИБ № 4567

Изд. № ЭГ-47. Сдано в набор 22.11.83. Подп. в печать 28.03.84. Т-07330. Формат 60×90/16. Бум. тип. № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Объем 8,5 усл. печ. л. Усл. кр.-отг. 8,75. 10,77 уч.-изд. л. Тираж 100 000 экз. Зак. № 770. Цена 55 коп.

Издательство «Высшая школа», 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14.

Ярославский полнграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.

© Издательство «Высшая школа», 1978

© Издательство «Высшая школа», 1984, с изменениями

ПРЕДИСЛОВИЕ

Электрификация является стержнем строительства экономики коммунистического общества. Она играет ведущую роль как в развитии всех отраслей народного хозяйства, так и в реализации всего современного технического прогресса.

В СССР электровооруженность труда постоянно возрастает, осуществляется комплексная механизация в промышленности, сельском хозяйстве, строительстве, на транспорте, в коммунальном хозяйстве. В свете задач, поставленных XXVI съездом КПСС перед промышленностью, существенно повышаются требования к надежности и бесперебойности работы всех электротехнических устройств, находящихся в эксплуатации. В решении этой задачи большая роль отводится персоналу, эксплуатирующему электротехнические установки.

Персонал должен знать основные требования Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правил безопасности труда при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ и ПТБ), ГОСТов и других директивных материалов, а также устройство электрических машин, трансформаторов и аппаратов, материалы, инструмент, приспособления и оборудование, применяемые при эксплуатации электроустановок.

С этой целью во втором, переработанном и дополненном издании справочника приведены указанные нормативные и справочные материалы, знание которых позволит реализовать комплекс основных мероприятий единой системы планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта электроустановок и обеспечить высокие эксплуатационные показатели их в течение всего межремонтного периода.

В связи с ограниченным объемом в справочнике приведены сведения только по основным вопросам и характерным особенностям технического обслуживания и ремонта электроустановок промышленных предприятий.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Глава I. СТРУКТУРА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

§ 1. Общие сведения и терминология

Все вновь сооружаемые, реконструируемые, расширяемые или технически перевооружаемые электроустановки промышленных предприятий выполняют в соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ).

К промышленным предприятиям относят: комбинаты (в том числе опытные хозрасчетные заводы научно-исследовательских институтов), фабрики, шахты, карьеры, производственные и ремонтные базы, типографии, предприятия железнодорожного, водного, воздушного, трубопроводного и городского транспорта, ремонтно-механические заводы «Сельхозтехника» и др. Действующими считают электроустановки, которые имеют источники электроэнергии, полностью или частично находящиеся под напряжением, или установки, на которые в любой момент может быть подано напряжение включением коммутационной аппаратуры.

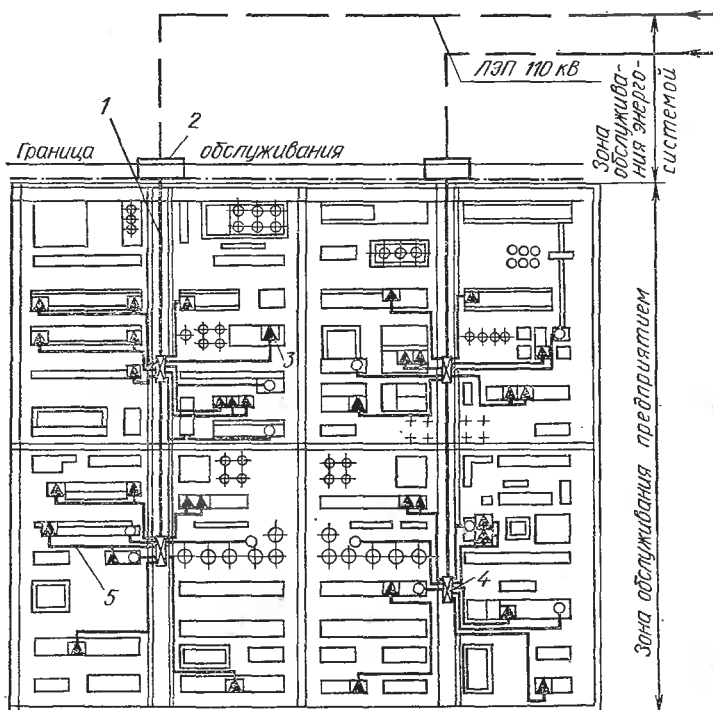


Рис. 1. Схема электроснабжения предприятия и зоны обслуживания электромонтерами:

1 — токопровод 10 кВ, 2 — главная понижающая подстанция, 3 — трансформаторный пункт, 4 — центральный распределительный пункт, 5 — кабельная линия

Граница ответственности между предприятием и электроснабжающей организацией за состояние и обслуживание электроустановок фиксируется в прилагаемом к договору на пользование электроэнергией акте разграничения балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности. Наиболее часто эта граница проходит по вводам 6—10 кВ закрытых распределительных устройств (ЗРУ) главных понизительных подстанций или центральных распределительных пунктов предприятий (рис. 1).

В сферу деятельности электротехнического персонала промышленного предприятия входит в основном эксплуатация всех электроустановок на напряжение до 10 кВ от места, определенного границей ответственности предприятия за обслуживание до цеховых электроприемников включительно. При наличии особых условий производства и эксплуатации специальных электроустановок (подземные производства, электротяга и др.), не учтенных общими ПУЭ и ПТЭ, должны быть разработаны местные инструкции по эксплуатации и безопасному обслуживанию данных электроустановок.

Обслуживание электроустановок осуществляется оперативным (дежурным) и оперативно-ремонтным персоналом.

К оперативному электротехническому персоналу предприятий относят всех работников, обслуживающих посменно производственные электроустановки данного предприятия и допущенных к оперативным переключениям. Оперативное обслуживание осуществляет один или несколько работников. Количество оперативного персонала в смене или на электроустановке устанавливается ответственным за электрохозяйство лицом по согласованию с администрацией предприятия.

Некоторые сведения по электротехнике, необходимые при эксплуатации, приведены в табл. 1, удельные сопротивления наиболее часто встречающихся веществ — в табл. 2.

Основные определения и термины, относящиеся к эксплуатации, приведены в табл. 3, основные и производные единицы Международной системы (СИ) — в табл. 4, соотношения между единицами СИ и единицами других систем — в табл. 5.

Таблица 1. Сведения по электротехнике

Обозначение	Формула	Пояснение
U — напряжение, В	$1 \text{ В} = 1 \text{ Дж} / 1 \text{ Кл}$	Напряжение — физическая величина, характеризующая электрическое поле, которое является причиной возникновения тока. 1 В — это такое напряжение, при котором на участке цепи совершается работа, равная 1 Дж, когда по этому участку проходит 1 Кл электричества
R — активное сопротивление, Ом	$R = U / I$	За единицу принимают сопротивление такого проводника, в котором при напряжении на его концах 1 В сила тока равна 1 А

Обозначение	Формула	Пояснение
X_L — реактивное сопротивление индуктивности, Ом	$X_L = 2\pi fL$	π — постоянная, равная 3,14; f — частота переменного тока, Гц; L — индуктивность, Гн
X_C — реактивное сопротивление емкости, Ом	$X_C = 1/2\pi fC$	C — электрическая емкость, Ф
Z — полное сопротивление, Ом	$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$	Для переменного тока
R_t — активное сопротивление проводника при нагревании, Ом	$R_t = R(1 + \alpha\tau)$	α — температурный коэффициент сопротивления, равный $1/273 \text{ K}^{-1}$ для металлов; τ — температура проводника
I — сила тока, А	$I = U/R$ (закон Ома)	Сила тока в участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна его сопротивлению
R — сопротивление, Ом	$R = \rho \frac{l}{S}$	Сопротивление проводника прямо пропорционально его длине l (м), обратно пропорционально площади поперечного сечения S (мм ²) и зависит от материала проводника (ρ — удельное сопротивление, Ом·мм ² /м)
ΣR — сопротивление последовательно соединенных проводников	$\Sigma R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$	Общее сопротивление цепи при последовательном соединении равно сумме сопротивлений всех включенных в цепь проводников
$\Sigma \frac{1}{R}$ — проводимость параллельно соединенных проводников	$\Sigma \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$	Проводимости при параллельном соединении проводников суммируются

Обозначение	Формула	Пояснение
A — работа	$A = UI t$	Работа электрического тока на участке цепи, равная произведению напряжения на концах этого участка, умноженному на силу тока и на время, в течение которого совершается эта работа
P — мощность, Вт	$P = UI$	Мощность постоянного электрического тока равна произведению напряжения на силу тока
P_a — активная мощность, Вт	$P_a = UI \cos \varphi$	Для однофазного переменного тока $\cos \varphi$ — коэффициент мощности; φ — угол сдвига фаз между током и напряжением
Q — реактивная мощность, вар S — кажущаяся мощность, В · А	$Q = UI \sin \varphi$ $S = UI = \sqrt{P^2 + Q^2}$	Для однофазного переменного тока
P_a — активная мощность, Вт Q — реактивная мощность, вар S — полная мощность, В · А	$P_a = \sqrt{3} UI \cos \varphi$ $Q = \sqrt{3} UI \sin \varphi$ $S = \sqrt{3} UI$	Для трехфазного переменного тока

Таблица 2. Удельные сопротивления ρ , Ом · м²/м

Наименование вещества	ρ	Наименование веществ	ρ	Наименование вещества	ρ
Серебро	0,016	Железо	0,098	Константан	0,44—0,52
Медь	0,017	Ртуть	0,958	Нихром	1,00—1,10
Алюминий	0,028	Никелин	0,43	Фехраль	1,10—1,30
Вольфрам	0,055	Манганин	0,44	Хромель	1,30—1,50

Таблица 3. Основные определения и термины

Определение и термин	Пояснение
Электроустановка	Установка, вырабатывающая, преобразующая, распределяющая или потребляющая электроэнергию
Эксплуатация	Совокупность всех фаз существования электроустановок, включающая в себя транспортировку, хранение, подготовку к использованию, использование, ремонт и обслуживание во время работы
Горячий резерв	Резервная электроустановка, которая автоматически или вручную вводится в работу
Холодный резерв	Резервная электроустановка, которая находится в готовности на складе
Авария	Нарушение нормального режима работы электроустановки в результате внезапного отказа, вызывающее повреждение основного оборудования и приводящее к внеочередному капитальному ремонту или отключению оборудования на срок более 8 ч
Брак в работе	Нарушение нормального режима работы электроустановки, ведущее к снижению выпуска продукции, повреждению основного оборудования, вследствие чего возникает необходимость в его ремонте или отключении на срок до 8 ч. Объем и продолжительность очередного ремонта увеличиваются более чем на 20% по сравнению с нормальным объемом работ
Ремонт	Экономически оправданный комплекс работ для поддержания непрерывности или только работоспособности электроустановки заменой или восстановлением изношенных или отказавших элементов, наладка и регулировка ремонтируемого оборудования с доведением его параметров до предусмотренных ТУ пределов
Скоростной ремонт	Ремонт, выполненный с сокращением времени, предусмотренного плановой нормой, не менее чем на 25% при требуемом качестве
Беспростойный ремонт	Ремонт, выполненный в нерабочее время
Межремонтный период	Наработка электроустановки между двумя плановыми ремонтами, выраженная в месяцах
Межосмотровый период	Наработка электроустановки между двумя плановыми осмотрами, предусмотренными как самостоятельные операции в структуре ремонтного цикла, выраженная в месяцах

Определение и термин	Пояснение
Машины и аппараты закрытые	Машины (или аппараты), у которых внутренняя полость отделена от внешней среды оболочкой, защищающей их внутренние части от проникновения пыли
обдуваемые	Закрытые машины (или аппараты), снабженные вентиляционным устройством для обдувания их наружной части
продуваемые	Машины (или аппараты), в которых имеется устройство для охлаждения их внутренних частей посторонним воздухом
взрывозащищенные	Машины (или аппараты), имеющие одно из исполнений, допущенных к применению во взрывоопасных помещениях
открытые	Машины (или аппараты), не имеющие специальных приспособлений для предохранения от случайного прикосновения к вращающимся и токопроводящим частям, а также для предотвращения попадания внутрь них посторонних тел
защищенные	Машины (или аппараты), имеющие приспособления для предохранения от случайного прикосновения к вращающимся и токопроводящим частям, а также для предотвращения попадания внутрь них посторонних предметов
брызгозащищенные	Машины (или аппараты), имеющие приспособления для предохранения от попадания внутрь них водяных брызг, падающих под углом до 45° к вертикали с любой стороны
Аппараты пыленепроницаемые	Аппараты, имеющие уплотненную оболочку, не допускающую проникновения внутрь тонкой пыли
маслонаполненные	Аппараты, у которых все нормально искрящие части погружены в масло, в результате чего исключается возможность соприкосновения между этими частями, а неискрящие части заключены в закрытую или пыленепроницаемую оболочку

Т а б л и ц а 4. Сокращенный перечень основных и производных единиц Международной системы СИ*

Величина	Наименование	Русское обозначение
<i>Основные единицы СИ</i>		
Длина	метр	м
Масса	килограмм	кг
Время	секунда	с
Сила электрического тока	ампер	А
Термодинамическая температура	кельвин	К
Сила света	кандела	кд
Количество вещества	моль	моль
<i>Производные единицы тепловых и механических величин</i>		
Площадь	квадратный метр	м ²
Объем	кубический метр	м ³
Плотность	килограмм на кубический метр	кг/м ³
Удельный объем	кубический метр на килограмм	м ³ /кг
Скорость	метр в секунду	м/с
Ускорение	метр на секунду в квадрате	м/с ²
Сила	ньютон	Н
Давление	паскаль	Па
Работа, энергия	джоуль	Дж
Мощность, поток энергии	ватт	Вт
Удельное количество теплоты	джоуль на килограмм	Дж/кг
Удельная теплоемкость	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг·К)
Поверхностная плотность теплового потока	ватт на квадратный метр	Вт/м ²
Коэффициент теплообмена (теплоотдачи)	ватт на квадратный метр-кельвин	Вт/(м ² ·К)
Теплопроводность	ватт на метр-кельвин	Вт/(м·К)
Удельный расход топлива	килограмм на джоуль	кг/Дж
Динамическая вязкость	паскаль-секунда	Па·с
Кинематическая вязкость	квадратный метр на секунду	м ² /с
<i>Производные единицы электрических и магнитных величин</i>		
Количество электричества, электрический заряд	кулон	Кл
Электрическое напряжение; электрический потенциал; эдс	вольт	В
Электрическая емкость	фарада	Ф
Электрическое сопротивление	ом	Ом
Электрическая проводимость	сименс	См
Магнитный поток	вебер	Вб
Магнитодвижущая сила	ампер	А
Индуктивность, взаимная индуктивность	генри	Г
Абсолютная магнитная проницаемость	генри на метр	Г/м

* В целях унификации, улучшения международных связей, а также устранения нестандартных многообразных системных и внесистемных единиц решением Генеральной конференции по мерам и весам введена Международная система единиц СИ (система интернациональная), являющаяся универсальной для всех отраслей науки, техники, народного хозяйства и преподавания.

Величина	Наименование	Русское обозначение
Магнитное сопротивление	ампер на вебер	А/Вб
Магнитная проводимость	вебер на ампер	Вб/А
Мощность электрической цепи;		
активная	ватт	Вт
реактивная	вар	вар
полная	вольт-ампер	В·А

Таблица 5. Соотношения между единицами СИ и единицами других систем

Наименование величины	Русское обозначение	Значение в единицах СИ
-----------------------	---------------------	------------------------

Единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ

1 тонна	т	10^3 кг
1 киломоль	кмоль	10^3 моль
1 минута	мин	60 с
1 час	ч	3600 с
1 сутки	сут	86 400 с
1 неделя	нед	7 сут
1 месяц	мес	28—31 сут
1 год	год	12 мес
1 градус Цельсия	°C	$^{\circ}\text{C} = T = -273,15 \text{ K}$
1 литр	л	10^{-3} м^3
1 километр в час	км/ч	0,277778 м/с
1 оборот в секунду	об/с	1 с^{-1}
1 оборот в минуту	об/мин	0,1666667 с^{-1}
1 киловатт-час	кВт·ч	$3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$

Пересчет в единицы СИ

1 кгс	килограмм-сила	9,81 Н (ньютон) $\approx 10 \text{ Н}$
1 кгс/см ²	1 атмосфера	98,1·10 ³ Па (паскаля)
		0,1 МПа (мегапаскаля)
1 кгс/мм ²	—	$9,81 \cdot 10^6 \text{ Па} \approx 10 \text{ МПа}$ (мегапаскаля)
1 мм рт. ст.	—	133 Па (паскаля)
1 мм вод. ст.	—	9,81 Па $\approx 10 \text{ Па}$
1 кгс·м	—	9,81 Дж $\approx 10 \text{ Дж}$ (джоулей)
1 л. с.	лошадиная сила	735,5 Вт (ватт)
1 сПз	сантипуаз	1 МПа·с (миллипаскаль-секунда)
1 сСт	сантистокс	1 мм ² /с (квадратный миллиметр на секунду)
1 кал	—	4,19 Дж (джоуля)
1 ккал	—	4,19 кДж (килоджоуля)
1 Мкал	мегакалория	4,19 МДж (мегаджоуля)
1 Гкал	гигакалория	4,19 ГДж (гигаджоуля)
1 ккал (кг·°C)	—	4,19 кДж/(кг·K)
1 ккал/ч	—	4,19 Вт
1 ккал/(м ² ·ч·°C)	—	1,163 Вт/(м ² ·K)
1 ккал/(м·ч·°C)	—	1,163 Вт/(м·K)

Сведения о наиболее часто применяемых при эксплуатации электроизоляционных лаках, эмалях, пропиточных и заливочных компаундах приведены соответственно в табл. 6—9, а о припоях — в табл. 10 и 11.

Таблица 6. Основные технические характеристики электроизоляционных лаков

Марка (или обозначение)	Режим высыхания лака на меди		Разбавители	Характеристика и область применения
	темпера- тура сушки, °C	время сушки, ч		
Масляный 152	105	0,5—1	Керосин, бен- зин, уайт-спирит	Пропиточный и покров- ный лак быстрой печной сушки. Применяется при ремонте электрических машин
202	210	10—12 мин	Керосин, смесь керосина с уайт- спиритом	Покровный лак печной сушки. Используется для лакировки электротехни- ческой стали и как по- кровный
Битумно-мас- ляный БТ-987	105	7—8	Толуол, ксилол, бензин, уайт-спи- рит и их смеси	Лак с высокой пропит- ывающей способностью. Применяется для пропит- ки обмоток электрических машин и аппаратов для создания водостойкой изоляции
БТ-988	105	3—5		То же, ускоренной суш- ки. Используется для про- питки обмоток электриче- ских машин
БТ-980	105	8—10		Пропиточный лак печ- ной сушки. Применяется при ремонте электриче- ских машин
462-К	20	2—3		Покровный лак воз- душной (при 20°C) сушки. Используется для защиты обмоток от влаги
Глифтале-мас- ляный ГФ-95	105	1—2	Ксилол, соль- вент, бензин и их смеси с уайт-спи- ритом	Пропиточный и покров- ный лак. Применяется для обмоток трансформаторов, работающих в масле
КФ-95	105	1—2	Сольвент, бен- зин, уайт-спирит и их смеси	То же, ускоренной суш- ки. Применяется главным образом для пропитки электрических машин
Кремнийорга- нический ЭФ-ЗБС	200	1—2	Смесь бензина и скипидара	Пропиточный лак с вы- сокой пропитывающей спо- собностью. Применяется для пропитки обмоток электрических аппаратов

Марка (или обозначение)	Режим высухания лака на меди		Разбавители	Характеристика и область применения
	темпера- тура сушки, °C	время сушки, ч		
ЭФ-ЗБСУ	200	2—4	Толуол, бензин	Клеящий и пропиточ- ный лак высокой нагрево- стойкости. Используется для производства стекло- миканитов, микаленты и микафолія
К-47	200	10—15 мин	Этилцелло- зольв	Покровный и пропиточ- ный лак высокой нагре- востойкости. Применяется для пропитки обмоток, длительно работающих при 180°C
Водно-эмульси- онный 321-В	105	2,5—3,5	Питьевая вода	Пропиточный лак с вы- сокой цементирующей спо- собностью. Применяется для обмоток электричес- ких машин низкого на- пряжения (класс А)
321-Т	105	2—8		То же, изготовленный на тунговом масле, обра- зующем более гибкую пленку
Эпоксидно-по- лизифирный ПЭ-933	155	1—1,5	Смесь толуола и этилцеллозольва	Пропиточный лак с хо- рошей цементирующей способностью. Применяет- ся для обмоток электри- ческих машин и аппаратов, длительно работающих при температурах до 155°C

Таблица 7. Основные технические характеристики электроизоляционных эмалей

Марка	Цвет пленки эмали	Режим высухания эмалей на меди		Разбавители	Область применения
		темпера- тура сушки, °C	время сушки, ч		
Глифталемас- ляная ГФ-92-ГС	Серый	105	3—4	Толуол, соль- вент и смесь одного из них с уайт-спирит- ом	Применяется для по- крытия электрических машин и аппаратов
ГФ-92-ХС		20	20—24		Применяется только для защиты неподвиж- ных обмоток электри- ческих машин и аппа- ратов

Марка	Цвет пленки эмали	Режим высыхания эмали на меди		Разбавители	Область применения
		температура сушки, °C	время сушки, ч		
КВД	Красный	105	2—3	Толуол, сольвент и смесь одного из них с уайт-спиритом	Применяется для защиты обмоток и пластмассовых деталей (панелей)
ГФ-92-ХК		20	20—24	Смесь толуола и бутилацетата	Используется для защиты только неподвижных обмоток электрических машин и аппаратов
Кремнийорганическая ПҚЭ-14	Розовый	200	2—3	Толуол	Применяется для покрытия лобовых частей обмоток электрических машин, секций и катушек электрических аппаратов с нагревостойкой изоляцией
ПҚЭ-15		200	1—2		
ПҚЭ-19		120	1—2		Используется для покрытия обмоток, работающих во влажной атмосфере
ПҚЭ-22	Красно-коричневый	120	1—2	Толуол	Применяется для покрытия лобовых частей обмоток, при ремонтах электрических машин и аппаратов, работающих во влажной атмосфере

Таблица 8. Основные технические характеристики пропиточных компаундов

Марка	Температура размягчения, °C	Морозостойкость (не выше), °C	Объемная усадка при охлаждении (не более), %	Область применения
225-Д	98—102	—25	8—8,5	Применяется для пропитки обмоток электрических машин и аппаратов (при 160°C под давлением)
225-Р	45—55	—30	8—8,5	Используется для разбавления компаунда 225-Д

Марка	Температура размягчения, °C	Морозостойкость (не выше), °C	Объемная усадка при охлаждении (не более), %	Область применения
КП-10	Не размягчается	—50	—	Применяется при пропитке обмоток электрических машин и аппаратов
КП-18		—50	—	
К-43		—60	5—8	Применяется для пропитки электрических машин и аппаратов, длительно работающих при 180°C и в условиях высокой влажности

Таблица 9. Основные технические характеристики заливочных компаундов

Марка	Температура размягчения, °C	Морозостойкость, °C	Объемная усадка при охлаждении, %	Область применения
МК-45	45—48	—8	6—7	Применяется для заливки кабельных соединительных и концевых муфт на рабочее напряжение 35 кВ и прощарки концов кабелей — до 3 кВ
МБ-70	70—73	—10	8—9	Используется для заливки соединительных муфт и концевых воронок на рабочие напряжения до 10 кВ, проложенных в земле или установленных в неотапливаемых помещениях (до —10°C)
МБ-90	90—92	—10	8—9	То же, установленных в отапливаемых помещениях
МБМ-1	50—62	—35	7—8	То же, в наружных электроустановках с температурой до —35°C
МБМ-2	55—60	—45	7—8	То же, с температурой до —45°C
КХЗ 158-ВЭИ	80—82	—40	0,9—1,1	Используется для заливки кабельных муфт

Таблица 10. Основные технические характеристики припоев для пайки алюминия

Наименование	Условное обозначение	Состав, %				Начальная температура плавления, °C	Область применения
		олово	цинк	медь	алюминий		
Оловянистый	А	40	58,5	1,5	—	400—425	Для лужения облочков и жил, пайки жил
Цинково-алюминиевый	ЦА-15	—	85	—	15	550—600	Для пайки жил
Цинково-оловянистый	ЦО-12	12	88	—	—	510—550	

Таблица 11. Основные технические характеристики оловянно-свинцовых припоев

Наименование	Состав, %			Температура плавления, °С	Область применения
	олово	сурьма	свинец		
ПОССу 35—0,5	34—36	0,2—0,5	Остальное	245	Для лужения и пайки медных жил, свинцовых кабельных оболочек
ПОССу 40—0,5	39—41	—		235	То же, медных обмоток электрических машин
ПОС 61	60—62	—		190	То же, электроаппаратуры

§ 2. Система планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта (ППТОР)

На промышленных предприятиях эксплуатацию электроустановок осуществляют в основном на базе системы ППТОР. Структурная схема эксплуатации электроустановок показана на рис. 2. Сущность системы ППТОР заключается в том, что помимо повседневного ухода электроустановки подвергают через определенные промежутки времени плановым профилактическим осмотрам, проверкам, испытаниям и различным видам ремонта.

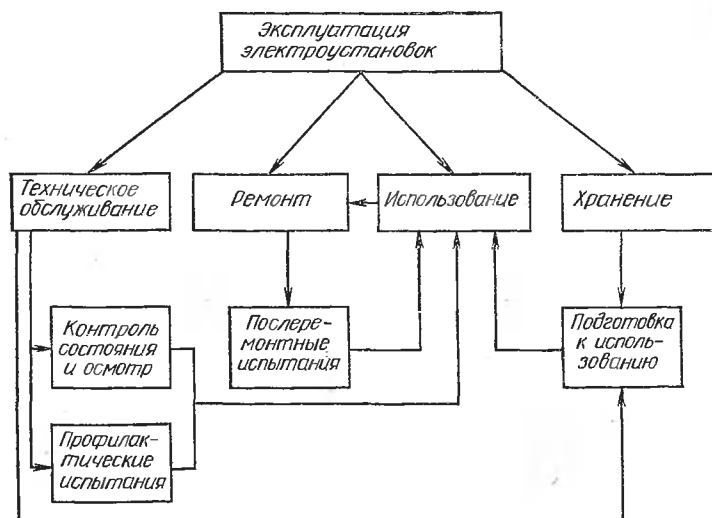


Рис. 2. Структурная схема эксплуатации электроустановок

Система ППТОР позволяет поддерживать нормальные технические параметры электроустановок, предотвращать частично случаи отказов, снижать расходы на ремонт, улучшать технические характеристики при плановых ремонтах в результате той или иной модернизации.

За ремонтный цикл принимают период между двумя плановыми капитальными ремонтами, а для вновь вводимых в эксплуатацию электроустановок — наработку от ввода их в эксплуатацию до первого планового капитального ремонта. Последовательность выполнения различных видов ремонта и работ по техническому обслуживанию в пределах одного ремонтного цикла определяется его структурой. Ремонтный цикл и его структура являются основой системы ППТОР и определяют все ремонтные нормативы и экономические показатели системы ремонтов.

Трудоемкость ремонтов и продолжительность межремонтных периодов для наиболее распространенных электроустановок приведены в табл. 12 и 13.

Таблица 12. Трудоемкость ремонтов и продолжительность межремонтных периодов электроустановок общего назначения

Электроустановка	Трудоемкость ремонта, чел-ч		Продолжительность межремонтных периодов, мес	
	капитального	текущего	между капитальными ремонтами	между текущими ремонтами
Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором*, нормального исполнения напряжением 380—660 В, мощностью, кВт;				
до 0,8	6	2	60**	10**
3,1—5,5	10	4		
22,1—30	40	8		
40,1—55	55	12		
75,1—100	85	18		
Силовые трехфазные двухобмоточные масляные трансформаторы*** напряжением до 10 кВ, мощностью, кВ·А:				
до 63	130	25	144****	36
630	250	50		
1000	300	60		
1600—2500	380—400	80—100		
Однотрансформаторные комплектные подстанции внутренней установки напряжением до 10 кВ, мощностью, кВ·А:				
до 160—250	300	80	144	36
1600—2500	500	150		
Однотрансформаторные комплектные подстанции наружной установки напряжением до 10 кВ, мощностью 630—1000 кВ·А	600	180	96	12
Проходные трансформаторы тока внутренней установки на ток до 5000 А, напряжением 10 кВ	18	6	36	12
Выключатели нагрузки на ток до 400 А	12	4	36	12
Масляные выключатели внутренней установки на ток до 3000 А, напряжением 10 кВ	60	18	36	12
Трехполюсные разъединители на ток до 1000 А, напряжением 10 кВ:				
внутренней установки	20	6	48	12
наружной установки	25	7	36	12
Ручные приводы для выключателей и разъединителей	6	2	—	—

Электроустановка	Трудоемкость ремонта, чел-ч		Продолжительность межремонтных периодов, мес	
	капиталь- ного	текущего	между капиталь- ными ре- монтами	между текущими ремонтами
Приводы для выключателей и разъедини- телей с электродвигателем	10	3	—	—
Токоограничивающие сухие реакторы напряжением до 10 кВ, на ток, А:				
до 1000	20	4	—	36
4000	40	8	—	—
Конденсаторные установки напряжением до 10,5 кВ, мощностью, квар:				
до 80	30	10		
» 1000	140	50	48	6
Воздушные линии напряжением до 1000 В на 1000 м длины однолинейного провода сечением до 35 мм ² :				
на деревянных опорах	30	9	120	36
на металлических опорах	20	6	180	36
Кабельные линии напряжением до 10 кВ на 1000 м длины кабеля сечением 95— 120 мм ² , проложенные в земле	90	27	240	12
Рубильники на ток до 1000 А	4	1,4		
Переключатели на ток до 600 А	5	1,6	72	12
Автоматические воздушные выключатели на ток до 1000 А с рычажным и электро- магнитным приводом	30	11	72	12
Магнитные неперевсивные пускатели для электродвигателей мощностью до 75 кВт	18	6	60	6
Контакты на ток до 600 А:				
переменного тока	30	10		
постоянного тока	26	8	84	6
Пакетные переключатели на ток до 400 А	12	4	—	3
Кулачковые командоаппараты с числом рабочих цепей до 13	12	4,2	72	6
Магнитные крановые контроллеры пе- ременного тока для двигателей мощностью 20—100 кВт	40	14	72	6
Пусковые масляные реостаты для дви- гателей мощностью 100 кВт	20	7	96	6
Грузоподъемные электромагниты	250	75		
Тормозные электромагниты переменного тока	30	11	36	6
Распределительные силовые пункты на- пряжением до 1000 В с 12 установленны- ми автоматами на ток до 200 А	60	20	120	12
Внутрицеховые силовые сети сечением 95—120 мм ² , проложенные в трубах на 100 м длины:				
одного провода	17	5		
двух проводов	25	7,5	168*****	12*****
трех проводов	33	10		

Электроустановка	Трудоемкость ремонта, чел-ч		Продолжительность межремонтных периодов, мес	
	капиталь- ного	текущего	между капиталь- ными ремонтами	между текущими ремонтами
Осветительные сети из кабеля, прово- да, шнура сечением $3 \times 2,5 \div 4 \text{ мм}^2$, про- ложенные по кирпичным основаниям на 100 м длины	36	6		
Сети заземления (на 100 м длины) . .	8	—	180	—
Шинопроводы (на 10 м длины) для то- ка, А:				
600	14	4	180	—
2500	18	5	168	12

* Трудоемкость ремонта электродвигателей с фазовым ротором и постоянного тока увеличивается в 1,5 раза, а трудоемкость ремонта без перемотки обмоток уменьшается в 2 раза.

** В помещениях с пыльной или химически агрессивной средой продолжительность пе-
риодов между капитальными ремонтами 24 мес, а между текущими — 8 мес.

*** Для трансформаторов и комплектных трансформаторных подстанций наружной
установки, расположенных в местах усиленного загрязнения, продолжительность ремонт-
ных циклов и периодов между текущими ремонтами может быть сокращена.

**** Первый капитальный ремонт производится не позднее чем через 6 лет после ввода
оборудования в эксплуатацию.

***** В помещениях с повышенной опасностью продолжительность между капиталь-
ными ремонтами 120 мес, а между текущими — 8 мес.

Таблица 13. Трудоемкость ремонтов
и продолжительность межремонтных периодов
электроустановок специального назначения

Электроустановка	Трудоемкость ремонта, чел-ч		Продолжительность межремонтных периодов, мес	
	капиталь- ного	текущего	между капиталь- ными ремонтами	между текущими ремонтами
Осветительные распределительные щит- ки с автоматическими выключателями (до 30 шт.)	30	13		
Трансформаторы для местного освеще- ния, 2500 Вт	15	5	96	12
Стабилизаторы напряжения, 900 Вт . .	30	12	120	8
Электроосветительная арматура (10 све- тильников) во взрывобезопасном исполне- нии	10	3	—	6
Однопостовые аппараты электродуговой сварки на ток 1000 А	180	60		
Многопостовые сварочные преобразова- тели на 1000 А	220	75		
Сварочные генераторы постоянного то- ка (передвижные) на ток 1000 А	130	45	24	6
Многопостовые сварочные выпрямители на ток 1000 А	300	100		

Электроустановка	Трудоемкость ремонта, чел-ч		Продолжительность межремонтных периодов, мес	
	капиталь- ного	текущего	между капиталь- ными ремонтами	между текущими ремонтами
Сварочные трансформаторы на ток 1000 А	90	30		
Балластные реостаты на ток 30 А	20	7		
Осцилляторы	23	8		
Автоматы и полуавтоматы дуговой сварки под флюсом и в защитных газах на ток 1000 А	220	75		
Машины контактной сварки, мощностью 1000 кВт	450	150	36	6
Электропечи сопротивления периодического действия:				
камерные, мощностью 100 кВт	80	28		
шахтные, мощностью 110 кВт	90	32	36	6
Сушильные индукционные шкафы, мощностью 50 кВт	55	8	144	12
Конвейерные электропечи сопротивления:				
непрерывного действия, мощностью 100 кВт	90	27		
толкательные, мощностью 180 кВт	130	45	24	4
Электропечи:				
вакуумные, сопротивления, мощностью до 80 кВт	195	70		
элеваторные, мощностью 50 кВт	80	28		
муфельные, мощностью 25 кВт	30	10		
Индукционные электропечи, мощностью 500 кВт:				
плавильные	310	105	48	8
нагревательные	300	100	72	6
Индукционные высокочастотные установки с ламповым генератором:				
закалочные, мощностью до 200 кВт	280	140		
плавильные, мощностью 100 кВт	210	105	48	4
Дуговые сталеплавильные электропечи емкостью 5 т	400	140	24	4

§ 3. Формы эксплуатации электроустановок

Система ППТОР предполагает выбор и применение рациональной формы эксплуатации электроустановок на предприятии. Организационная форма эксплуатации влияет на производственную мощность ремонтных баз, качество ремонта, численность работников энергохозяйства, сроки пребывания оборудования в ремонте и стоимость ремонтных работ.

Различают три формы эксплуатации электроустановок:

централизованную, предусматривающую выполнение всех видов работ ППТОР при годовой плановой трудоемкости до 300 тыс. чел-ч эксплуатационно-ремонтным персоналом службы Главного энергетика предприятия. Преимуществом этой формы эксплуатации — лучшее оснащение технической базы ремонта, специализация работ, уменьшение производственных площадей и численности ремонтного персонала;

децентрализованную, предусматривающую выполнение большей части ремонтных работ ППТОР при годовой плановой трудоемкости до 2000 тыс. чел-ч ремонтными службами производственных подразделений. Преимущества этой формы эксплуатации — лучшая оперативность при выполнении работ;

смешанную, предусматривающую выполнение всех видов работ ППТОР при годовой плановой трудоемкости до 5000 тыс. чел-ч и более. Ремонтные работы выполняются ремонтными службами производственных подразделений и персоналом службы Главного энергетика. Преимущества этой формы эксплуатации зависят от степени централизации.

§ 4. Типовые структуры отдела Главного энергетика и нормы эксплуатационного запаса электроустановок

Руководство всем энергетическим хозяйством предприятия осуществляет отдел Главного энергетика. Отдел организует бесперебойное и рациональное снабжение производства всеми видами энергии, а также эксплуатацию электротехнического, теплосилового и сантехнического оборудования и сетей. Примерная структурная схема отдела Главного энергетика показана на рис. 3.

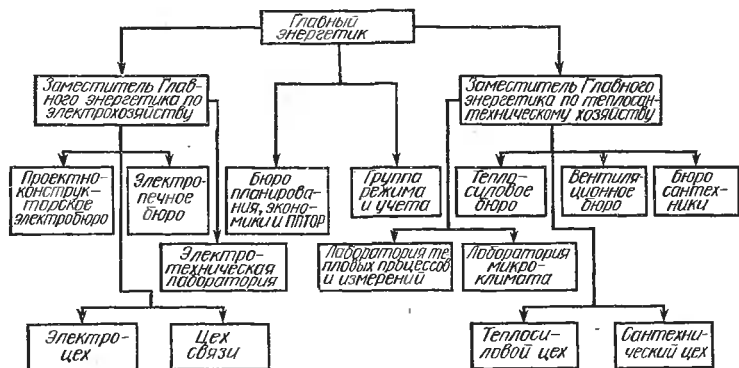


Рис. 3. Примерная структурная схема отдела Главного энергетика

Для нормальной эксплуатации электроустановок на каждом промышленном предприятии должен создаваться складской резерв оборудования, аппаратуры, комплектующих изделий и запасных частей. Это резко уменьшает время простоя электроустановок в плановом или внеплановом ремонте благодаря замене отказавшего элемента новым, взятым из резерва. Отказавший элемент после ремонта поступает на склад в качестве резервного. При невозможности или нецелесообразности его ремонта эксплуатационный запас пополняется новой единицей. Парк резервных электроустановок по номенклатуре и количеству должен соответствовать нормам, приведенным в табл. 14.

Таблица 14. Нормы складского резерва электроустановок

Электроустановка	Количество эксплуатируемых электроустановок, шт.	Норма резерва		Примечание
		от эксплуатируемого парка, %	минимальная, шт.	
Трансформаторы, автотрансформаторы и ртутные преобразователи	—	—	1	Складской резерв предусматривается только при отсутствии горячего резерва

Электроустановка	Количество эксплуатируемых электроустановок, шт.	Норма резерва		Примечание
		от эксплуатируемого парка, %	минимальная, шт.	
Выключатели на- грузки, масляные вы- ключатели, измери- тельные трансформа- торы, разрядники, предохранители	До 10 11—50 Более 50	10 6 5	1 1 2	Резерв предусматрива- ется, если в распределе- тельном устройстве нет резервных ячеек
Автоматические воз- душные и установоч- ные выключатели	51—500	3	—	Обязательный складской резерв
Магнитные пускатели	51—500	4	—	
Электрические ма- шины	До 10 11—50 51—100 Более 100	10 4 2 1	1 1 2 2	Резерв предусматрива- ется при эксплуатации электрических машин в су- хих помещениях
	До 10 11—50 51—100 Более 100	10 8 4 2	1 1 4 4	Резерв предусматрива- ется при эксплуатации электрических машин в горячих, химических, гальванических цехах
Рубильники и пере- ключатели	51—500	3	—	Обязательный складской резерв
Конденсаторные установки:				
для повышения коэффициента мощности	5	—	1	То же
для индукционных электротермиче- ских установок	5	—	1	
Сварочные транс- форматоры	До 10 11—50 51—100	10 5 3	1 1 2	Складской резерв для машин контактной сварки и сварочных автоматов не предусматривается
Голый провод	На 1000 кг массы про- вода	—	60 кг	Складской резерв для воздушных линий элект- ропередачи
Изоляторы: подвесные штыревые	200	—	15	
Силовой кабель	На 1000 м длины ли- ний	—	30 м	Складской резерв для кабельных линий элект- ропередачи
Соединительные муфты (комплект)			1	То же
Установочный про- вод	На 1000 м длины ли- ний	—	50 м	»
Шланговый кабель для передвижных установок			80 м	»

Для технического обслуживания, текущего и капитального ремонтов электроустановок устанавливают нормы расхода комплектующих изделий и запасных частей, которые также находятся на складе предприятия (табл. 15).

Т а б л и ц а 15. Нормы расхода комплектующих изделий и запасных частей

Наименование	Количество	На 10 единиц однотипного оборудования при		
		капитальном ремонте	текущем ремонте	техническом обслуживании
<i>Электрические машины</i>				
Коллекторы	Шт.	2	—	—
Контактные кольца в сборе	Комплект	2	—	—
Щеткодержатель	»	4	1	—
Щетки	»	10	5	5
Секции стержневой обмотки статора и ротора (якоря)	»	10	—	—
Катушки главных и дополнительных полюсов	»	10	—	—
Изоляционные прокладки и втулки для щеточного механизма	»	8	2	2
Уплотнительные прокладки	»	10	2	—
Кабельные наконечники	»	10	4	2
Подшипниковые щиты	»	1	—	—
Крышки подшипников	»	2	1	—
Подшипники качения	Шт.	10	10	—
Валы	»	2	—	—
Рым-болты	»	4	1	—
Болты, винты, шайбы и другие крепежные детали, включая выводные зажимы	Комплект	4	2	2
Пазовые клинья	»	10	1	—
<i>Трансформаторы</i>				
Обмотки:				
высокого напряжения	»	2	—	—
низкого напряжения	»	2	—	—
Проходные изоляторы	»	2	1	—
Проходные втулки	»	2	1	—
Радиаторный кран	Шт.	2	—	—
Газовое реле	»	2	1	—
Термосигнализатор	»	1	—	—
<i>Масляные выключатели</i>				
Опорные или проходные изоляторы	Комплект	3	1	—
Подвижные и неподвижные контакты	»	5	—	—
Проходные втулки	»	3	—	—
Искрогасительные контакты	»	3	—	—
Палец неподвижного рабочего и дугогасительного контактов	»	3	—	—
Щетки неподвижного рабочего контакта	»	3	1	—
Пружины	»	3	1	1
Катушки к приводам	Шт.	3	1	1
<i>Разъединители</i>				
Опорные изоляторы	»	6	3	—
Контакты	Комплект	2	1	1
Контактные ножи	»	3	1	—

Наименование	Количество	На 10 единиц однотипного оборудования при		
		капитальном ремонте	текущем ремонте	техническом обслуживании
<i>Сварочные трансформаторы</i>				
Электрододержатели	Шт.	6	1	1
Балластный реостат	»	2	—	—
Осциллятор	»	2	—	—
Конденсаторы	»	2	—	—
Обмоточные катушки	»	5	—	—
<i>Машины контактной сварки</i>				
Игнитронный преобразователь	Шт.	4	—	—
Электромагнитный регулятор времени	Комплект	5	—	—
Штепсельный переключатель	»	10	4	1
Электроды для машин точечной сварки	»	5	1	—
Контактная втулка	Шт.	4	—	—
Контактный зажим	»	4	—	—
Контакты	Комплект	8	2	—
Конденсаторы	»	10	4	1
<i>Электропечи</i>				
Элементы нагревателя	»	10	4	2
Арматура вывода нагревателя	»	10	2	—
Электроды	»	10	2	—
Гибкие контакты	»	8	2	1
Контактные болты с гайками	»	8	2	4
Катушки индуктора индукционных печей	»	10	2	—
Генераторные лампы для высокочастотных установок	»	10	4	—
Конденсаторы	»	10	4	1
Вентиляторы	Шт.	5	2	—

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Глава II. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

§ 5. Температура воздуха в электропомещениях

Для обеспечения сохранности электротехнических изделий в пределах их гарантийного срока работы и нормальных условий при обслуживании и ремонтных работах поддерживают определенную температуру воздуха.

Минимальные и максимальные значения нормальной рабочей температуры воздуха для разных видов комплектного электрооборудования и отдельных электроизделий приведены в табл. 16.

Таблица 16. Нормальные рабочие значения температуры воздуха

Изделие	Температура, °C	
	минимальная	максимальная
Комплектные РУ КСО-272; КСО-366	5	35
Шкафы КРУ на напряжение 6 и 10 кВ для внутренней установки:		
КРУ2-10 до 2750 А; К-ХИ;	5	35
КР10/500; КР10-Д9; КРУ2-10ЭП (печные)		
Комплектные трансформаторные подстанции 250—2500 кВ·А	5	35
Тиристорный агрегат с кремниевыми вентилями общего назначения	1	35
Станции и пульты управления электроустановками:		
открытое исполнение (блок, панель, щит управления)	1	30
защищенное исполнение (пульт, шкаф)	1	30
Распределительный щит на напряжение до 500 В	—40	35
Распределительный силовой шкаф на напряжение до 660 В	5	40
Аккумуляторная установка (стационарные батареи)	10	—
Электрические машины	По ГОСТу или ТУ на отдельные виды электрических машин	30 (охлаждающая вода) 40 (газообразная охлаждающая среда)
Силовой трансформатор (и автотрансформатор):		
масляный, сухой	—45	40 (30 — среднесуточная)
свотоловый	—10	40

Изделие	Температура, °С	
	минимальная	максимальная
Силовые кабели:		
с пропитанной бумажной изоляцией в алюминиевой или свинцовой оболочке	—50	50
с резиновой изоляцией в свинцовой оболочке	—50	50
с резиновой изоляцией в поливинилхлоридной оболочке	—40	50
с пластмассовой изоляцией	—50	50
Электрические счетчики трехфазного тока трехпроводной системы для классов:		
1	10	30
2; 2,5; 3	0	40

Рабочими значениями температуры внешней среды называют естественно изменяющиеся или неизменяемые значения температуры, в пределах которых обеспечивается сохранение номинальных параметров и экономически целесообразных сроков службы изделий. Предельные значения температуры допускаются в течение 6 ч.

Согласно ПУЭ в помещении, в котором постоянно находится дежурный персонал, должна быть обеспечена температура не ниже 16°C.

В отапливаемых помещениях (вне постоянных рабочих мест) допускается температура 10°C. В неотапливаемых помещениях предусмотрены устройства для обогрева постоянно работающего персонала или выделены специальные помещения с температурой воздуха 22°C. В нерабочее время в отапливаемых помещениях зданий и сооружений в холодный и переходный периоды года должна быть температура 5°C.

В помещении с незначительными избытками теплоты, где постоянный дежурный персонал ведет легкие работы*, в летнее время температура воздуха не должна превышать 28°C. (Незначительными считаются избытки теплоты, не превышающие 83 800 Дж/м³·ч.)

Для закрытых распределительных устройств (ЗРУ) без постоянного дежурства персонала в летнее время допускается предельная температура 40°C. Для поддержания температуры воздуха, обеспечивающей нормальную работу электрооборудования и обслуживающего персонала длительное время, предусматривается стационарное устройство. Как правило, отопление обеспечивается от тепловых сетей предприятия, в отдельных случаях допускается электрическое отопление, если оно рационально.

Температура воздуха поддерживается сравнительно короткое время, необходимое для ремонта оборудования, электрическими печами, которые подключаются к специально предусмотренной силовой сети.

§ 6. Виды работ, выполняемых электромонтером

Техническое обслуживание представляет собой комплекс работ, проводимых для поддержания в исправности электроустановок при использовании их по назначению, а также при хранении и транспортировке. Оно состоит: из повседневного ухода за электроустановками; контроля режимов их работы; наблюдения

* К категории легких относятся работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой, но не требующие систематического физического напряжения или поднятия и переноски тяжестей.

за исправным состоянием; проведение осмотров; контроль за соблюдением правил технической эксплуатации, инструкций заводов-изготовителей и местных инструкций.

Техническое обслуживание — важное звено системы ППТОР, предупреждающее аварийные ситуации; оно выполняется силами оперативного и оперативно-ремонтного персонала и проводится в процессе работы электроустановок во время перерывов, нерабочих дней и смены.

В обязанности электромонтера по обслуживанию электрооборудования в цехах промышленных предприятий входят:

- профилактический осмотр электрооборудования;
- осмотр защитных средств (рис. 4), креплений, постов и кнопок управления;
- регулировка пускателей, реле, приборов и другого электрооборудования;
- контроль за соблюдением правил технической эксплуатации электроустановок;
- работы по устранению неисправностей электрооборудования;

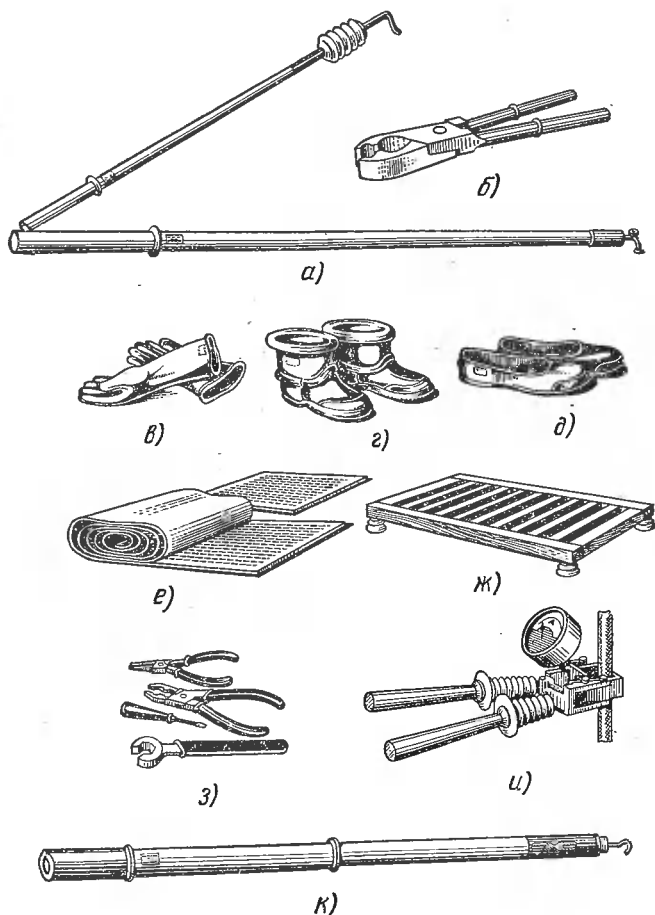


Рис. 4. Защитные средства, применяемые при обслуживании электроустановок:
 а — изолирующие штанги, б — изолирующие клещи, в — диэлектрические перчатки, г — диэлектрические боты, д — диэлектрические галоши, е — резиновые коврики и дорожки, ж — изолирующая подставка, з — монтерские инструменты с изолирующими ручками, и — токоизмерительные клещи, к — указатель напряжения

профилактические работы по поддержанию в исправном состоянии искусственного общего и местного освещения;
проверка и устранение неисправностей в устройстве заземления;
оформление технической документации по учету работы электрооборудования, регистрация неисправностей.

В процессе обслуживания электроустановок выполняются следующие работы:

обнаружение неисправностей в электрических цепях;
разборка и сборка электроаппаратуры и электрооборудования;
нарезание резьбы, сверление, шлифование, опиловка напильниками, резка и рубка металлов, гибка и рихтовка;
промывка и чистка деталей;
замеры напряжения и тока в электрических цепях;
замена сгоревших плавких вставок, электрических ламп и электродвигателей.

Работа в электроустановках производится по наряду, распоряжению, в порядке текущей эксплуатации.

Организационные и технические мероприятия, которые необходимо выполнять при проведении работ в электроустановках, подробно изложены в ПТБ, а краткие сведения о них приведены ниже.

Наряд — это письменное задание на работу в электроустановках, оформленное на бланке и определяющее место, время начала и окончания работы, условия ее безопасного проведения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность работы. Примерная форма наряда приведена ниже.

Распоряжение — это задание на работу в электроустановках, оформленное в оперативном журнале лицом, отдавшим распоряжение, либо лицом оперативного персонала, получившим распоряжение в устной форме непосредственно или при помощи средств связи от лица, отдавшего распоряжение.

Текущая эксплуатация — это проведение работ оперативным (оперативно-ремонтным) персоналом на закрепленном участке в течение одной смены.

Все работы, производимые в электроустановках без наряда, выполняются: по распоряжению лиц, уполномоченных на это с оформлением в оперативном журнале; в порядке текущей эксплуатации с последующей записью в оперативном журнале.

Распоряжение на производство работ имеет разовый характер, выдается на одну работу и действует в течение одной смены или 1 ч. При необходимости повторения, продолжения, изменения работы или состава бригады распоряжение должно отдаваться заново с оформлением в оперативном журнале.

Форма наряда для работы в электроустановках

Предприятие _____
(наименование)

Наряд № _____

Производителю работ, наблюдающему _____
(нужное подчеркнуть) (фамилия, инициалы, группа)

Поручается _____

(указывается установка, присоединение, основные работы)

Условия производства работы _____

(с частичным или полным снятием напряжения, под напряжением, вдали, вблизи от токопроводящих частей, находящихся под напряжением, с наложением заземления, без наложения заземления, с временным снятием заземления, где и для чего)

Особые условия _____

Начало работы _____ ч _____ мин _____ дня _____ мес _____ г.

Конец работы _____ ч _____ мин _____ дня _____ мес _____ г.

Ответственный руководитель _____
(фамилия, инициалы, группа)

Члены бригады _____ чел. _____
(фамилия, инициалы, группа)

Выдающий наряд (ответственный руководитель) _____
(подпись)

Для работы, указанной в наряде,

Должны быть отключены

Отключены

(указать, какие выключатели,

разъединители)

Установлены заземления _____

(указать точно, где)

Ограждения поставлены, плакаты вывешены _____

(указать, где)

Поставить ограждения, повесить плакаты _____

Остаются под напряжением _____

Наряд выдал _____
(подпись)

(указать токопроводящие части

Наряд получил _____ ч _____ мин
_____ дня _____ мес _____ 19 ____ г.

ремонтируемого присоединения,

Допускающий _____

и части других присоединений,

расположенные в пределах рабочих мест
Допускающий _____
(подпись)

Подготовку рабочего места проверил _____ ч _____ мин _____ дня _____ мес _____ 19 ____ г.

Ответственный руководитель (производитель работ) _____
(подпись)

Изменения в составе бригады _____

Введены в состав бригады (фамилия, инициалы, группа)	Выведены из состава бригады (фамилия, инициалы, группа)	Дата, время	Разрешил (подпись)
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Оформление ежедневного допуска к работе, окончания работы, перевода на другое рабочее место

Наименование рабочего места	Допущен к работе			Окончание работы		
	Дата, время	Допуска- ющий	Произво- дитель работы	Дата, время	Произво- дитель работы	Ответственное лицо оператив- ного персонала

Работа по наряду полностью окончена _____ ч _____ мин _____ дня _____ мес. 19__ г.

Персонал выведен, инструмент и материалы убраны, наряд и ключи сданы.

Ответственный руководитель (производитель работ) _____
(подпись, дата)

Оборудование и рабочее место приняты, поставлены заземления № _____ всего _____ шт. _____ сняты, наряд закрыт.

Ответственное лицо оперативного персонала _____
(подпись, дата)

Наряд проверен _____
(дата и подпись выдавшего наряд)

Исправления в тексте наряда и подчеркивания не допускаются. Графы, не требующие заполнения, прочеркиваются.

Квалификационные группы персонала по безопасности труда приведены в табл. 17.

Таблица 17. Квалификационные группы персонала по безопасности труда

Группа	Профессия, должность	Стаж работы в элект- роустановках	Возраст
Лица I группы должны: иметь представление об опасности электрического тока и мерах безопасности при работе на обслуживаемом участке иметь практическое знакомство с правилами оказания первой помощи	Электротехнический персонал, не прошедший проверку знаний по ПТБ; персонал, обслуживающий электротехнические установки, работающий с электроинструментом; водители автомашин и автокранов; уборщики помещений электроустановок	Не нормируется	18
Лица II группы должны: иметь техническое знакомство с электроустановками отчетливо представлять опасность электрического тока и приближения к токопроводящим частям	Практиканты институтов, техникумов и профессионально-технических училищ Электромонтеры, электрослесари, связисты, мотористы электродвигателей	Не нормируется Не менее 1 мес	Не нормируется 18

Группа	Профессия, должность	Стаж работы в электроустановках	Возраст
<p>знать основные меры предосторожности при работах в электроустановках</p>	<p>Машинисты электро-транспорта, кранов, электросварщики</p>	<p>Не менее 1 мес</p>	<p>18</p>
<p>иметь практическое знание с правилами оказания первой помощи</p>	<p>Практики-электрики</p>	<p>Не менее 6 мес</p>	<p>18</p>
<p>Лица III группы должны:</p> <p>иметь элементарные знания электротехники</p> <p>знать устройство и обслуживание электроустановок</p> <p>представлять опасность при работах в электроустановках</p>	<p>Электромонтеры, электрослесари, связисты; оперативный персонал электроподстанций; оперативно-ремонтный персонал электроустановок</p>	<p>Не менее 6 мес.</p> <p>Не менее 3 мес для лиц с образованием 8 классов и выше, прошедших специальное обучение, а также для окончивших профессионально-техническое училище</p>	<p>18</p>
<p>Лица III группы должны:</p> <p>знать специальные правила безопасности труда, правила допуска к работам в электроустановках, которые входят в обязанности данного лица</p> <p>уметь вести надзор за работающими в электроустановках</p> <p>знать правила оказания первой помощи и уметь практически оказать ее пострадавшему (приемы искусственного дыхания и т. п.)</p>	<p>Практиканты институтов и техникумов, начинающие инженеры и техники</p>	<p>Не менее 1 мес во II группе</p>	<p>18</p>
<p>Лица IV группы должны:</p> <p>знать электротехнику в объеме специализированного профтехучилища</p> <p>представлять опасность при работах на электроустановках</p> <p>знать ПТБ, «Правила пользования и испытания защитных средств, применяемых в электроустановках»</p>	<p>Электромонтеры, электрослесари, связисты, оперативный персонал электроподстанций; оперативно-ремонтный персонал цеховых электроустановок</p> <p>Начинающие инженеры и техники</p>	<p>Общий стаж не менее года в III группе.</p> <p>Не менее 6 мес для лиц с образованием 8 классов и выше, прошедших специальное обучение, а также для лиц, окончивших профессионально-технические училища</p> <p>Не менее 2 мес в III группе</p>	<p>18</p>
			<p>18</p>

Группа	Профессия, должность	Стаж работы в электроустановках	Возраст
<p>уметь организовывать безопасное проведение работ и вести надзор за ними в электроустановках напряжением до 1000 В</p> <p>знать правила оказания первой помощи и уметь практически оказывать ее пострадавшему (приемы искусственного дыхания и т. д.)</p>	Инженеры по безопасности труда	Не менее 3 лет (только для инженеров по безопасности труда)	20
<p>Лица V группы должны:</p> <p>знать схемы и оборудование своего участка</p> <p>знать ПТБ в общей и специальных частях, а также «Правила пользования и испытания защитных средств, применяемых в электроустановках»</p>	Электромонтеры, электрослесари, мастера, техники и инженеры-практики	<p>Не менее 5 лет</p> <p>Не менее 3 лет для лиц с образованием 8 классов и выше, прошедших специальное обучение, а также для лиц, окончивших профессионально-технические училища</p>	<p>23</p> <p>21</p>
<p>уметь организовывать безопасное производство работ и вести надзор за ними в электроустановках любого напряжения</p> <p>знать правила оказания первой помощи и уметь практически оказывать ее (приемы искусственного дыхания и т. д.)</p> <p>Обучать персонал других групп правилам безопасности труда и оказанию первой помощи</p>	Мастера, техники, инженеры (с законченным средним или высшим техническим образованием)	Не менее 6 мес	19

Примечание. Для работающих в установках напряжением выше 1000 В учитывается стаж работы только в этих установках (по удостоверениям о проверке знаний).

§ 7. Организация рабочего места

Правильная организация рабочего места обеспечивает рациональное движение работающего и сокращает до минимума затраты времени на отыскание и использование инструмента и материалов.

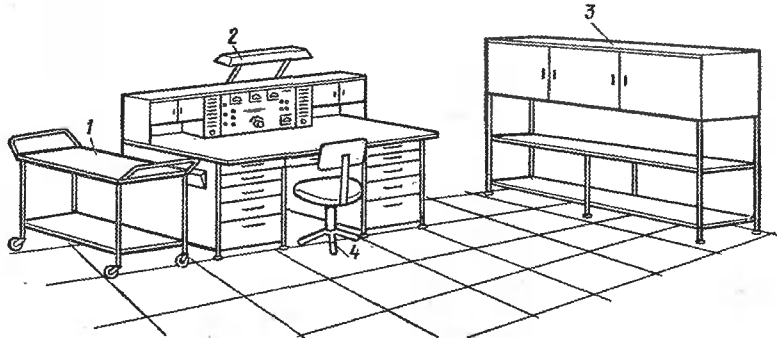


Рис. 5. Рабочее место электромонтера (общий вид):
1 — передвижной стол, 2 — верстак, 3 — шкаф-стеллаж, 4 — стул-табуретка

Верстак 2 (рис. 5) электромонтера состоит из: двух тумб, имеющих по пять ящиков с ложементами, в которые укладывают слесарный и измерительный инструменты, приборы, запасные части, электроаппаратуру, крепежные детали и вспомогательные материалы; выдвижных ящиков на рамках, имеющих центральный замок; верхнего ящика тумбы и среднего ящика для документации, закрывающихся на верхний замок; столешницы; настольного распределительного щита с подведенным к нему переменным напряжением 380 В, снимаемым напряжением 6, 12, 24, 36, 127, 220 В и двух сигнализационных пультов для вызова электромонтера с 30 рабочих мест (30 точек); настольного шкафчика с запасными деталями и телефоном для связи с абонентами завода.

Шкаф-стеллаж предназначен для хранения крупных приспособлений и запасного инструмента, используемого при ремонте электрооборудования. В верхних отделениях хранятся различные материалы, необходимые для проведения ремонта. Каркас шкафа-стеллажа выкрашен серой эмалью.

Передвижной стол используется при разборке, промывке и сборке различного электрооборудования, а также служит транспортным средством для перевозки груза. Столешница облицована бумажно-слоистым пластиком с окантовкой из стального уголка. В нижней части стола имеется металлическая полка из стального листа толщиной 1,5 мм, предназначенная для складирования технологической оснастки и вспомогательных материалов. Стол установлен на колеса (с ободом из маслостойкой резины) с подшипниками качения. Это обеспечивает хорошую маневренность и не требует больших усилий на его передвижение.

Переносная сумка (инструментальная) дежурного электромонтера используется для переноски инструмента и измерительной аппаратуры, приспособлений, мелких деталей для ремонта электрооборудования на участках цеха.

Конструкция стула-табурета позволяет предусматривать наиболее удобную рабочую позу. Сиденье легко и быстро может быть поднято или опущено.

На рабочем месте должна находиться техническая и учетная документация, должностная инструкция, а также документация по безопасности и организации труда.

В техническую документацию входят: электрические схемы наиболее сложных стоек, подъемно-транспортного оборудования, принципиальная электрическая схема питания цеха (участка) электроэнергией, электрическая схема распределительных щитов и т. п.

Учетная документация отражает простои оборудования и работу электромонтера. Один из видов такой документации — эксплуатационный (оперативный) журнал.

В качестве обязательного документа на рабочем месте должна находиться инструкция по безопасности труда для цехового электромонтера, обслуживающего электроустановки напряжением до и выше 1000 В.

К документам, по организации труда относятся: календарный график профилактических осмотров, сменно-часовой график и карта организации труда дежурного электромонтера.

Рабочее место должно быть оформлено в соответствии с требованиями технической эстетики.

Рабочая одежда электромонтеров должна быть удобной, не стеснять движений при работе и состоять из куртки, брюк и берета (берет яркого цвета — красный, оранжевый или коричневый). Материал — костюмная ткань с капроновыми волокном, гладкокрашенная, синего цвета. На верхнем кармане куртки должна быть эмблема службы Главного энергетика.

Электромонтер длительное время находится на ногах, его работа связана с повышенным напряжением внимания (в течение смены электромонтер в средних совершает до 740 различных трудовых действий), поэтому время на отдых должно составлять не менее 5% отработанного времени.

§ 8. Научная организация труда электромонтера

В основу организации труда электромонтера положен плано-предупредительный характер технического обслуживания и ремонта электроустановок. Это позволяет полностью согласовать систему обслуживания электроустановок с системой оперативно-производственного планирования. Работы, выполняемые электромонтером, планируются по календарному графику плано-предупредительных осмотров и сменно-часовому графику, определяющему время, объем и целесообразную очередность (маршруты) выполнения работ.

При получении сигнала о неисправности электроустановки электромонтер устраняет ее и продолжает осмотр по сменно-часовому графику. Мастер или рабочий участка вызывает электромонтера с помощью вызывной сигнализации или по телефону. Если электромонтера нет на рабочем месте, его вызывают по общецеховой поисковой сигнализации (радио, телефон и т. п.). Сигналы о неисправности электроустановок от рабочих (при наличии в цехе установок «Сигнал», АРП-1М) поступают к диспетчеру, а от него по телефону — к электромонтеру.

Уходя с рабочего места, электромонтер фиксирует свое временное местонахождение в календаре-указателе.

В соответствии с календарным графиком профилактических осмотров оборудования выполняются следующие работы:

при ежедневных осмотрах производится выявление дефектов работы и состояния электрооборудования (степень нагрева корпуса и подшипников электродвигателя, превышение нормы шумов); контроль за местным освещением станочного оборудования (смена ламп, очистка арматуры);

при декадных — выявление дефектов работы, проверка крепления электродвигателя, исправности заземления, степени нагрева корпуса и подшипников, исправности работы вентиляции и охлаждения, обнаружение нормы превышения шумов в работе электродвигателя; контроль за общим освещением цеха, участка (смена ламп, стартеров в светильниках, замена патронодержателей); очистка, наружный осмотр и протирка арматуры;

при месячных осмотрах — выявление дефектов работы; проверка прочности и плотности неподвижных жестких соединений электродвигателя с фундаментом, кронштейнов; снятие крышек для проверки электрических соединений; аппаратуры управления; проверка включений, отключений, вращения; подтяжка, зачистка или замена электрических контактов пускорегулирующей аппаратуры, проверка изоляции электрических цепей, заземления; ремонт оградительных устройств; выявление изношенных деталей, требующих замены при ближайшем плановом ремонте; проверка правильности подбора плавких вставок; чистка и обдувка электрооборудования без его разборки; контроль за местным освещением станочного оборудования (смена ламп, очистка арматуры).

Порядок работы электромонтера подчинен регламенту работы основного производства и отражается в сменно-часовом графике. График строится для каждой смены отдельно и регламентирует труд электромонтера с точностью использования рабочего времени до пяти минут. Время на приемку смены и подготовку к работе включает:

ознакомление с состоянием оборудования (личный осмотр); получение необходимой информации от сдающего смену; проверку инструмента, рабочего места, средств защиты, документации; ознакомление со всеми записями в оперативном журнале (со времени последнего дежурства);

оформление приемки смены (запись в оперативном журнале).

Журнал должен отражать в хронологическом порядке время приема и сдачи смены; выполненные переключения; распоряжения руководящего технического персонала; допуск к работе; выдачу ключей от РУ; изменения режимов работы электрооборудования, защиты и автоматики; записи, связанные с ликвидацией аварий, проведением профилактических осмотров (указываются номер оборудования и вид осмотра); неполадками и неисправностями оборудования, аппаратуры, приборов защиты, автоматики и блокировочных устройств и т. п.

В цехе, где несколько электромонтеров, запись в журнал производит старший или каждый электромонтер по обслуживаемому участку ведет отдельный журнал. Журнал дает возможность проводить анализ и устанавливать причины выхода электрооборудования из строя, выявлять наиболее часто повторяющиеся неисправности, время простоев и виновников. Это позволяет своевременно принимать меры по улучшению работы электрооборудования. Записи в журнале должны вестись чернилами, четко, без помарок, не допускается удаления листов.

Руководящий технический работник (энергетик цеха, мастер и др.) должен ежедневно просматривать записи в журнале и принимать необходимые меры для устранения выявленных неисправностей в работе электрооборудования. Не реже 1 раза в месяц журнал должен просматриваться представителем отдела Главного энергетика предприятия. Лица, просматривающие журнал, должны в нем расписываться.

Основные положения по организации труда электромонтеров излагаются в «Карте организации труда электромонтера».

Карта содержит пять разделов: исходные данные; трудовой процесс; рабочее место; условия труда; требования к исполнителю.

Глава III. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

§ 9. Обслуживание цеховых электрических сетей напряжением до 1000 В

Цеховые электрические сети напряжением до 1000 В служат для распределения электроэнергии от трансформаторных подстанций до электропотребителей. Они состоят из питающих линий, магистралей и ответвлений. *Питающая линия* предназначена для передачи электроэнергии от РУ напряжением до 1000 В (щита) к распределительному пункту, магистрали или отдельному электроприемнику. *Магистраль* предназначена для передачи электроэнергии несколькими распределительным пунктам или электроприемникам, присоединенным к ней в различных точках. *Ответвление* отходит от магистрали к электроприемнику или от распределительного пункта к одному или нескольким мелким электроприемникам, включенным в «цепочку», линию.

Периодичность осмотров цеховых электрических сетей устанавливается местной инструкцией в зависимости от условий эксплуатации, но не реже 1 раза в 3 мес. Измерения токовых нагрузок, температуры электрических сетей, испытание изоляции обычно совмещают с межремонтными испытаниями РУ, к которым подключены электросети. Цеховые сети выполняют по одной из следующих схем: радиальной, магистральной или смешанной.

При радиальной схеме каждая линия (фидер) соединяет один приемник 4 с распределительным пунктом 2 или 3 или подстанцией 1 (рис. 6). При магистральной схеме одна линия — магистраль 2 обслуживает несколько распределительных пунктов 3 или приемников 4 (рис. 7).

В чистом виде эти схемы применяются редко, чаще встречается сеть, выполненная по смешанной схеме (рис. 8).

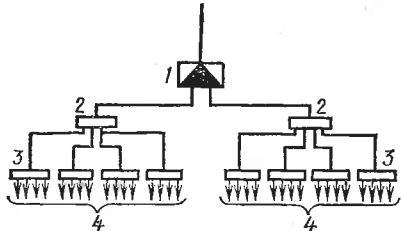


Рис. 6. Схема радиальной сети

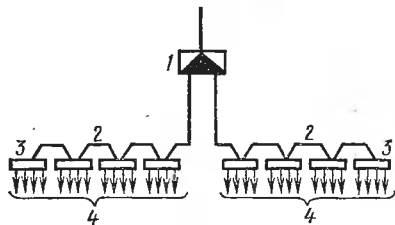


Рис. 7. Схема магистральной сети:
1 — подстанция, 2 — магистраль, 3 — распределительный пункт, 4 — приемник

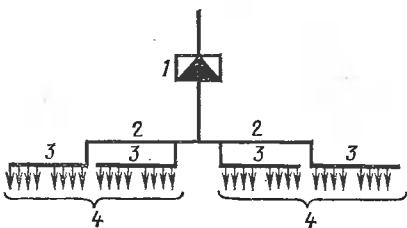


Рис. 8. Схема смешанной сети:
1 — подстанция, 2 — магистраль, 3 — распределительный пункт, 4 — приемник

Распределительные пункты размещают в местах, удобных для обслуживания, так чтобы они не загромождали проходов и проездов и не мешали производственной работе. Протяженность магистралей и питающих радиальных линий должна быть минимальной, а их трассы — доступными для обслуживания. Следует избегать питания электроприемников в обратном направлении по отношению к основному потоку электроэнергии.

В цеховых сетях преимущественно применяют следующие способы прокладки проводов: открытый на

изолирующих опорах; в изоляционных или стальных трубах; на лотках и в металлических коробах.

Голые провода прокладывают открытым способом для магистралей, расположенных на значительной высоте в помещениях, не относящихся к категориям взрывоопасных и пожароопасных.

Наименьшая высота прокладки голых проводов 3,5 м, изолированных защищенных 2,5 м. Наименьшее расстояние сближения голых проводов с трубопроводами 1 м, с технологическим оборудованием 1,5 м. Указанные расстояния допускаются только при условии устройства ограждений на всем протяжении сближения. Голые провода не должны располагаться ниже технологического оборудования, а также ниже трубопроводов, требующих регулярного обслуживания.

При замене вышедших из строя ответвлений к электроприемникам или прокладке новых участков сети к устанавливаемому или перемещаемому оборудованию применяют плоские провода в пластмассовой оболочке марок ППВ, АППВ, ППВС и АППВС.

Если по негорючим стенам и перегородкам плоские провода прокладывают без каких-либо предохранительных мер, то по деревянным стенам и перегородкам необходимо под провод подкладывать листовой асбест толщиной 3 мм, выступающий с каждой стороны провода не менее чем на 5 мм (открытый способ). При скрытой прокладке по деревянным основаниям и мокрой штукатурке плоские провода прокладывают по намету алебаstra толщиной 5 мм или подкладывают листовой асбест толщиной 3 мм.

В индустриальном строительстве для перекрытий широко применяют заводские железобетонные плиты, в которых прокладывают плоские провода: в каналах, оставляемых в плитах; зазорах между плитами с заделкой алебастровым раствором; поверх плит перекрытия под полом следующего этажа в сплошном слое алебастрового или цементного намета.

Крепления небронированных проводов и кабелей показаны на рис. 9, а—е.

Наиболее широко применяют крепление, не требующее сверления или пробивки большого числа отверстий: прокладку по стальным полосам и струнам, непосредственно по основаниям; приклеивание.

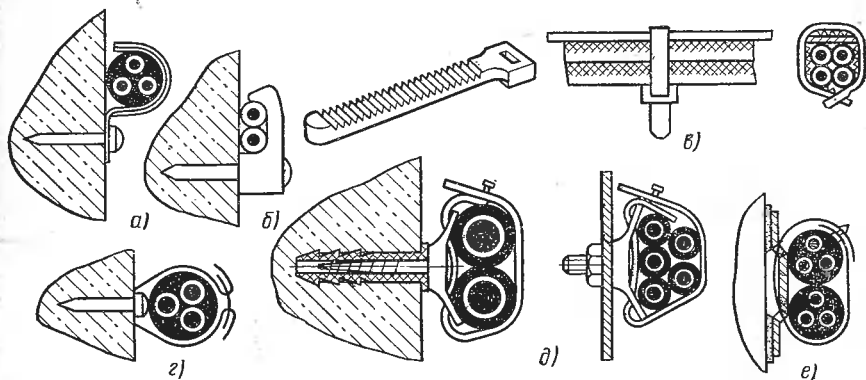


Рис. 9. Крепление небронированных проводов и кабелей:

а — металлической скобой, *б* — пластмассовой скобой, *в* — зубчатой полоской-пряжкой к несущей полосе, *г* — металлической полоской с пряжкой, *д* — на пластмассовом закрепе перфорированной лентой с кнопкой, *е* — перфорированной лентой с кнопкой к стальной приклеенной скобе

Во многих цехах промышленных предприятий допускается открытая прокладка проводов на металлических лотках (рис. 10), позволяющих удачно использовать компоновку стен и значительно сократить расход труб.

Стальные трубы (водогазопроводные и тонкостенные) применяют в тех случаях, когда устройство других видов электропроводок с менее дефицитными материалами не допускается по условиям надежности или воздействия среды. Тонкостенные трубы нельзя применять в помещениях особо сырых и сырых, взрывоопасных, с химически активной средой, в наружных установках и для прокладки в земле.

В сухих непыльных помещениях допускается соединение труб без уплотнения, на гильзах и манжетах (рис. 11, *а*).

Выбор размеров труб для затяжки в них проводов зависит от диаметра, количества проводов и конфигурации трубопровода, его протяженности и наличия на нем изгибов.

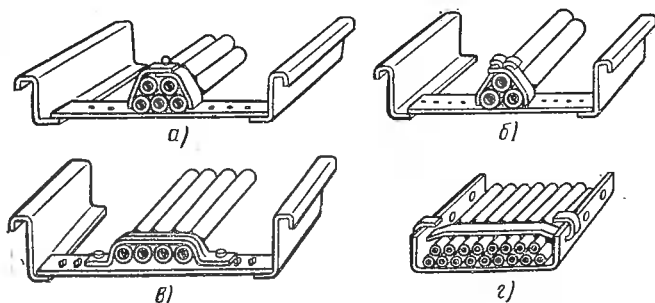


Рис. 10. Крепление проводов и кабелей к лоткам:

а — лентой с кнопкой, *б* — полоской с пряжкой, *в* — полоской, *г* — скобой

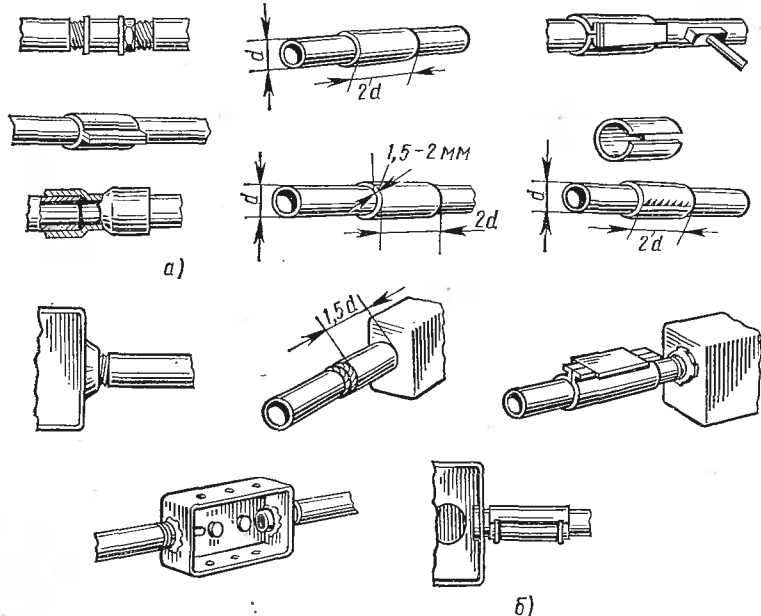


Рис. 11. Соединение стальных труб (а) и вводы труб в коробки (б)

Для правильного выбора размеров труб электропроводок рекомендуется пользоваться ориентировочной оценкой сложности затяжки проводов и кабелей, приведенной на рис. 12, и расчетными формулами (табл. 18).

С целью экономии металлических труб используют изоляционные трубы (резиновые, полутвердые, резино-битумные и полиэтиленовые), бумажно-металлические (гофрированные и винипластовые).

При вводах в аппаратуру, коробки, ящики, изоляционные и бумажно-металлические трубы оконцовывают втулками и воронками; это требование является необязательным, если трубы вводятся в коробки или ящики, имеющие специальные патрубки.

Таблица 18. Расчетные формулы для выбора труб

Обозначение сложности затяжек (см. рис. 12)	Одножильные и многожильные провода (кабели)			
	Один провод (кабель)	Два провода (кабели)		Три или более проводов (кабелей)
		одинакового диаметра	разного диаметра	
А	$D/1,4 \geq d$	$D/2,7 \geq d$	$D/2,7 \geq (d_1 + d_2)/2$	$0,4D^2 \geq n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2 + \dots$
Б	$D/1,65 \geq d$			$0,32D^2 \geq n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2 + \dots$
В	$D/1,25 \geq d$	$D/2,5 \geq d$	$D/2,5 \geq (d_1 + d_2)/2$	$0,45D^2 \geq n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2 + \dots$

Примечание. d_1, d_2 — наружные диаметры проводов (кабелей), мм; n_1, n_2 — число проводов (кабелей) данного диаметра; D — внутренний диаметр трубы, мм.

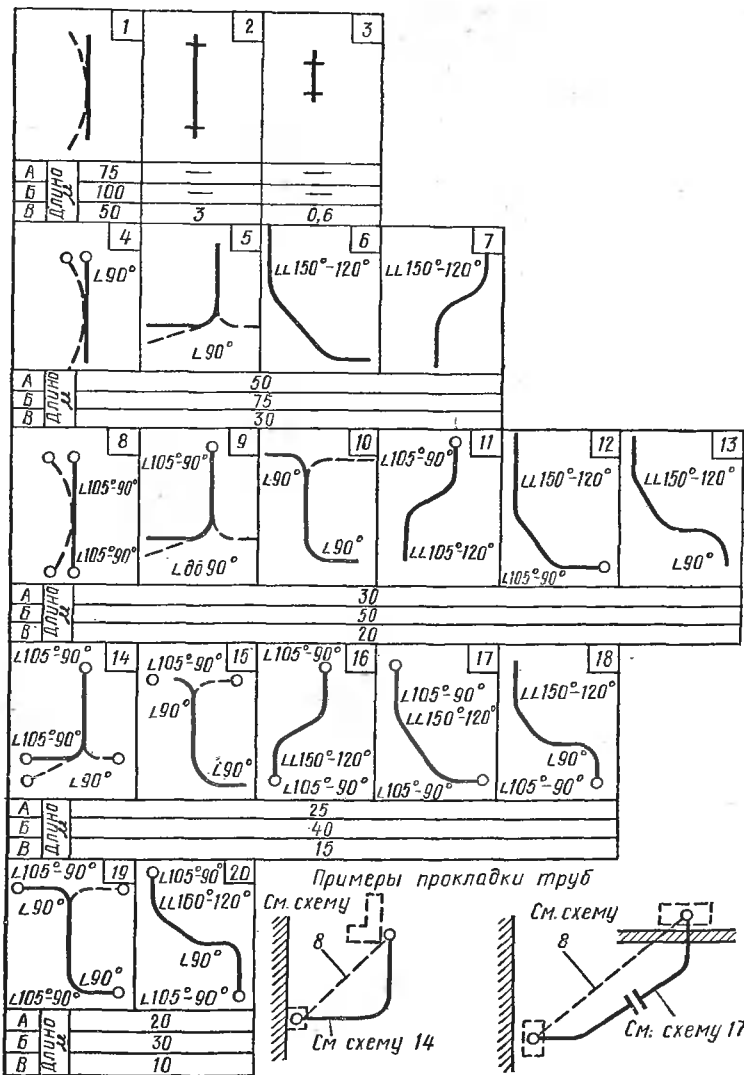


Рис. 12. Ориентировочная оценка сложности затяжки проводов и кабелей в трубопроводы (схемы 1—20)

Данные, характеризующие область применения неметаллических труб для электропроводок, приведены в табл. 19.

Таблица 19. Область применения неметаллических труб для электропроводок

Характеристика помещения	Трубы			
	резино-битумные	бумажно-металлические гофрированные	вини-пластовые	полиэтиленовые
Сухие	+	+	+	+
Влажные	—	+	+	+
Сырые	—	—	+	+
Особо сырые	—	—	+	+
Жаркие	—	—	—	—
Пыльные	—	—	+	+
С химически активной средой	—	—	+	+
Пожароопасные	+	—	—	—

Примечания: 1. Знак «+» означает допускается; знак «—» — не допускается. 2. Характеристику помещений см. в ПУЭ. 3. Бумажно-металлические гофрированные и вини-пластовые трубы применяют при открытой и скрытой прокладке, резино-битумные и полиэтиленовые — при скрытой.

В зависимости от способов прокладки изменяются условия охлаждения проводов. Это приводит к необходимости дифференцированного подхода к определению допустимых токовых нагрузок.

Длительно допустимые токовые нагрузки на провода с резиновой, поливинилхлоридной изоляцией определяют из условия нагрева жил до температуры 65°C; они соответствуют температуре окружающего воздуха 25°C. Нагрузки на провода, проложенные в коробах, а также в лотках, принимаются как на проводники, проложенные в трубах (табл. 20).

В процессе эксплуатации, при подключении новых электроприемников, следует помнить, что длина, сечение линии, мощность трансформатора и отключающая способность защищающего линию аппарата при коротком замыкании взаимно связаны.

В сети напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью отключающая

Таблица 20. Длительно допустимые токовые нагрузки на провода с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Допустимые токовые нагрузки, А, для проводов,											
	проложен-ных открыто		проложенных в одной трубе									
			двух одно-жильных		трех одно-жильных		четырех одно-жильных		одного дву-жильного		одного трех-жильного	
			медных	алюминие-вых	медных	алюминие-вых	медных	алюминие-вых	медных	алюминие-вых	медных	алюминие-вых
1,0	17	—	16	—	15	—	14	—	15	—	14	—
2,5	30	24	27	20	25	19	25	19	25	19	21	16
6,0	50	39	46	36	42	32	40	30	40	31	34	26
10	80	60	70	50	60	47	50	39	55	42	50	38
25	140	105	115	85	100	80	90	70	100	75	85	65
50	215	165	185	140	170	130	150	120	160	125	135	105
95	330	255	275	216	255	200	225	175	245	190	215	165
150	440	340	360	275	330	255	—	—	—	—	—	—

способность защищающего сеть от замыканий аппарата зависит от сопротивле-
ния образующейся короткозамкнутой цепи «фаза—нуль» или от длины l (м)
защищаемой линии, которая определяется по формуле

$$l_{\max} = \frac{1000}{Z_y} \left(\frac{U_{\phi}}{I_{\text{к.з. min}}} - \frac{Z_T}{3} \right),$$

где Z_y — удельное сопротивление цепи «фаза—нуль»; U_{ϕ} — фазное напряжение;
 Z_T — сопротивление трансформатора со схемой соединения Y/Y_0 и Δ/Y_0 в ре-
жиме однофазового короткого замыкания; $I_{\text{к.з. min}}$ — ток короткого замыкания,
равный утроенному значению номинального тока плавкой вставки предохра-
нителя или уставке аппарата с обратно зависимой от тока характеристикой.

Если эта зависимость не соблюдается, аппарат при коротком замыкании не
отключит линию и она сгорит. Данные, которые позволяют отказаться от трудо-
емких аналитических расчетов, устанавливающих максимальную длину линии
в зависимости от сечения, мощности трансформатора и отключающей способнос-
ти аппарата защиты, приведены в табл. 21.

Одним из распространенных способов выполнения магистральных внутрице-
ховых сетей современных промышленных предприятий является передача мощ-
ности шинпроводами (рис. 13).

От комплектных трансформаторных подстанций 1 магистральные шинпро-
воды 2 питают распределительные шинпровода 3, к которым непосредственно

Таблица 21. Максимально допустимая длина, м, электрической сети,
выполненной воздушными линиями с алюминиевыми проводами
при отключении однофазовых коротких замыканий
предохранителем или автоматом

Сечение линии, мм ²	Мощность трансфор- матора, кВ·А	Номинальный ток плавкой вставки предохранителя или расцепи- теля автомата с обратно зависимой от тока характеристикой, А									
		30	40	50	60	80	100	120	150	200	250
4A16	63	417	291	217	166	103	66				
	100	448	322	248	197	134	97				
	160	468	342	268	217	154	117				
	250	480	354	280	229	166	129	—	—	—	—
	400	488	362	288	237	174	137				
		498	372	298	247	184	147				
	630	492	366	292	241	178	141				
		499	373	299	248	185	148				
3A25 + A16	63	502	351	262	200	125	79	49			
	100	540	389	300	238	163	117	87	—	—	—
	160	564	413	324	262	187	141	111			
	250	578	427	338	276	201	155	125			
	400	588	437	348	286	211	165	135	—	—	—
		599	448	359	297	222	176	146			
	630	594	443	354	292	217	171	141			
		601	450	361	299	224	178	148			
4A25	63	631	441	330	252	157	100	61			
	100	680	490	379	301	206	149	110			
	160	710	520	409	331	236	179	140			

Сечение линии, мм²	Мощность трансфор- матора, кВ·А	Номинальный ток плавкой вставки предохранителя или расцепи- теля автомата с обратной зависимой от тока характеристикой, А												
		30	40	50	60	80	100	120	150	200	250			
4А25	250	727	537	426	348	253	196	157	—	—	—			
	400	740	550	439	361	266	209	170						
		753	563	452	374	279	222	183						
		746	556	445	367	272	215	176						
	630	755	565	454	376	281	224	185						
3А35 + А25	63	728	517	379	290	181	116	71	28					
	100	782	571	433	344	235	170	125	82					
	160	817	606	468	379	270	205	160	117					
	250	838	627	489	400	291	226	181	138					
	400	851	640	502	413	304	239	194	151	—	—			
		368	657	519	430	321	256	211	168					
	630	859	648	510	421	312	247	202	159					
		870	659	521	432	323	258	213	170					
	4А35	63	790	550	411	315	196	125	77	30				
		100	850	610	471	375	256	185	137	90				
160		887	647	508	412	293	222	174	127					
250		910	670	531	435	316	245	197	150	—	—			
400		925	685	546	450	331	260	212	165					
		943	703	564	468	349	278	230	183					
630		933	693	554	458	339	268	220	173					
		945	705	565	470	351	280	232	185					
3А50 + А35		63	—	690	516	394	246	157	97	37	—	—		
		100		765	591	469	321	232	172	112	52			
	160	813		639	517	369	280	220	160	100				
	250	841		667	545	397	308	248	188	128				
	400	860		686	564	416	327	267	207	147				
		881		707	585	437	348	288	228	168				
	630	871		697	575	427	338	278	218	158				
		884		710	588	440	351	291	231	171				
	4А50	63		—	819	611	466	291	186	115	44		—	—
		100			908	700	555	380	275	204	133		62	
160		964	756		611	436	331	260	189	118				
250		998	790		645	470	365	294	223	152				
400		1020	812		667	492	387	316	245	174				
		1047	839		694	519	414	218	258	201				
630		1032	824		679	504	399	328	257	186				
		1050	842		697	522	417	221	261	204				

Сечение линии, мм ²	Мощность трансфор- матора, кВ·А	Номинальный ток плавкой вставки предохранителя или расцепи- теля автомата с обратной зависимой от тока характеристикой, А									
		30	40	50	60	80	100	120	150	200	250
3А70 + А50	63			692	528	329	210	130	50	—	—
	100			792	628	429	310	230	150	70	22
	160			855	691	492	373	293	213	133	85
	250	—	—	893	729	530	411	331	251	171	123
	400			919	755	556	437	357	277	197	149
				948	785	586	467	387	307	227	179
	630			933	769	570	451	371	291	211	163
				952	788	589	470	390	310	230	182
4А70	63			790	603	376	240	148	57	—	—
	100			904	717	490	354	262	171	80	26
	160	—	—	976	789	562	426	334	243	152	98
	250			1019	832	605	469	377	286	195	141
	400			1048	861	634	498	406	315	224	170
				1086	899	672	535	440	349	262	204
	630			1064	877	650	514	422	331	240	186
				1090	903	676	539	444	353	266	208
3А95 + А70	63				668	416	266	164	63	—	—
	100				795	543	393	291	190	89	28
	160				875	623	473	371	270	169	108
	250	—	—	—	923	671	521	419	318	217	156
	400				955	703	553	451	350	249	188
					993	741	591	489	388	287	226
	630				973	721	571	469	368	267	206
					997	745	595	493	392	201	230

Примечание. Значения допустимых длин линий (м), присоединенных к трансформатору одной мощности, в числителе соответствуют схеме соединения Y/Y_0 , в знаменателе — схеме Δ/Y_0 .

подключаются станочное оборудование и осветительные шинопроводы 4. Все шинопроводы располагаются на различной высоте от уровня пола производственного корпуса.

Магистральные шинопроводы серии ШМА (рис. 14) выпускают на номинальные токи 1600, 2500 и 4000 А в защищенном исполнении с алюминиевыми шинами. Шинопровод состоит из следующих секций: прямой длиной 750, 1500, 3000, 4500 мм; угловых с изгибом шин на плоскость и ребро; ответвительной; секции регулируемой длины; для ответвления проводами, кабелями или шинными перемычками. Кроме того, в шинопровод входят торцевая и угловая крышки и болтовой сжим.

В цехах промышленных предприятий, имеющих сварочные машины, крупные регулируемые электроприводы, гальваннческие и электролизные установки, находят применение мощные шинопроводы постоянного тока, изготовляемые на заводах в виде готовых секций различной длины. Шинопроводы ШМАД 70 (магистральный токопровод из алюминиевых шин, двухполюсный) изготовляют нескольких исполнений: на номинальный ток 2500 А при сечении шин $3 \times (80 \times 8)$

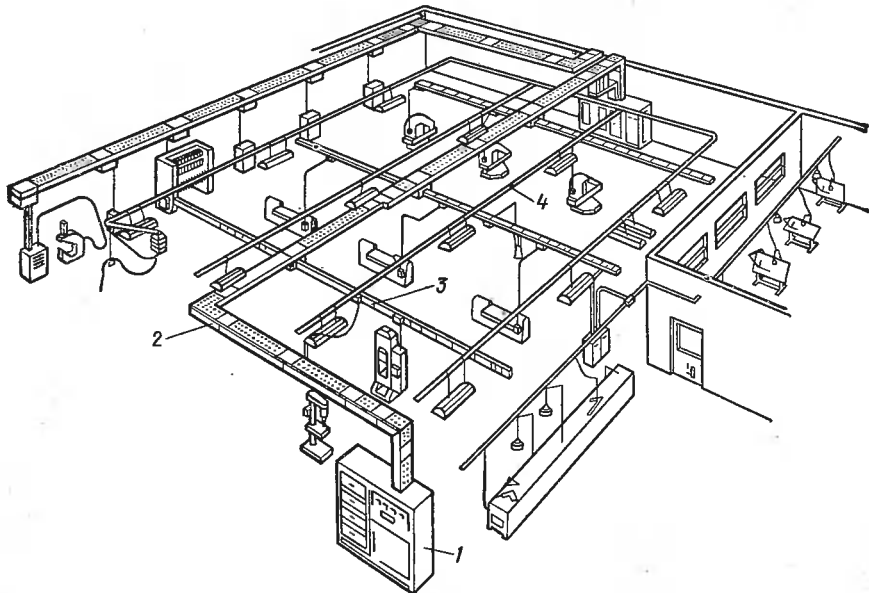


Рис. 13. Распределение электроэнергии по шинопроводам

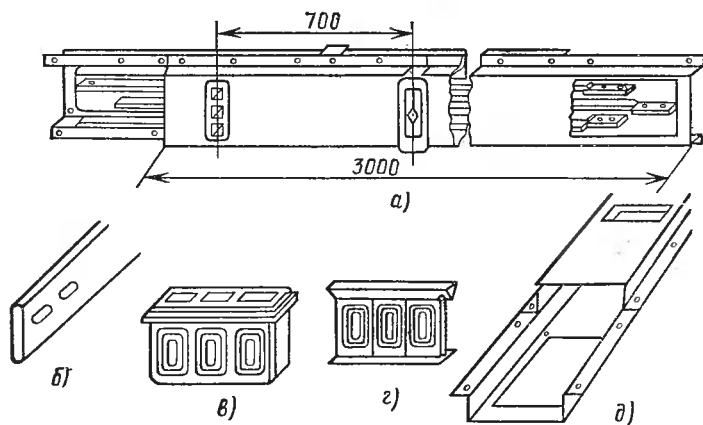


Рис. 14. Секция закрытого шинопровода и ее детали:

а — общий вид, *б* — шина, *в* — изолятор-камера, *г* — концевые изоляторы в обойме, *д* — короб

с динамической устойчивостью 80 кА; на 6300 А — $3 \times (160 \times 12)$ с динамической устойчивостью 125 кА.

Для увеличения пропускной способности шинопровода секции шин одного исполнения можно соединить параллельно, при этом номинальные токи линии удваиваются.

Для непосредственного питания маломощных электроприемников широко применяют серийные четырехпроводные шинопроводы ШРА 73, изготавливаемые на номинальные токи 250, 400 и 630 А.

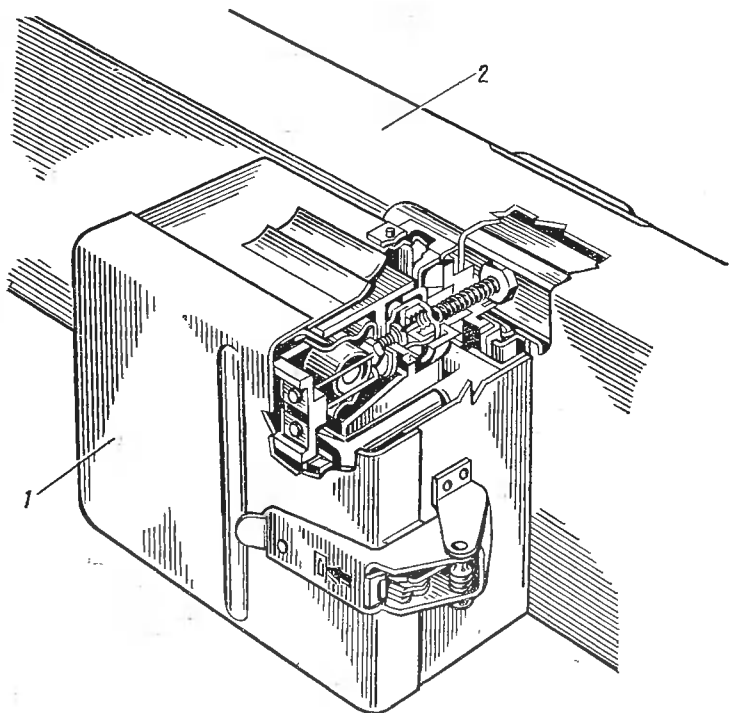


Рис. 15. Установка ответвительной коробки на шиннопроводе:
1 — коробка, 2 — шиннопровод

Потребители подключаются к распределительному шиннопроводу специальными ответвительными коробками с автоматическими выключателями АЗ700. Коробки предусмотрены через каждые 1000 мм (рис. 15). Устанавливают шиннопроводы на специальных стойках, стенах, кронштейнах и колоннах зданий.

Расстояние между местами крепления шиннопровода должно быть не больше 3 м. Конструктивно шиннопроводы выполнены в виде короба из двух половин, в котором на изоляторах закреплены три фазовые и нулевые шины (голые) равного сечения. Шиннопровод обладает повышенной безопасностью в эксплуатации. Доступ к аппаратам, установленным в ответвительных коробках, благодаря специальным блокирующим устройствам возможен только после разобщения штепсельных контактов коробки с токопроводящими шинами.

Включение контактных стоек на шины производят только при закрытых крышках коробок. Короба шиннопровода с целью их заземления соединены с нулевой шиной. Соединение шин секций — болтовое.

Осветительные шиннопроводы ШОС 67 на ток 25А, ШОС 73А на ток 63А и ШОС 73 на ток 100А предназначены для выполнения в производственных помещениях осветительных четырехпроводных электрических сетей напряжением 380/220 В и питания электроприемников небольшой мощности (рис. 16).

Шиннопровод монтируется при помощи специальных крепежных деталей, рассчитанных для крепления его на стенах, строительных фермах, тросах и кронштейнах.

Шиннопровод ШОС может монтироваться непосредственно к распределительному шиннопроводу ШРА 73. Расстояние между точками крепления шиннопровода не должно превышать 3 м при всех возможных случаях его применения.

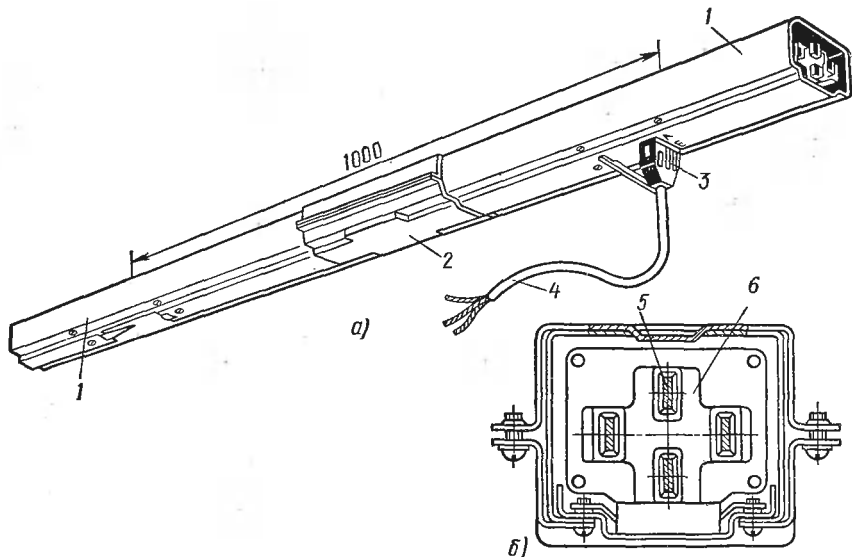


Рис. 16. Осветительный шинопровод ШОС 73:

а — общий вид, б — штепсельное соединение секций; 1 — прямая секция, 2 — соединительная муфта, 3 — штепсель, 4 — провод, 5 — гнездо розетки, 6 — изолятор

Троллейные шинопроводы ШТМ 76 на ток 100 А и ШТМ 70 на ток 200 А применяют в производственных помещениях для линий переменного тока, питающих трехфазовые и однофазовые передвижные электроприемники, краны, кран-балки, тельферы и различные электрифицированные инструменты (рис. 17).

В случаях, когда нельзя применить шинопроводы ШТМ 70 и ШТМ 76, питание электроприемников перемещающихся подъемно-транспортных устройств осуществляют гибким кабелем, подвешенным к тросу на кольцах, роликах или движущихся каретках, или кабелем, наматываемым на специальные кабельные барабаны. На тельферах и кранах небольшой грузоподъемности применяют главным образом гибкие кабели, для питания крупных подъемно-транспортных устройств — троллей из стали различных профилей или алюминиевого сплава АД31.

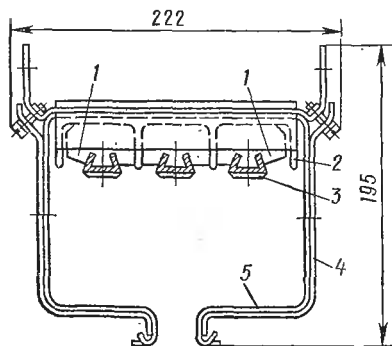


Рис. 17. Троллейный шинопровод ШТМ 72:

1 — изолятор, 2 — короб, 3 — троллей, 4 — корпус соединительной муфты, 5 — уступ короба

При количестве кранов больше одного необходимо на троллеях предусматривать ремонтные участки, которые располагают в наименее заполненных технологическим оборудованием местах. Питание напольных электрифицированных тележек осуществляют троллеями, размещенными в тоннелях, или гибким кабелем, прокладываемым в специальном канале.

Максимально допустимая длина электрической сети, выполненной закрытыми четырехпроводными алюминиевыми шинопроводами, при отключении однофазовых коротких замыканий приведена в табл. 22, а закрытыми трехпроводными шинопроводами — в табл. 23.

Таблица 22. Максимально допустимая длина, м, электрической сети, выполненной закрытыми четырехпроводными алюминиевыми шинопроводами при отключении однофазовых коротких замыканий предохранителем или автоматом

Тип шинопровода	Мощность трансформатора, кВ·А	Номинальный ток плавкой вставки предохранителя или расцепителя автомата с обратно зависимой от тока характеристикой, А										
		80	100	120	150	200	250	300	350	400	500	600
ШРА-250	250	875	677	544	413	282	203					
	400	918	720	587	456	325	246					
		967	769	636	505	374	295					
	630	940	742	609	478	347	268					
		972	774	641	509	379	300					
	1000	958	760	627	496	365	286	—	—	—	—	—
		977	779	646	514	384	305					
	1600	968	770	637	506	375	296					
		981	783	650	518	388	309					
	2500	974	776	643	512	381	302					
		983	785	652	520	390	311					
ШРА-400	250			756	573	392	282	209	157	118		
	400			814	631	450	340	267	215	176		
				883	700	519	409	336	284	245		
	630	—	—	847	664	483	373	300	248	209	—	—
				890	707	526	416	343	291	252		
	1000			871	688	507	397	324	272	233		
				897	714	533	423	350	298	259		
	1600			885	702	521	411	338	286	247		
				903	720	539	429	356	304	265		
	2500			893	710	529	419	346	294	255		
				905	722	541	431	358	306	267		
ШРА-600	250				620	424	305	226	170	128	70	29
	400	—	—	—	682	486	368	288	232	190	132	91
					756	500	442	362	306	264	206	165
	630				718	522	404	324	208	226	168	127
					764	568	450	370	314	272	214	174
	1000				744	548	430	350	294	252	194	153
					722	576	458	378	322	280	222	182
	1600				758	562	444	364	308	266	208	167
		—	—	—	778	582	464	384	328	286	228	188
	2500				766	570	452	372	316	274	216	176
					780	584	466	386	330	288	230	190

Примечание. Значения допустимых длин линий, присоединенных к трансформатору одной мощности, в числителе соответствуют схеме соединения Y/Y_0 , в знаменателе — схеме Δ/Y_0 .

Таблица 23. Максимально допустимая длина, м, электрической сети, выполненной закрытыми трехпроводными шинопроводами, при отключении однофазовых коротких замыканий предохранителем или автоматом

Тип шинопровода	Мощность трансформатора, кВ·А	Номинальный ток плавкой вставки предохранителя или расцепителя автомата с обратной зависимой от тока характеристикой, А								
		1000	1200	1250	1500	1600	1800	2000	2500	3000
ШМА-1000	400	56	45	13						
		132	122	90	70	67	50	44	36	29
	630	93	82	50	30	27	10			
		140	130	98	78	75	58	52	44	37
	1000	119	108	76	56	53	36	31	23	16
		148	138	106	86	83	66	60	52	45
	1600	134	123	91	71	68	51	46	38	31
		155	145	113	93	90	75	67	59	52
	2500	143	132	100	80	77	60	55	47	40
		157	147	115	95	92	77	69	61	54
ШМА-1600	630	61	36	32	12					
		116	95	91	71	64	54	46	30	20
	1000	94	69	65	45	38	28	20		
		126	105	101	81	74	64	56	40	30
	1600	112	87	83	63	56	46	38	22	
		133	112	108	88	81	71	63	47	37
	2500	123	98	94	74	67	57	49	33	22
		136	115	111	91	84	74	66	50	40
ШМА-2500	630		36	32	12					
			94	90	70	63	53	45	30	20
	1000		68	64	44	38	28	20		
			104	100	80	73	63	55	40	30
	1600		86	82	62	56	46	38	22	
			111	107	87	80	70	62	47	37
	2500		96	92	72	66	56	48	32	22
			114	110	90	83	73	65	50	40

Примечание. Значения допустимых длин линий, присоединенных к трансформатору одной мощности, в числителе соответствуют схеме соединения Y/Y_0 , в знаменателе — схеме Δ/Y_0 .

Зная тип шинопровода, мощность трансформатора, к которому он подключен, номинальный ток плавкой вставки предохранителя или ток уставки расцепителя, защищающего данный шинопровод, находим по таблицам максимальную длину электрической сети, при которой защищающий ее аппарат гарантированно отключит сеть при однофазовом коротком замыкании в конце линии.

§ 10. Обслуживание кабельных линий

Кабели (рис. 18) служат для передачи электрической энергии на расстояния и распределения ее по территории, где применение других способов канализации невозможно по соображениям безопасности людей или из-за особых местных условий, не позволяющих использовать для этих целей голые или изолированные провода. Различают кабели силовые и контрольные: первые применяют для электропитания силовых и осветительных электроустановок, вторые — для создания в этих установках цепей контроля, сигнализации, дистанционного управления и автоматики. Силовые кабели подразделяются на кабели общего и специального применения и выпускаются одно-, двух-, трех- и четырехжильными с сечением жил 2,5—800 мм².

В соответствии с конструкцией силовым кабелям присваивают маркировочные буквенные обозначения. Первая буква указывает материал оболочки (С — свинец, А — алюминий, Н или НР — негорючая резина, ВР — поливинилхлорид); вторая — защитное покрытие (А — асфальтированный, Б — бронированный лентами, Г — голый, т. е. без защитного покрова, К — бронированный круглыми проволоками, П — бронированный плоскими проволоками). Обозначение марки кабелей с алюминиевыми жилами начинается с буквы А, кабелей, у которых каждая жила заключена в отдельную защитную оболочку из свинца, — с буквы О.

Контрольные кабели изготовляют с количеством жил 4—37; сечение жил 0,75—10 мм². Изоляцию кабелей выполняют из пропитанной кабельной бумаги, пластмассы или резины.

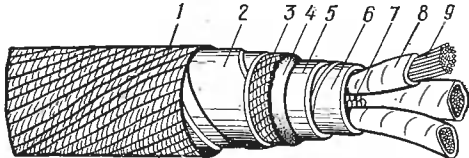


Рис. 18. Силовой бронированный кабель марки СБ с пропитанной бумажной изоляцией:

1 — джутовый покров, 2 — стальные ленты брони, 3 — кабельная пряжа, 4 — бумажная прослойка, 5 — герметизирующая оболочка, 6 — поясная изоляция, 7 — заполнитель, 8 — жильная изоляция, 9 — токопроводящая жила

Таблица 24. Допустимые длительные токовые нагрузки, А, на кабели с медными и алюминиевыми жилами в свинцовой или алюминиевой оболочке, прокладываемые в земле

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Одно-жильные до 1 кВ	Двух-жильные до 1 кВ	Трехжильные			Четырехжильные до 1 кВ
			до 3 кВ	до 6 кВ	до 10 кВ	
10	140/110	105/80	95/75	80/60	—	85/65
16	175/135	140/110	120/90	105/80	95/75	115/90
25	235/180	185/140	160/125	135/105	120/90	150/115
35	285/220	225/175	180/145	160/125	150/115	175/135
50	360/275	270/210	235/210	200/155	180/140	215/165
70	440/340	325/250	285/220	245/190	215/165	265/200
95	520/400	380/290	340/260	295/225	265/205	310/240
120	595/460	435/335	390/300	340/260	310/240	350/270
150	675/520	500/385	435/335	390/300	355/275	395/305
185	755/580	—	490/340	400/310	400/310	450/345
240	880/675	—	570/440	510/390	460/355	—

Примечания: 1. В таблице приведены данные для кабелей с бумажной изоляцией, пропитанной маслостойкой массой. 2. В числителе даны токовые нагрузки для медных жил, в знаменателе — для алюминиевых.

Допустимые длительные токовые нагрузки на кабели до 10 кВ приведены в табл. 24 и 25, поправочные коэффициенты, учитывающие тепловое влияние проложенных рядом кабелей на токовую нагрузку,— в табл. 26, допустимые длительные температуры жил кабелей— в табл. 27, а допустимые кратковременные и аварийные перегрузки по току кабельных линий— в табл. 28 и 29 соответственно.

По условию отключения однофазовых коротких замыканий максимальные длины электрических сетей, выполненных четырехжильными кабелями с алюминиевыми жилами в резиновой или пластмассовой оболочке (АВВГ, АВПГ, АНРГ, АВРГ, АВВБ, АВПБ, АНРБ, АВРБ и др.) или трехжильными кабелями (ААБ, ААГ, ААШв и др.), приведены в табл. 30.

Операции технического обслуживания и периодичность осмотров кабельных линий приведены в табл. 31, сведения о профилактических измерениях в кабельных линиях — в табл. 32, действие кислот, газов и щелочей на материалы, употребляемые для изготовления электрооборудования,— в табл. 33.

Таблица 25. Допустимые длительные токовые нагрузки, А, на кабели с медными и алюминиевыми жилами в свинцовой или алюминиевой оболочке, прокладываемые на воздухе

Сечение токопроводящих жил, мм ²	Одножильные до 1 кВ	Двухжильные до 1 кВ	Трехжильные			Четырехжильные до 1 кВ
			до 3 кВ	до 6 кВ	до 10 кВ	
10	95/75	75/55	60/46	55/42	—	60/45
16	120/90	95/75	80/60	65/50	60/46	80/60
25	160/125	130/100	105/80	90/70	85/65	100/75
35	200/155	150/115	125/95	110/85	105/80	120/95
50	245/190	185/140	155/120	145/110	135/105	145/110
70	305/235	225/175	200/155	175/135	165/130	185/140
95	360/275	275/210	245/190	215/165	200/155	215/165
120	415/320	320/245	285/220	250/190	240/185	260/200
150	470/360	375/290	330/255	290/225	270/210	300/230
185	525/405	—	375/290	325/250	305/235	340/260
240	610/470	—	430/330	375/290	350/270	—

Примечания: 1. В таблице приведены данные для кабелей с бумажной изоляцией, пропитанной масломанифольной массой. 2. В числителе даны нагрузки для медных жил, в знаменателе — для алюминиевых.

Таблица 26. Поправочные коэффициенты, учитывающие тепловое влияние на токовую нагрузку проложенных рядом кабелей в трубах и без труб

Расстояние в свету, мм	При числе кабелей					
	1	2	3	4	5	6
100	1	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

Таблица 27. Допустимые длительные температуры жил силовых кабелей

Изоляция жил	Напряжение, кВ	Допустимая температура жил кабеля, °С
Резиновая и поливинилхлоридная	До 6	65
Полиэтиленовая	10	60

Таблица 28. Допустимая кратковременная перегрузка по току кабельных линий напряжением 6—10 кВ

Коэффициент предварительной нагрузки	Вид прокладки	Допустимая перегрузка в течение времени, ч		
		1,5	2,0	3,0
0,6	В земле	1,35	1,30	1,15
	В воздухе	1,25	1,15	1,10
	В трубах (в земле)	1,20	1,10	1,00
0,8	В земле	1,20	1,15	1,05
	В воздухе	1,15	1,10	1,05
	В трубах (в земле)	1,10	1,05	1,00

Таблица 29. Допустимая перегрузка по току кабельных линий напряжением 6—10 кВ в течение 5 сут (при ликвидации аварии)

Коэффициент предварительной нагрузки	Вид прокладки	Допустимая перегрузка в течение времени, ч		
		1	3	4
0,6	В земле	1,50	1,35	1,25
	В воздухе	1,35	1,25	1,25
	В трубах (в земле)	1,30	1,20	1,15
0,8	В земле	1,35	1,25	1,20
	В воздухе	1,30	1,25	1,25
	В трубах (в земле)	1,20	1,15	1,10

Таблица 30. Максимально допустимая длина, м, электрической сети, выполненной трех- или четырехжильными кабелями с алюминиевыми жилами при отключении однофазовых коротких замыканий

Сечение кабеля, мм ²	Мощность трансформатора, кВ·А	Номинальный ток плавкой вставки предохранителя или расцепителя автомата с обратной зависимой от тока характеристикой, А							
		30	40	50	60	80	100	120	150
3×16+1×10	63	343	239	179	136	85			
	100	369	265	205	162	111			
	160	385	281	221	178	127			
	250	394	290	230	187	136	—	—	—
	400	401	297	237	194	143			
		408	304	244	202	151			
	630	404	300	240	197	146			
		409	305	245	203	152			
	1000	407	303	243	200	149			
		410	306	246	203	152			
	1600	409	305	245	202	151			
		410	307	246	204	153			
	2500	410	306	246	203	152			
		411	308	247	205	154	—	—	—

Сечение ка- беля, мм ²	Мощность трансформа- тора, кВ·А	Номинальный ток плавкой вставки предохранителя или расцепителя автомата с обратной зависимой от тока характеристикой, А							
		30	40	50	60	80	100	120	150
3×35+1×16	63	605	423	315	241	150	96	59	—
	100	651	469	361	287	196	142	105	
	160	680	498	390	316	225	171	134	
	250	697	515	407	333	242	188	151	
	400	709	527	419	345	254	200	163	
		722	540	432	358	267	213	176	
	630	715	533	426	351	260	206	169	
		724	542	434	360	269	215	178	
	1000	720	538	431	356	265	211	174	
		725	543	435	361	270	216	179	
	1600	724	542	435	360	269	215	175	
		726	544	436	362	271	217	180	
	2500	725	543	436	361	270	216	179	
		727	545	437	363	272	218	181	
3×50+1×25	63	—	638	476	364	227	145	89	34
	100		708	546	434	297	215	159	104
	160		751	589	477	340	258	202	147
	250		777	615	503	366	284	228	173
	400		795	633	521	384	302	246	191
			815	653	541	404	322	266	211
	630		804	642	530	393	311	255	200
			818	656	544	407	325	269	214
	1000		812	650	538	401	319	263	208
			820	658	546	409	327	271	216
	1600		816	654	542	405	323	267	212
			822	660	548	411	329	273	218
	2500		818	656	544	407	325	269	214
			823	661	549	412	330	274	219
3×95+1×35	63	—	—	—	557	348	222	137	53
	100				662	453	327	242	158
	160				729	520	394	309	225
	250				769	560	434	349	265
	400				796	587	461	376	292
					828	619	493	408	324
	630				811	602	476	391	307
					831	622	496	411	327

Сечение ка- беля, мм ²	Мощность трансформа- тора, кВ·А	Номинальный ток плавкой вставки предохранителя или расцепителя автомата с обратно зависимой от тока характеристикой, А								
		30	40	50	60	80	100	120	150	
3×95+1×35	1000				822 834	613 625	487 499	402 414	318 330	
	1600	—	—	—	828 837	619 628	493 502	408 417	324 333	
	2500				832 838	623 629	497 503	412 418	328 334	
	63					374 487	238 351	147 260	57 170	
	100	—	—	—	—	559	423	332	242	
	160					602	466	375	285	
3×120+1×35	250					631	495	404	314	
	400					664	528	437	347	
	630					647	511	420	330	
	1000	—	—	—	—	669	533	442	352	
	1600					659	523	432	342	
	2500					673	537	446	356	
	63					666	530	439	349	
	100					676	540	449	359	
	160					669	533	442	352	
	2500					677	541	450	360	
	3×16	63	604	422	315	240	150			
		100	650	468	361	286	196			
160		678	496	389	314	224				
250		695	513	406	331	241				
400		707	525	418	343	253				
630		721	539	432	357	267				
1000		714	532	425	350	260	—	—	—	
1600		722	540	433	358	268				
2500		718	536	429	354	264				
63		723	541	434	359	269				
100		721	539	432	357	267				
160		724	542	435	360	270				
2500		722	540	433	358	268				
3×25		63	725	543	436	361	271			
100	—	576 639	430 493	328 391	205 268	131 194	81 144			

Сечение ка- беля, мм ²	Мощность трансформа- тора, кВ·А	Номинальный ток плавкой вставки предохранителя или расцепителя автомата с обратной зависимой от тока характеристикой, А							
		30	40	50	60	80	100	120	150
3×25	160	—	678	532	430	307	233	183	—
	250		701	555	453	330	256	206	
			717	571	469	346	272	222	
	400		736	590	488	365	291	241	
			726	580	478	355	281	231	
	630		737	591	489	366	292	242	
			733	587	485	362	288	238	
	1000		739	593	491	368	294	244	
			737	591	489	366	292	242	
	1600		741	595	493	370	296	246	
			739	593	491	368	294	244	
	2500		742	596	494	371	297	247	
3×50	63	—	—	—	569	355	228	140	54
	100				677	463	336	248	162
	160				745		404	316	230
	250				786	572	443	357	271
					815	600	471	385	299
	400				846	631	502	416	330
					830	615	486	400	314
	630				850	635	506	420	334
					841	626	497	411	325
	1000				854	639	510	424	338
					487	632	503	417	331
	1600				856	641	512	426	340
					850	635	505	420	334
	2500				857	642	513	427	341

Примечание. Значения допустимых длин линий, присоединенных к трансформатору одной мощности, в числителе соответствуют схеме соединения Y/Y_0 , в знаменателе — схеме Δ/Y_0 .

Таблица 31. Операции технического обслуживания
и периодичность осмотров кабельных линий

Операция	Периодичность	Пояснение
Осмотр трассы кабель- ных линий, проложенных в земле	По местной инструк- ции, но не реже 1 раза в 3 мес	Каждая кабельная линия должна иметь паспорт, со- державший ее технические данные

Операция	Периодичность	Пояснение
Осмотр концевых муфт	Не реже 1 раза в 6 мес	Для линий напряжением выше 1000 В
	Не реже 1 раза в год	Для линий напряжением до 1000 В
Осмотр кабельных колодцев	2 раза в год	Обнаруженные при осмотрах неисправности заносят в журнал дефектов и неполадок для последующего устранения
Осмотр кабельных линий инженерно-техническим персоналом	По местным инструкциям	
Осмотр туннелей, шахт и каналов на подстанциях		

Таблица 32, Профилактические измерения в кабельных линиях

Операция	Контролируемые параметры	Пояснение
Измерение блуждающих токов	Потенциалы и токи на оболочках кабелей в контрольных точках	Опасными считают токи на участках линий в анодных и знакопеременных зонах, если токи утечки в землю больше 0,15 мА/дм ²
Определение химической коррозии	Коррозионная активность грунтов и естественных вод	Оценку производят при повреждении кабелей коррозией и отсутствии сведений о коррозионных условиях трассы
Измерения токовых нагрузок и напряжений	Ток и напряжение (см. табл. 24, 25 и 26)	Измерения производят 2 раза в год, в том числе 1 раз в период максимума
Контроль нагрева кабелей на участках трассы, где имеется опасность их перегрева	Температура	Измерения производят по местным инструкциям (см. табл. 27)
Испытание кабелей на напряжение 3—6 кВ с резиновой изоляцией	—	Не реже 1 раза в год

Таблица 33. Действие кислот, газов и щелочей на материалы, употребляемые в электрооборудовании

Материал	Кислоты								Хлор Cl ₂	Щелочь M(OH) ₄	Аммиак NH ₃
	Соляная HCl		Азотная HNO ₃		Серная H ₂ SO ₄		Плавиковая HF	Уксусная C ₂ H ₄ O ₂			
	5%	50%	5%	50%	5%	50%		5%	50%		
Медь	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Алюминий	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Свинец	●	●	●	●	○	○	●	●	●	●	●
Олово	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○
Никель	●	●	●	●	●	●	○	●	●	○	●
Бронза	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●
Латунь	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○
Железо	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Х/б. ткань	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○
Фарфор	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○
Вулканизированная резина	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○

● Неустойчивость

● Малая устойчивость

● Средняя устойчивость

● Достаточная устойчивость

○ Полная устойчивость

§ 11. Обслуживание силовых трансформаторов

Трансформаторы (рис. 19) служат для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения той же частоты.

Трансформаторы различают по следующим признакам:

числу фаз — на однофазные и трехфазные;

числу обмоток — на двухобмоточные и трехобмоточные (на одну фазу);

типу магнитопровода — на стержневые и броневые;

способу охлаждения — на сухие (с воздушным охлаждением), масляные, совтоловые;

системе охлаждения — с масляным дутьевым охлаждением и естественной циркуляцией масла, масляным дутьевым охлаждением и принудительной циркуляцией масла; с масляно-водяным радиатором и естественной циркуляцией масла, с масляно-водяным радиатором и принудительной циркуляцией обоих сред.

В зависимости от мощности и напряжения трансформаторы разделяются на семь габаритов. Электромашины промышленных предприятий в основном обслуживают трансформаторы I—III габаритов напряжением до 10 кВ (табл. 34).

Для всех отечественных и импортных трансформаторов и автотрансформаторов в зависимости от условий эксплуатации могут быть допущены аварийные и нормальные перегрузки. При перегрузках нельзя переключать ответвления трансформаторов с регулировкой напряжения под нагрузкой в тех случаях, когда это оговорено ТУ завода-изготовителя. Аварийные перегрузки допускаются в исключительных случаях при выходе из строя одного из работающих трансформаторов (автотрансформаторов) и отсутствии резерва (табл. 35).

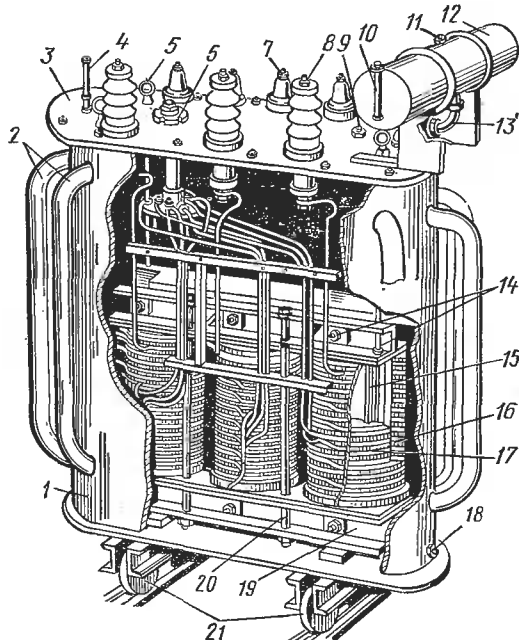


Рис. 19. Силовой трехфазный масляный трансформатор:

1 — бак, 2 — циркуляционные трубы, 3 — крышка, 4 — термометр, 5 — подъемное кольцо, 6 — регулятор напряжения, 7, 8 — вводы обмоток НН и ВН, 9 — пробка отверстия для заливки масла, 10 — маслоуказатель, 11 — пробка расширителя, 12 — расширитель, 13 — патрубок, 14 — горизонтальные шпильки, 15 — магнитопровод, 16, 17 — обмотки НН и ВН, 18 — маслоспускная пробка, 19 — яровая балка, 20 — вертикальная стяжная шпилька, 21 — катки

Таблица 34. Характеристика силовых масляных трансформаторов

Габарит	Напряжение, кВ	Мощность, кВ·А
I	6—10	16, 25, 40, 63, 100
II	До 35	125, 160, 250, 400, 630
III	35	1000, 1600, 2500, 4000, 6300

Таблица 35. Допустимые аварийные перегрузки трансформаторов

Нагрузка от номинальной по току в долях	Допустимая продолжительность аварийной перегрузки, мин		
	масляные трансформаторы при		сухие трансформаторы при внутренней установке
	наружной установке	внутренней установке	
1,1	—	—	75
1,2	—	—	60
1,3	120	60	45
1,4	90	45	32
1,5	70	20	18
1,6	45	15	5
1,75	20	8	—
2,0	10	4	—

При наличии складского или передвижного резерва масляных трансформаторов допускается в аварийных режимах перегрузка трансформаторов до 40% на время не более 5 ч в сутки в течение не более 5 сут. При этом коэффициент заполнения суточного графика нагрузки трансформатора в условиях его перегрузки должен быть не более 0,75.

Если максимум типового (среднего) графика нагрузки в летнее время меньше номинальной мощности трансформатора, то в зимние месяцы допускается перегрузка трансформаторов в размере 1% на каждый процент недогрузки летом, но не более 15%.

Сведения о периодичности осмотров и операциях, выполняемых дежурным электромонтером по техническому обслуживанию силовых трансформаторов, приведены в табл. 36.

Таблица 36. Операции технического обслуживания и периодичность осмотров силовых трансформаторов

Операция	Периодичность	Пояснение
<p>Проверка: показаний термометров и мановакуумметров; состояния кожухов трансформаторов; отсутствия течи масла; наличия масла в маслонаполненных вводах; соответствия уровня масла в расширителе температурной отметке; состояния изоляторов, маслоохладяющих и маслооборных устройств, ошиновки и кабелей; отсутствия нагрева контактных соединений; исправности пробивных предохранителей и сигнализации; состояния сети заземления трансформаторного помещения</p>	<p><i>Осмотры без отключения трансформаторов</i></p> <p>1 раз в сутки в установках с постоянным дежурным персоналом</p> <p>Не реже 1 раза в месяц — в установках без постоянного дежурного персонала</p> <p>Не реже 1 раза в 6 мес — на трансформаторных пунктах</p> <p><i>Внеочередные осмотры</i></p> <p>При резком изменении температуры наружного воздуха</p> <p>При каждом отключении трансформатора от действия газовой или дифференциальной защиты</p> <p><i>Испытание трансформаторного масла, находящегося в эксплуатации</i></p> <p>Не реже 1 раза в 3 года — для трансформаторов с термосифонными фильтрами</p> <p>1 раз в год — без термосифонных фильтров</p> <p>После капитальных ремонтов</p>	<p>Допускается длительное превышение напряжения: на 5%, соответствующее данному ответвлению, на 10% — при нагрузке 25% от номинальной; при номинальной нагрузке — до 6 ч в сутки</p>

Трансформаторы устанавливаются на подстанциях. По организации оперативного обслуживания различают подстанции с постоянным и без постоянного дежурного персонала. Способ обслуживания для каждой подстанции определяет Главный энергетик завода в зависимости от значения подстанции в схеме электроснабжения, категорий питающихся от нее потребителей и количества оперативных переключений.

Оперативное обслуживание подстанций без постоянного дежурного персонала возлагается на оперативно-ремонтный персонал. Этому персоналу присваиваются права и обязанности дежурного персонала в отношении оперативной работы, осмотра электроустановок, подготовки рабочего места и допуска ремонтных бригад к работе.

На подстанциях с постоянным дежурным персоналом дежурят не менее двух человек в смену. Старший дежурный во время своего дежурства отвечает за правильное обслуживание и безаварийную работу всего электрооборудования подстанции.

§ 12. Обслуживание комплектных трансформаторных подстанций

Комплектная трансформаторная подстанция (КТП)— это электрическая установка, предназначенная для приема, преобразования и распределения электроэнергии, трехфазного тока. Она состоит из одного или двух трансформаторов, устройства высшего напряжения (УВН) с коммутационной аппаратурой, комплектного РУ со стороны низшего напряжения (РУНН) и служит для распределения электроэнергии между отдельными электроприемниками или группами электроприемников в цехе (рис. 20).

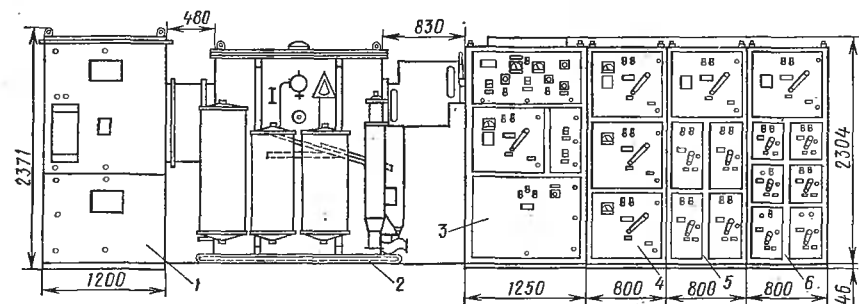


Рис. 20. Комплектная трансформаторная подстанция:

1, 3 — вводные шкафы УВН и РУНН, 2 — трансформатор, 4—6 — шкафы РУНН на 3, 4, 6 присоединений

Шкафы РУНН делятся на вводные, линейные и секционные.

Конструкция КТП позволяет заменять силовой трансформатор без демонтажа устройства УВН и РУНН.

При эксплуатации автоматов РУНН применяют специальную транспортную тележку, которая обеспечивает удобство установки (снятия) автоматических выключателей АВМ и «Электрон».

Действующие технические условия на КТП с герметичными масляными трансформаторами и транспортную тележку приведены в табл. 37.

Таблица 37. ТУ на КТП и транспортную тележку

Наименование	ТУ	Завод-изготовитель
КТП-М с трансформаторами мощностью 630—1600 кВ·А на напряжение 10(6)/0,4 кВ, одно- и двухтрансформаторные	ТУ 16.530.122—72	Чирчикский трансформаторный завод (ЧТЗ)
КТП-М-630ТЗ — КТП-М-1600ТЗ мощностью 630, 1000 и 1600 кВ·А на напряжение 11(6,6)/0,4 кВ, одно- и двухтрансформаторные	ТУ 16.530.155—73	То же

Наименование	ТУ	Завод-изготовитель
КТП с трансформаторами мощностью 2500 кВ·А на напряжение 10(6)/0,4 кВ, одно- и двухтрансформаторные	ТУ 16.530.136—72	Чирчикский трансформаторный завод (ЧТЗ)
КТП-У с трансформаторами ТНЗ мощностью 630, 1000 кВ·А и ТМЗ мощностью 1000 кВ·А на напряжение 10(6)/0,4 кВ, одно- и двухтрансформаторные	ТУ 16.530.066—71	То же
КТП-П с трансформаторами ТМЗ мощностью 630—1000 кВ·А и РУНН на автоматах на напряжение 10(6)/0,4 кВ одно- и двухтрансформаторные	ТУ 16.530.104—66	Хмельницкий завод трансформаторных подстанций (ХЗТП)
КТП с трансформаторами внутренней и наружной установки мощностью 400 кВ·А на напряжение 10(6)/0,4 кВ, одно- и двухтрансформаторные	ТУ 16.530.027—67	То же
КТП с трансформаторами ТМЗ мощностью 160—400 кВ·А на напряжение 10(6)/0,4 кВ, одно- и двухтрансформаторные	ТУ 16.530.173—74	Биробиджанский завод силовых трансформаторов
Тележка для транспортировки автомата	ТУ 16.739.062—76	ЧТЗ

В трансформаторах КТП обмотка с магнитопроводом помещается в сварной бак, изготовленный из листовой стали прямоугольной формы. Бак снабжен крюками для подъема смонтированного и заполненного трансформатора. Масса трансформатора и количество масла в нем в зависимости от мощности приведены в табл. 38.

Таблица 38. Технические данные КТП

Трансформатор	Масса, кг		Трансформатор	Масса, кг	
	трансформатора	масла		трансформатора	масла
ТМЗ-400*	1900	530	ТМЗ-1000/10—71У1**	4320	1050
ТМЗ-630*	2850	750	ТМЗ-1600/10—71**	6450	1650
ТМЗ-1000*	4600	1300	ТМЗ-2500/10—75У1**	9000	2440
ТМЗ-630/10—71**	2605	625	ТМЗ-2500/10—75У3**	9000	2440

* Изготовитель — ХЗТП.

** Изготовитель — ЧТЗ.

При радиальном питании КТП кабельными линиями от распределительного пункта 6—10 кВ по схеме блок — линия — трансформатор допускается глухое присоединение к трансформатору. Исключение составляют случаи питания от распределительного пункта 6—10 кВ, находящегося в ведении электрика другого цеха или другой эксплуатирующей организации, в этом случае устанавливается отключающий аппарат в шкафу УВН.

Установка шкафа УВН с отключающей и заземляющей аппаратурой перед трансформатором КТП при магистральной схеме питания обязательна.

При мощности трансформаторов 1000—1600 кВ·А к одной магистрали следует присоединять две-три КТП, при меньших мощностях — три-четыре.

Комплектные трансформаторные подстанции с трансформаторами мощностью 2500 кВ·А необходимо питать по радиальной схеме, так как при магистральной с двумя трансформаторами трудно выполнить селективную защиту на питающей линии.

Внутрицеховые подстанции, как правило, размещают на первом этаже в основных и вспомогательных помещениях производств, которые по противопожарным требованиям отнесены к категории Г или Д согласно СНиП.

По способу компоновки КТП выполняют пристроенными, отдельно стоящими и внутрицеховыми (открытыми и закрытыми).

Пристроенной называют подстанцию, непосредственно примыкающую к основному зданию и имеющую с ним только одну общую стену. В этом случае трансформатор и другие части КТП можно выкатывать из помещения подстанции наружу и в цех или другие помещения этого здания.

Отдельно стоящей называют подстанцию, расположенную на определенном расстоянии от других зданий и сооружений. Расстояние от такой подстанции до производственного здания на промышленных предприятиях должно быть не менее 7 м при I и II степени его огнестойкости; 9 м — при III и 10 м при IV и V.

Внутрицеховой называют подстанцию, расположенную открыто или в отдельном закрытом помещении в цехе внутри производственного здания, причем доступ к оборудованию КТП осуществляется из того же или другого помещения этого здания.

Для внутрицеховых закрытых КТП все ограждающие конструкции должны быть выполнены из негорючих материалов с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч. Помещения КТП имеют двери без порогов, которые открываются в другие помещения или наружу и имеют самозапирающиеся замки, открываемые без ключа с внутренней стороны, и, как правило, без окон. Внутренняя часть помещения должна быть окрашена в светлые тона.

Для устранения возможности попадания животных и птиц отверстия в наружных стенах закрытых КТП должны иметь сетки с ячейками размером 10×10 мм.

В помещениях КТП с маслонаполненным трансформатором ворота и двери предусматриваются со степенью огнестойкости не менее 0,6 ч. Ворота должны быть двустворчатыми, открывающимися наружу на угол 180° , и при ширине их створки более 1,5 м снабжаться калиткой, если они используются как второй выход для персонала. Габаритные размеры ворот должны превышать на 200—350 мм размеры трансформатора или другого крупноблочного оборудования. Вместо ворот допускаются монтажные проемы в стенах для выкатки трансформаторов и другого электрооборудования. Если над дверью, воротами или выходным вентиляционным отверстием в помещении КТП имеется наружное окно, под ним по всей ширине двери предусматривается негорючий козырек с вылетом 0,7 м. Длина козырька должна быть больше ширины двери не менее чем на 0,8 м в каждую сторону. При расположении окна на высоте более 4 м козырек не требуется.

При техническом обслуживании комплектных трансформаторных подстанций основным оборудованием, за которым нужно вести регулярное наблюдение и уход, являются силовые трансформаторы и коммутационная аппаратура распределительных щитов.

Завод-изготовитель несет ответственность за исправную работу КТП в течение 12 мес со дня ввода их в эксплуатацию, но не более 24 мес со дня отгрузки при условии соблюдения правил хранения, транспортировки и обслуживания.

Токи нагрузок при нормальной эксплуатации не должны превышать значений, указанных в заводских инструкциях. Ток в нейтрали у сухих трансформаторов не должен превышать 25% номинального тока фазы. В подстанциях с двумя резервирующими друг друга трансформаторами эксплуатационная нагрузка каждого трансформатора не должна превышать 80% номинальной. При

аварийном режиме допускается перегрузка линий, отходящих от распределительных щитов, КТП, при защите их автоматами с комбинированными расцепителями.

Кроме показаний приборов о нагрузке герметизированных трансформаторов типа ТНЗ и ТМЗ судят по давлению внутри бака, которое при нормальной нагрузке не должно превышать 50 кПа по показанию мановакуумметра. При давлении 60 кПа срабатывает реле давления, выдавливая стеклянную диафрагму; при этом давление понижается до нуля. Резкое снижение внутреннего давления происходит и при потере герметичности трансформатора.

Если давление упало до нуля, проверяют целостность диафрагмы. Если она разбита, трансформатор отключают, выясняют причину, приведшую к срабатыванию реле давления, и при отсутствии повреждения (т. е. реле сработало от перегрузки) устанавливают новую диафрагму и включают трансформатор под пониженную нагрузку. На герметизированных трансформаторах для контроля температуры в верхних слоях софтола или масла установлены термометрические сигнализаторы с действием на световой или звуковой сигнал при перегреве.

У трансформаторов, снабженных термосифонными фильтрами, во время эксплуатации контролируют нормальную циркуляцию масла через фильтр по нагреву верхней части его кожуха. Если в пробе масла обнаруживают загрязненность, фильтр перезаряжают. Для этого фильтр разбирают, очищают внутреннюю поверхность от грязи, шлама и промывают чистым сухим маслом. При необходимости заменяют сорбент. Сорбент, полученный в герметической таре, можно применять без сушки.

Контроль за осушителем сводится к наблюдению за цветом индикаторного силикагеля. Если большая часть его окрашивается в розовый цвет, весь силикагель осушителя заменяют или восстанавливают нагревом его при 450—500°C в течение 2 ч, индикаторный силикагель — нагревом при 120°C до тех пор, пока вся масса не окрасится в голубой цвет (приблизительно через 15 ч).

Удаление шлама и оксидной пленки с контактной системы переключателя ступеней рекомендуется производить не реже 1 раза в год прокручиванием переключателя до 15—20 раз по часовой и против часовой стрелки.

Периодичность осмотров КТП устанавливается службой отдела Главного энергетика в зависимости от условий работы подстанции, интенсивности работы коммутационной аппаратуры распределительного щита, температуры окружающей среды, запыленности и т. п. Для механических цехов длительность промежутков между осмотрами 6 мес. Осмотр КТП производится при полностью снятом напряжении на вводе и отходящих линиях. При осмотрах проводят чистку от пыли и грязи всех устройств подстанции, проверяют болтовые соединения. При обнаружении обгораний контактные поверхности зачищают и восстанавливают антикоррозийное металлопокрытие.

§ 13. Обслуживание электродвигателей

Наиболее широкое распространение на промышленных предприятиях для привода различных технологических механизмов получили асинхронные электродвигатели (рис. 21).

Асинхронным называется электрический двигатель переменного тока, частота вращения n_2 ротора которого меньше частоты n_1 вращающегося поля статора. Отставание $S = 100(n_1 - n_2)/n_1$ выражается в процентах и называется скольжением.

При работе электромонтеру иногда приходится подбирать электродвигатель для различных технологических установок. В этом случае можно воспользоваться приведенными ниже рекомендациями.

Мощности P , кВт, электродвигателей для привода некоторых механизмов продолжительного режима работы при постоянной нагрузке вычисляют по следующим формулам:

1. Металлорежущие станки:

$$P = P_p v / 102 \cdot 60 \eta_{ст},$$

где $P_p = K_p \cdot F$ — сопротивление резанию, F — площадь сечения стружки, мм²; K_p — коэффициент резания — удельное сопротивление резанию, кГ/мм², — зави-

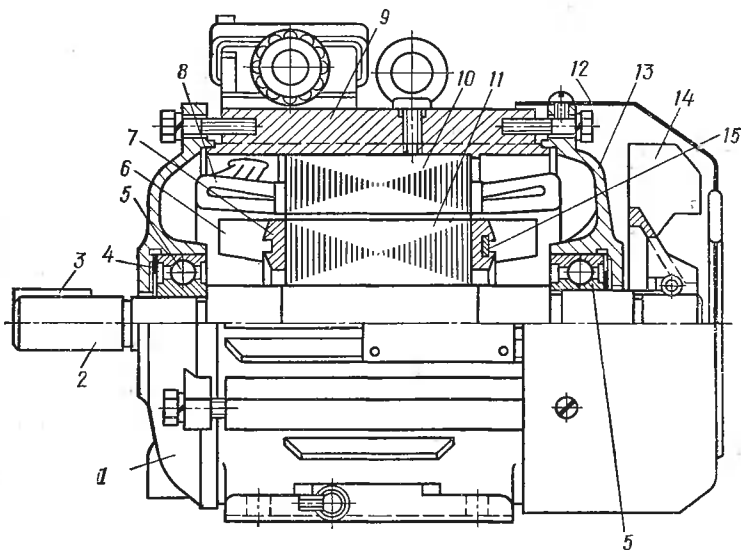


Рис. 21. Асинхронный электродвигатель единой серии 4А:

1, 13 — передний и задний щиты, 2 — вал, 3 — шпонка, 4 — установочная пружина, 5 — подшипник, 6 — крыльчатка, 7 — короткозамыкающее кольцо, 8 — лобовая часть обмотки статора, 9 — станина, 10, 11 — сердечники статора и ротора, 12 — кожух вентилятора, 14 — вентилятор, 15 — балансировочный грузик

сит от сопротивления разрыву $E_{\text{разр}}$; v — скорость резания, м/мин; $\eta_{\text{ст}}$ — КПД станка при полной нагрузке (для строгальных и долбежных станков $\eta_{\text{ст}}$ можно принять равным 0,6, а для токарных, сверлильных и фрезерных станков — 0,7).

2. Насосы:

$$P = QH\gamma K / 102 \cdot \eta_{\text{нас}} \eta_{\text{пер}},$$

где Q — количество нагнетаемой жидкости, м³/с; H — полная высота напора (напор всасывания плюс напор нагнетания, плюс потери напора в системе), м; $\eta_{\text{нас}}$, $\eta_{\text{пер}}$ — КПД насоса (соответствующий расчетному) и передачи; γ — удельная масса жидкости, кг/м³; K — коэффициент запаса, учитывающий возможные перегрузки.

3. Грузоподъемные машины:

а) для механизмов подъема

$$P = (G_1 + G_2) v / 102 \eta_{\text{мех}},$$

где G_1 , G_2 — массы поднимаемого груза и захватывающего приспособления, кг; v — скорость подъема, м/с; $\eta_{\text{мех}}$ — КПД механизма.

Найденную мощность проверяют по режиму пуска. Для этого определяют массу поднимаемого груза $m = (G_1 + G_2) / q$, где q — ускорение силы тяжести, м/с².

Задаваясь временем разгона t , находят ускорение, м/с²:

$$q = v / 60t.$$

Сила F , необходимая для создания этого ускорения, равна ma , а мощность соответствующая этой силе, кВт:

$$P_{\text{дин}} = F v / 102 \cdot 60 \eta_{\text{м}}.$$

Взяв отношение $\lambda = (P + P_{\text{дин}})/P$, по каталогу определяют допустимость перегрузки для намечаемого электродвигателя. Если перегрузка велика, мощность электродвигателя выбирают по условию

$$P \geq (P + P_{\text{дин}})/\lambda,$$

где $\lambda = M_{\text{нач}}/M_{\text{н}}$ намечаемого электродвигателя;

б) для механизмов передвижения

$$P = K \frac{(G_1 + G_2) \left(S + \mu \frac{d_{\text{ц}}}{2} \right) v}{102 \cdot R \eta_{\text{м}}},$$

где G_1, G_2 — массы перемещаемого груза и тележки (или моста), кг; v — скорость перемещения, м/с; R — радиус бегунка, см; $d_{\text{ц}}$ — диаметр цапфы, см; μ — коэффициент трения скольжения, равный 0,10; S — коэффициент трения качения (для обкатанных колес $S=0,05$, а для необкатанных — 0,10); $\eta_{\text{м}}$ — КПД механизма; K — коэффициент, учитывающий дополнительные сопротивления движению от трения.

Полученную по этой формуле мощность электродвигателя необходимо проверить по режиму пуска (см. п. 3).

4. Механизмы непрерывного транспорта:

а) для ленточных транспортеров

$$P = \left(\frac{AL_1 v}{1,5} + \frac{BL_2 v}{300} + \frac{QH}{270} + C \right) \frac{0,736 \cdot K_1 K_2}{\eta_{\text{т}}},$$

где A и B — коэффициенты холостого хода лент и груза; v — скорость, м/с; C — коэффициент на сбрасыватель; L_1, L_2 — длины транспортера между барабанами и перемещения груза, м; Q — производительность транспортера, т/ч; H — высота подъема груза, м; K_1 — коэффициент, учитывающий добавочные потери в зависимости от длины транспортера (при длине транспортера до 15, 30, 45 и выше 45 м K_1 принимают равным соответственно 1,2; 1,1; 1,05 и 1); K_2 — коэффициент, учитывающий увеличенное сопротивление при пуске (принимается в пределах 1,25÷1,50); $\eta_{\text{т}}$ — КПД транспортера.

Значения коэффициентов A, B и C в зависимости от ширины ленты, приведенные в табл. 39, относятся к подшипникам скольжения; для подшипников качения их следует уменьшить вдвое. При сбрасывателе, имеющем форму волиореза, коэффициент C также уменьшают вдвое.

Мощность электродвигателя для горизонтальных транспортеров можно приближенно рассчитать по формуле

$$P = GvL/367 \cdot \eta_{\text{т}},$$

где G — производительность, т/ч; L — рабочая длина, м; μ — коэффициент трения в подшипниках, равный 0,1 для подшипников скольжения и 0,01÷0,5 — для шариковых подшипников; $\eta_{\text{т}}$ — КПД транспортера.

Таблица 39. Зависимость коэффициентов A, B и C от ширины ленты

Коэффициент	Ширина ленты, мм							
	350—450	500	600	750	900	1050	1200	1500
A	0,026	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10
B	0,14	0,13	0,12	0,11	0,1	0,1	0,1	0,09
C	1,5	1,5	1,75	2,5	3	4	5	7

б) для скребковых транспортеров и винтовых конвейеров (шнеков)

$$P = G (LW_c + H)/367,$$

где G — производительность, т/ч; L — длина горизонтальной проекции конвейера, м; H — высота подъема, м; W_c — коэффициент сопротивления транспортируемого материала движению ходовой части или груза по желобу.

Значения коэффициента для скребковых транспортеров при малоабразивном материале приведены в табл. 40.

Таблица 40. Значения коэффициента W_c

Производительность, т/ч	Транспортер		Производительность, т/ч	Транспортер	
	с роликowymi цепями	со скользящими цепями		с роликowymi цепями	со скользящими цепями
4,5	2,5	4,20	27	1,10	1,90
9	1,70	3,00	36	1,05	1,70
18	1,30	2,25	45	0,97	1,60

Для винтовых конвейеров (шнеков) средние значения W_c в зависимости от характеристики материала принимаются равными:

Неабразивный	1,86 — 2,0
Малоабразивный	2,5
Абразивный (гравий, песок, цемент)	3,2
Сильно абразивные и липкие материалы (зола, известь, сера, формовочная земля)	4

Мощность, кВт, электродвигателей для черпаковых транспортеров можно приближенно определить по формуле

$$P = GH/367 \cdot \eta_t,$$

где G — производительность, т/ч; H — высота подъема, м; η_t — КПД транспортера.

5. Дробильно-сортировочные машины:

а) для челюстных (щековых) дробилок

$$P = b\delta^2 (D^2 - d^2) n/234 \cdot 10^4 \cdot E \eta_{др},$$

где b — длина рабочего пространства зева дробилки, см; δ — разрушающее напряжение, кг/см² (для железной руды 800÷1200, медной — 1100÷2600; среднее значение равно 1500); D, d — диаметры предназначенного для дробления и выходящего из дробилки материалов, см; n — число двойных качаний щеки дробилки в 1 мин; E — модуль упругости материала, в среднем равный 45 кг/см²; $\eta_{др}$ — КПД дробилки.

Практически челюстные дробилки требуют от 0,75 до 2 кВт на 1 м³/ч производительности;

б) для цилиндрических сортировок

$$P = 0,08 \cdot G,$$

где G — производительность, т/ч.

Электродвигатели, устанавливаемые в помещениях с нормальной средой, должны иметь открытое или защищенное исполнение. В местах, где возможно попадание пыли и других веществ, разрушающих изоляцию, применяют электродвигатели закрытого исполнения.

Электродвигатели, устанавливаемые на открытом воздухе, имеют закрытое или специальное исполнение, соответствующее условиям их работы, — устанавливаемые в помещениях, где возможно оседание на их обмотках пыли и дру-

гих веществ, нарушающих естественное охлаждение, — закрытое обдуваемое или продуваемое с подводом чистого воздуха исполнение.

Операции технического обслуживания и периодичность осмотров электродвигателей приведены в табл. 41.

Таблица 41. Операции технического обслуживания и периодичность осмотров электродвигателей

Операция	Периодичность	Пояснение
<p>Осмотры: электродвигателей, находящихся в эксплуатации; систем их управления и защиты. Надзор за выполнением ПТЭ; инструкций заводоизготовителей; температурой подшипников, обмоток, корпуса; нагрузкой</p> <p>Отключение электродвигателей при: несчастном случае; появлении дыма или огня; вибрации выше допустимой; поломке приводимого механизма; перегреве подшипника; резком снижении частоты вращения</p>	<p>По графику, утвержденному Главным энергетиком предприятия. Ежедневно производят осмотр и проверку целостности заземления</p>	<p>При осмотре выполняют мелкий ремонт, не требующий специального останова электродвигателя</p>

Перед пуском вновь установленного электродвигателя очищают от мусора, пыли и грязи место, где он установлен; тщательно осматривают его доступные внутренние части, проверяют наличие в машине посторонних предметов; продувают электродвигатель сухим сжатым воздухом при давлении не выше 0,2 МПа. Далее: измеряют сопротивление изоляции; проверяют состояние наружных болтовых соединений; осматривают подводящие кабели и затяжку заземляющих болтов; проверяют соответствие напряжения сети напряжению, указанному на шитке электродвигателя; проворачивают ротор вручную; проверяют правильность сопряжения валов электродвигателя и приводимого механизма.

Центровка заключается в измерении зазоров a и b в четырех положениях валов, поворачиваемых ступенями на 90° . Разность зазоров a и b (рис. 22) в диаметрально противоположных положениях должна быть меньше допустимых отклонений, приведенных в табл. 42.

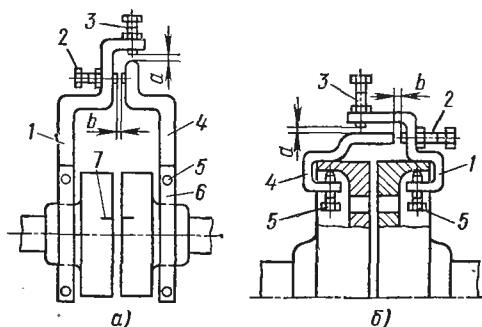


Рис. 22. Центровочные скобы:

a — центровка по втулкам полумуфт, b — центровка по ободам полумуфт; 1, 4 — скобы, 2, 3 — болты для измерения зазоров, 5 — крепежные болты, 6 — хомут, 7 — риски

После центровки валов сопрягаемых машин и механизмов затягивают фундаментные болты (ключами вручную до отказа), контролируют сохранность центровки и проверяют свободу вращения соединенного вала.

В электродвигателях мощностью до 100 кВт чаще применяют шариковые и роликовые подшипники (табл. 43), состояние смазки которых должно периодически контролироваться.

Смену смазки в подшипниках электрических машин (табл. 44 и 45) при нормальных условиях эксплуатации производят через 4000 ч работы, но не реже 1 раза в год, при работе в пыльной или влажной среде — чаще. Перед заполнением свежей смазкой подшипники тщательно промывают бензином.

При заполнении подшипниковых камер смазкой половиной ее объема следует закладывать непосредственно в подшипник, а остальную половину — в его крышки. Заполнение смазкой камер сверх указанных в табл. 44 количеств может вызвать перегрев подшипников, а также выброс смазки на лобовые части обмотки.

Таблица 42. Наибольшие допустимые отклонения центровки валов для различных муфт

Частота вращения, об/мин	Допустимые отклонения, мм, при диаметре муфт до 600 мм				
	жесткой (фланцевой)	упругой втулочно-пальцевой	упругой с пластинами из прорезиненной ткани	переменной жесткости с ленточными пружинами	зубчатой МЗН или МЗУ
3000	0,04	0,20	0,20	0,25	0,25
1500	0,04	0,30	0,30	0,40	0,40
750	0,04	0,40	0,40	0,50	0,50
500	0,04	0,50	0,50	0,60	0,60

Таблица 43. Шариковые и роликовые подшипники, применяемые в электродвигателях

Габарит электродвигателя	Вид электродвигателя по способу монтажа	Номер подшипника со стороны, противоположной приводу, при частоте вращения, об/мин		Номер подшипника со стороны привода при частоте вращения, об/мин	
		3000	1000, 1500	3000	1000, 1500
1	—	60 304		60 304	
2	M10	60 305		60 305	
3	M20	60 306		60 306	
4	M30	60 308		60 308	
5	—	60 309		60 309	
6	M10, M20	309	309*	309	2309к*
	M30				309*
7	M10, M20	311	311*	311	2311*
	M30				311*
8	M10, M20	314	314*	314	2314к**
	M30				314*
9	M10, M20	317	317**	317	2317к**
	M30				317к**

Примечание. Единая серия асинхронных двигателей А2 и АО2 мощностью от 0,6 до 100 кВт разделяет все двигатели на девять габаритов по размерам наружного диаметра сердечника статора; эта серия заменяется в настоящее время двигателями серий 4А и АИ.

* Подшипники этих же номеров применяют при частоте вращения 750 об/мин.

** Подшипники этих же номеров применяют при частоте вращения 600 и 750 об/мин.

Т а б л и ц а 44. Объем смазки для заполнения подшипников качения электрических машин

Габарит электродвигателя	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Объем смазки, закладываемой в подшипниковую камеру, см ³	7,5	11	16	27	41	65/80	75/110	140/220	220/315

Примечание. В числителе указан объем смазки для роликовых подшипников, в знаменателе — для шариковых.

Т а б л и ц а 45. Смазка для подшипников качения электрических машин

Сорт смазки	Температура каплепадения, °С	Область применения
Универсальная средне-плавкая УС-3	90	Для подшипников, работающих при пониженных нагрузках и скоростях при температуре не выше 75°С
Универсальная тугоплавкая: УТ-1 (консталин)	130	Для подшипников мощных электрических машин и машин с частотой вращения до 3000 об/мин (при температурах не выше 115°С для УТ-1 и 135°С — для УТ-2)
УТ-2	150	
Универсальная тугоплавкая водостойкая УТВ (смазка 1—13) и ЦИАТИМ-203	120	Для подшипников, работающих в условиях повышенной влажности при средних и выше средних нагрузках и температуре до 115°С

Для смены смазки в электродвигателях защищенного исполнения снимают крышку подшипника, промывают его, закладывают свежую порцию смазки, вновь устанавливают крышку в прежнее положение и закрепляют ее болтами.

В электродвигателях закрытого обдуваемого исполнения подшипник, расположенный со стороны вентилятора, менее доступен для наружного осмотра. Для смены смазки в этом подшипнике снимают защитный кожух вентилятора, наружный вентилятор и крышку подшипника.

Для смены смазки в подшипнике, расположенном со стороны контактных колец, у электродвигателей АОК2 4-го и 5-го габаритов необходимо: снять кожух контактных колец; вынуть щетки из обойм щеткодержателей; снять кожух вентилятора вместе с комплектом щеткодержателей; ослабить крепление вентилятора и защитной шайбы на валу, повернув на два-три оборота крепящий болт вентилятора и установочный винт защитной шайбы; сдвинуть вентилятор и защитную шайбу в сторону контактных колец; отвернуть болты подшипниковой крышки и сдвинуть ее на валу в сторону вентилятора; промыть подшипник и его крышку бензином и заложить смазку. При промывке и заполнении смазкой подшипников контактные кольца завертывают в бумагу, чтобы предохранить их от повреждений и загрязнений.

У электродвигателей АОК2 6-го габарита и выше при смене смазки в подшипнике со стороны, противоположной приводу, необходимо снять контактные кольца. Для этого надо отпаять соединительные хомуты выводных концов, вынуть из канавки вала стопорное кольцо и съемником снять контактные кольца, кожух вентилятора и вентилятор.

У электродвигателей АК2 при смене смазки в подшипнике со стороны, противоположной приводу, контактные кольца снимать не следует. Для смены смазки достаточно снять коробку с щеткодержателями и отвести подшипниковую крышку в сторону контактных колец.

Замену щеток у электродвигателей с фазовым ротором необходимо производить по мере их износа, руководствуясь данными, приведенными в табл. 46.

Таблица 46. Предельные значения износа щеток

Габарит электродвигателя	Размер щетки, мм	Марка щетки	Высота износившейся щетки (подлежащей замене), мм	Габарит электродвигателя	Размер щетки, мм	Марка щетки	Высота износившейся щетки (подлежащей замене), мм
4	8×12,5×25	МГ-4	12	7	12,5×25×40	МГ-6	20
5	10×16×25	МГ-4	12	8	12,5×25×40	МГ-4	20
6	10×20×32	МГ-2	18	9	12,5×25×40	МГ-4	20

Для обеспечения нормальной работы электродвигателя поддерживают напряжение на шинах питающей подстанции в пределах от 100 до 105% номинального. По производственным причинам допускается работа электродвигателя при отклонении напряжения от -5 до +10% номинального. В табл. 47 очерчены зоны колебаний напряжения, регламентируемые ПУЭ, т. е. меньше 1,5; 1,5—4 и более 4% (при составлении этой таблицы не учитывались потери напряжения от пусковых токов в шинопроводе и кабельных линиях).

Таблица 47. Колебание напряжения на шинах питающей подстанции, %, при частых пусках электродвигателей

Номинальная мощность двигателя, кВт	Мощность трансформатора, кВ·А								
	25	40	63	100	160	250	400	630	1000
0,6	1,5	0,9	0,6	0,3	0,2				
0,8	1,9	1,2	0,7	0,4	0,3				
1,1	2,4	1,5	1,0	0,6	0,4				
1,5	3,2	2,0	1,3	0,8	0,5	0,3			
2,2	4,4	2,8	1,8	1,1	0,7	0,4			
3,0	5,7	3,7	2,4	1,5	0,9	0,6	0,3		
4,1	7,1	4,6	3,0	1,9	1,2	0,7	0,4		
5,5	9,3	6,1	4,0	2,5	1,6	1,0	0,6	0,4	
7,5		7,9	5,3	3,3	2,4	1,4	0,8	0,6	0,4
10,0		10,3	6,9	4,4	2,8	1,8	1,1	0,8	0,5
13,0			8,6	5,5	3,6	2,3	1,4	1,0	0,6
17,0			10,9	7,1	4,6	3,0	1,8	1,4	0,8
22,0				8,8	5,8	3,8	2,3	1,8	1,1
30,0					7,5	5,0	3,0	2,3	1,5
40,0					9,7	6,5	4,0	3,1	1,9
55,0						8,5	5,3	4,1	2,6
75,0						11,3	7,1	5,6	3,6
100,0							9,2	7,3	4,7

Сведения о максимальной мощности короткозамкнутых электродвигателей, которые могут запускаться прямым подключением к различным источникам питания, приведены в табл. 48.

Таблица 48. Максимальная мощность короткозамкнутого электродвигателя, подключенного к различным источникам питания

Источник питания	Максимальная мощность электродвигателя
Трансформатор, питающий силовую сеть	20% мощности трансформатора при частых пусках, 30% — при редких
Трансформатор, питающий силовую и осветительную сети	4% мощности трансформатора при частых пусках, 8% — при редких
Электростанция малой мощности	12% мощности электростанции
Блок трансформатор-двигатель	До 80% мощности трансформатора
Высоковольтная сеть	Не более 3% мощности трехфазного короткого замыкания в точке присоединения электродвигателя

§ 14. Обслуживание РУ

Распределительным устройством (РУ) называется электроустановка, служащая для приема и распределения электроэнергии и содержащая коммутационные аппараты, устройства автоматики, защиты, измерительные приборы, соединительные, сборные шины и вспомогательные устройства. По напряжению РУ разделяют на устройства напряжением выше 1000 и до 1000 В.

Распределительные устройства выше 1000 В. Операции технического обслуживания и периодичность осмотров РУ напряжением выше 1000 В приведены в табл. 49. В настоящее время наиболее широкое распространение получили комплекты РУ (КРУ) напряжением 3—10 кВ заводского изготовления.

Эксплуатационный персонал, обслуживающий КРУ стационарного исполнения серий КСО-272, КСО-366, К-ХИ, КРУ2-1011, должен знать назначение от-

Таблица 49. Операции технического обслуживания и периодичность осмотров РУ напряжением выше 1000 В

Операция	Периодичность	Пояснение
Проверка: исправности дверей и окон; отсутствия течи в кровле и междуэтажных перекрытиях; исправности замков, средств безопасности, отопления, вентиляции, освещения, заземления; уровня и температуры масла в аппаратах, отсутствия течи в них; контактов, изоляции (трещины, загрязненность и т. п.), ошиновки	Без отключения РУ: 1 раз в сутки — на объектах с постоянным дежурным персоналом; не реже 1 раза в месяц — для обнаружения разрядов, коронирования в темноте и т. п.; не реже 1 раза в месяц — на объектах без постоянного дежурного персонала; не реже 1 раза в 6 мес — на РУ, совмещенных с трансформаторными подстанциями	В зависимости от местных условий (усиленное загрязнение, неблагоприятная погода) в открытых РУ должны быть: защитные средства и средства по оказанию первой помощи; инвентарь и противопожарные средства. Уборку помещений проводят с соблюдением ПТБ

дельных частей КРУ и их взаимодействие во время работы. При обслуживании КРУ необходимо руководствоваться не только ПТЭ и ПТБ, но и инструкциями на КРУ и установленное в них оборудование.

Во время осмотра обращают внимание на: состояние помещения (исправность дверей, вентиляции, отопления, запоров); исправность сети освещения и заземления; наличие средств безопасности; уровень масла в цилиндрах выключателей; состояние изоляции, приводов, механизмов блокировки разъединителей, первичных разъединяющих контактов, механизмов доводки; состояние контактных соединений; наличие смазки на трущихся частях механизмов; надежность соединения рядов зажимов, переходов вторичных цепей на двери; плотность затяжки контактных соединений вторичных цепей; действие кнопок местного управления выключателей.

Вся изоляция КРУ рассчитана на напряжение 10 кВ и при эксплуатации при 6 кВ имеет повышенную надежность. При эксплуатации КРУ запрещается отвинчивать съемные детали шкафа, поднимать и открывать автоматические шторки руками при наличии напряжения.

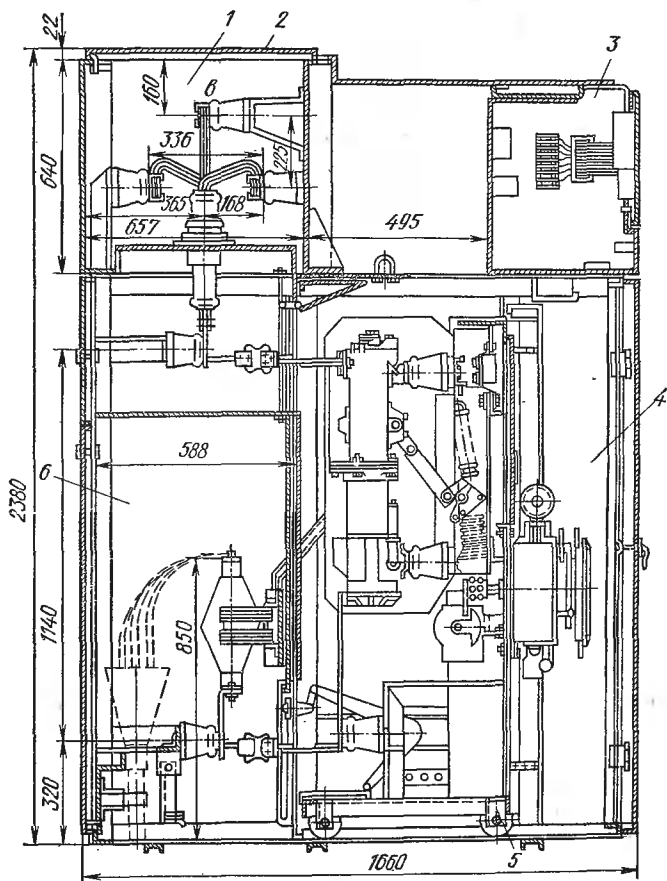


Рис. 23. Выкатные КРУ внутренней установки:

1 — шинный отсек, 2 — съемная крышка, 3 — релейный шкаф, 4 — отсек привода масляного выключателя, 5 — тележка, 6 — отсек трансформаторов тока и кабельных разделок

В выкатных КРУ (рис. 23) для проведения работ разъединителями, встроенными в КРУ, заземляют отходящую линию, отключают выключатель, устанавливают тележку 5 в ремонтное положение и проверяют нижние разъединяющие контакты на отсутствие напряжения. Далее включают заземляющий разъединитель и устанавливают тележку в испытательное положение (если нет необходимости вести работы внутри шкафа). Смену предохранителей в шкафу трансформатора собственных нужд производят при снятой нагрузке.

Выкатка тележки с выключателем и установка ее в рабочее положение являются операциями по отключению и включению присоединения; они производятся только лицами, выполняющими оперативные переключения или под их руководством. Установка тележки в рабочее положение возможна только при отключенном заземляющем разъединителе.

В шкафах КРУ, где связь вторичных цепей выкатной тележки с корпусом осуществляется штепсельным разъемом, для правильного расположения вставки по отношению к колодке ее устанавливают так, чтобы шпоночное соединение было со стороны фасада шкафа и против него. На вставке и колодке наносят риски красного цвета. При полном сочленении разъема соединительную гайку навинчивают до положения, когда остается один виток разъема. При этом штырь входит в гнездо примерно на 6 мм, чем обеспечивается надежное сочленение разъема. Эксплуатация оборудования шкафов КРУ производится в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей.

Отключение питающих линий на напряжение 3—10 кВ, отходящих от РУ, производится чаще всего масляными выключателями.

Решающим фактором теплового состояния масляного выключателя является абсолютная температура нагрева его элементов, выше которой нагрев не допускается. Поэтому с изменением температуры окружающей среды допустимые превышения температуры элементов выключателя, зависящие от токовой нагрузки, также изменяются.

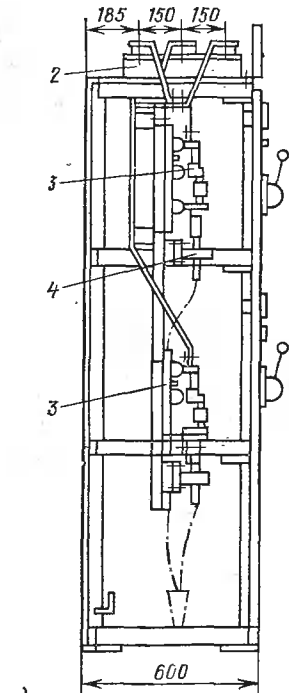
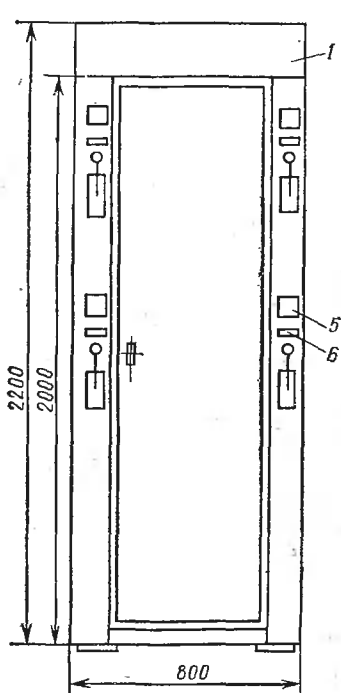
Для оптимального использования высоковольтных масляных выключателей можно пользоваться данными, приведенными в табл. 50.

Таблица 50. Длительно допустимый ток, А, нагрузки в зависимости от температуры окружающего воздуха

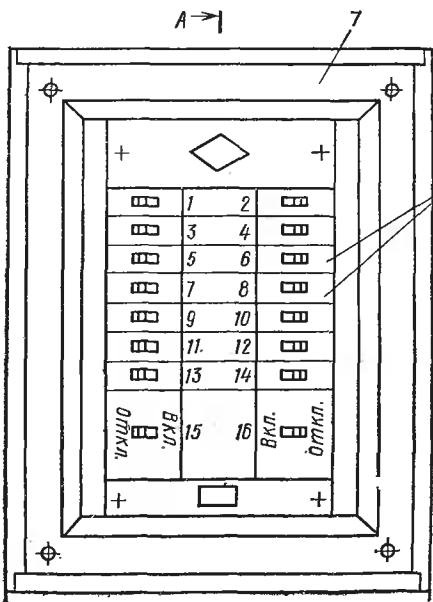
Температура окружающего воздуха, °С	Для выключателей								
	ВМГ-133-630	ВМГ-133-1000	ВМГ-10-630-20	ВМГ-10-1000-20	ВЭМ-6-2000-38,5	ВМП-10-630-20	ВМП-10-1000-200	ВМП-10-1500-20	ВМПЭ-11-2500-29
35	630	1000	630	1000	2000	960	1200	1500	3300
30	640	1000	640	1020	2040	980	1225	1530	3350
25	650	1000	650	1040	2080	995	1245	1560	3400
20	660	1000	665	1060	2120	1020	1270	1590	3460
15	670	1020	680	1080	2160	1040	1295	1620	3520
10	680	1040	695	1100	2200	1055	1320	1650	3590
5	690	1060	710	1125	2250	1080	1350	1685	3660
0	700	1080	725	1150	2300	1100	1380	1720	3740
-5	710	1110	740	1175	2350	1130	1410	1760	3820
-10	720	1135	755	1200	2400	1150	1440	1800	3910
-15	730	1160	770	1225	2450	1175	1470	1840	4000
-20	740	1185	790	1250	2500	1210	1510	1890	4100

Рис. 24. Комплектные РУ:

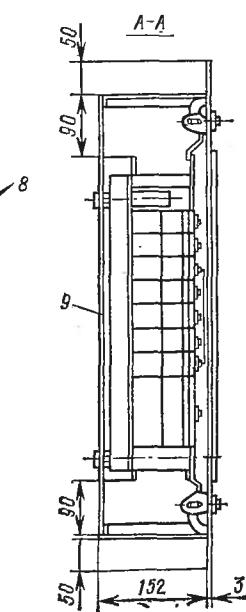
а — панель ЩО 70, б — щиток СУ-9400 с установочными автоматами; 1 — съемный карниз, 2 — траверса с изоляторами, 3 — рубильник с предохранителями на общей плите, 4 — трансформатор тока, 5 — амперметр, 6 — рамка для надписи, 7 — обрамление, 8 — автомат, 9 — корпус



a)



A → I



б)

Распределительные устройства до 1000 В. Широкое распространение в настоящее время получили РУ, выполненные из щитов одностороннего обслуживания ЩО70 (рис. 24, а). В номенклатуре ЩО70 имеются линейные, вводные, секционные, специальные и комбинированные панели. Стыковочные стороны панелей одинаковы. При комплектации панелей в щит свободные торцы его закрывают.

Кроме панелей ЩО70 применяют панели собственных нужд ПСН, силовые пункты с предохранителями СП и СПУ, распределительные пункты с автоматическими выключателями серии ПР-21 и ПР-9000, шкафы с автоматами «Электрон», силовые шкафы ШС, релейные шкафы ШР и др. Для осветительных установок специально изготавливают вводные шкафы ШВ, вводно-распределительные устройства ВРУ, щитки с установочными автоматами СУ-9400 (рис. 24, б) и различные групповые и этажные щитки. Набор аппаратуры панелей и шкафов разнообразен и отображен в стандартных сетках схем заполнения.

Важным этапом технического обслуживания РУ до 1000 В являются осмотр и проверка автоматических выключателей.

Установки тепловых элементов автоматов приведены в табл. 51.

Таблица 51. Уставки тепловых элементов автоматов

Кратность тока нагрузки по отношению к току уставки тепловой защиты	Время срабатывания тепловых элементов автоматов		
	A3124B	A3134B	A3144B
1,1	2 ч	3 ч	4 ч
1,45	Не более 1 ч		

Осмотр и устранение неисправностей универсальных автоматов производят в соответствии с рекомендациями, приведенными в табл. 52.

Таблица 52. Возможные неисправности универсальных автоматов и способы их устранения

Неисправность	Причина	Способ устранения
Автомат не поддается включению	Рычаги автомата во взведенном положении не располагаются на одной линии, что может произойти в результате смятия буфера или поломки его пружины	Если изменения кинематики вызваны не порчей, а лишь допустимым износом деталей, отрегулировать буфер, подложив шайбы под головку шипа, или сменить пружину
	Рычаги во взведенном положении располагаются на одной линии, но при включении они не устанавливаются. Это может быть при заедании рычагов или неправильном расположении валиков	Отрегулировать заход, если он велик. В месте соприкосновения рычага с упором сделать небольшое возвышение с двух сторон. Если заход мал, подпилить соответствующее место. После установки рычага на автомат проверить правильность регулировки
	При дистанционном управлении автомат включается и сразу отключается. Это может быть в результате малого захода зуба рычага за промежуточный валик или слабого нажатия пружины тормоза	Установить заход зуба за промежуточный валик 1,5—2 мм и проверить все пружины в механизме

Неисправность	Причина	Способ устранения
Автомат не включается электродвигательным приводом	В процессе включения при номинальном напряжении срабатывает минимальный расцепитель При нажатии на кнопку «Вкл» автомат не включает: не срабатывает реле блокировки диск не находится в исходном положении сгорел предохранитель в цепи электродвигательного привода износились контакты конечного выключателя сгорело дополнительное сопротивление	Проверить исправность катушки, целостность контакта в ее цепи, ослабить пружину и уменьшить зазор между якорем и сердечником — Установить диск в исходное положение Заменить предохранитель Заменить или отремонтировать контакты выключателя Заменить сопротивление
Автомат не отключается при перегрузках	Избыточное усилие на якоре максимального расцепителя с часовым механизмом недостаточно для того, чтобы повернуть отключающий валик	Установить заход зуба рычага на промежуточный валик в пределах 1,5÷2 мм, смазать ось валика, отрегулировать зазор между бойком и рычагом расцепителя часового механизма
Минимальный расцепитель не отключает автомат при исчезновении напряжения или его резком понижении	Якорь минимального расцепителя остается притянутым Слабое натяжение пружины минимального расцепителя Неправильное расположение рычагов на отключающей вилке	Увеличить зазор между якорем и сердечником Отрегулировать натяжение Исправить расположение рычагов на вилке

Установочные автоматы осматривают, сняв крышку, после каждого отключения мнм тока короткого замыкания, не ожидая очередного осмотра. Эти автоматы рассчитаны на работу без смены каких-либо частей. Крышку максимального расцепителя без необходимости снимать не следует. В расцепителе нельзя переставлять регулировочные винты, подгибать или подпиливать биметаллические элементы и т. п. При обычных условиях выключатель следует осматривать со съемом крышки 1 раз в 6 мес. Регулировочные данные контактов установочных автоматов приведены в табл. 53.

Таблица 53. Регулировочные данные контактов установочных аппаратов

Автомат	Конечное нажатие контактов, Н	Провал контактов, мм	Опережение разрыва вспомогательного контакта относительно главного, мм
A3120	Не менее 18	Не менее 2,5	—
A3130	Не менее 40	Не менее 2	—
A3140	Главных — не менее 80, резервных — не менее 50	Главных — не менее 2	Не менее 2

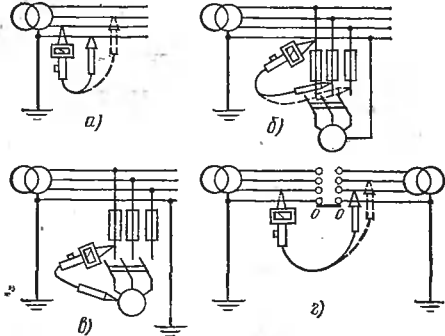


Рис. 25. Схема подключения индикатора напряжения ИН-92:

а — определение напряжения, б — проверка исправности защитного заземления, в — проверка исправности предохранителя, г — фазирование проводов

для двигателей старых серий, не приведенных в табл. 55, нужно соблюдать следующие требования.

Таблица 54. Операции технического обслуживания и периодичность осмотров РУ напряжением до 1000 В

Операция	Периодичность	Пояснение
<p>Осмотр и очистка от пыли и загрязнения РУ, щитов, сборок и щитков</p> <p>Проверка соответствия фактических условий работы аппаратов, приборов, проводов, шин и конструкций их номинальным техническим параметрам (току, напряжению, отключаемой мощности, частоте и т. п.)</p> <p>Проверка помещений (целостности пломб у счетчиков, нагревательных элементов у тепловых реле)</p> <p>Проверка исправности рукояток, замков, ручек, нагрева сопротивлений, контактов пусковой аппаратуры, надписей на щитах, панелях, щитках и пультах</p> <p>Регулировка ножей рубильников, контакторов реле</p> <p>Одновременно с испытаниями электропроводок силовых и осветительных сетей, присоединенных к этим РУ</p>	<p>Не реже 1 раза в 3 мес или в сроки, предусмотренные местной инструкцией</p> <p>Испытание изоляции РУ</p>	<p>Дежурный персонал при необходимости должен производить мелкий ремонт или замену вышедших из строя аппаратов РУ</p> <p>Сопротивление изоляции каждой секции РУ должно быть не менее 0,5 МОм. Сопротивление измеряют мегаомметром на 1000 В в течение 1 мин</p>

Периодичность осмотров и операций, выполняемые при техническом обслуживании РУ, приведены в табл. 54. Для проверки наличия или отсутствия напряжения в РУ, измерения линейного или фазного напряжения, определения нулевого и фазового проводов используют индикатор напряжения ИН-92 (рис. 25, а). Для обнаружения перегоревшего трубчатого или закрытого предохранителя индикатор следует подключать, как показано на рис. 25, б, а для проверки исправности защитного заземления или зануления — как показано на рис. 25, в. Фазирование проводов с помощью индикатора выполняют, как изображено на рис. 25, г.

Пусковую и защитную аппаратуру, размещаемую в РУ до 1000 В для серий электродвигателей А2 и АО2, следует выбирать, пользуясь табл. 55. При выборе аппаратуры

Таблица 55. Выбор защитной и пусковой аппаратуры, проводов и кабелей для асинхронных электродвигателей серий А2 и АО2

Тип электродвигателя	Номинальная мощность, кВт	Номинальный ток при 380 В, А	Пусковой ток, А	Ток вставки предохранителя, А		Тип автомата	Ток расцепителя автомата, А	Тип пускателя	Тип теплового реле	Ток нагревательного элемента, А	Сечение провода с резиновой изоляцией с алюминиевой жилой, проложенного в воздухе, мм²		Сечение трехжильного кабеля, проложенного в воздухе, мм²				
				ПР-2	НПН (ПН-2)						АПР (открыто)	АПРТО (три одножильных в трубе)	с бумажной изоляцией		с резиновой изоляцией		
													медной жилой	алюминиевой жилой	медной жилой	алюминиевой жилой	
Защищенные двигатели, 750 об/мин																	
A2-61-8	7,5	17,2	103,2	60	50	A3124	20	ПМЕ-222	ТРН-20	20	2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	2,5	
A2-62-8	10	21,6	151	60	60		25		ТРН-25	25	2,5	4	2,5	2,5	2,5	4	
A2-71-8	13	27,6	193,2	80	80		40		ПЕА-322	ТРН-40	32	4	4	2,5	4	4	6
A2-72-8	17	35,7	249,9	100	100		40			ТРН-60	40	6	10	4	10	6	10
A2-81-8	22	46	322	150	150		50	ПЕА-422	ТРН-60	50	10	16	10	16	10	16	
A2-82-8	30	60,4	422,8	200	200		80			60	16	25	16	25	16	25	
A2-91-8	40	79,4	558	225	225	A3134	100	ПЕА-522	ТРП-150	80	25	25	25	25	25	35	
A2-92-8	55	104	728	—	—		120			100	25	50	25	50	35	50	

Защищенные двигатели, 1000 об/мин

А2-61-6	10	20,4	142,1	60	60	А3124	25	ПМЕ-222	ТРН-25	25	2,5	4	2,5	2,5	2,5	4
А2-62-6	13	26,2	183,4	80	80		30		ПЕА-322	ТРН-25	32	4	2,5	4	4	6
А2-71-6	17	33,5	234	100	100		40			ТРН-40	32	6	4	6	6	10
А2-72-6	22	43	301	125	125		50	ПЕА-422	ТРП-60	ТРН-40	50	10	6	10	10	16
А2-81-6	30	57,6	403,2	160	150		80			ТРН-60	60	16	16	16	16	16
А2-82-6	40	75,4	527,8	225	250	А3134	100	ПЕА-522	ТРП-150	80	25	25	16	25	25	35
А2-91-6	55	102	714	—	—		120			100	25	50	25	50	35	50
А2-92-6	75	139	973	—	—		150	ПЕА-622		150	50	70	50	70	50	95

	Тип электродвигателя
	Номинальная мощность, кВт
	Номинальный ток при 380 В, А
	Пусковой ток, А
	Ток вставки предохранителя, А
ПР-2	
НПН (ПН-2)	
	Тип автомата
	Ток расцепителя автомата, А
	Тип пускателя
	Тип теплового реле
	Ток нагревательного элемента, А
АПр (открыто)	Сечение провода с резиновой изоляцией с алюминиевой жилой, проложенного в воздухе, мм ²
АПРТО (три одножильных в трубе)	
медной жилой	с бумажной изоляцией
алюминиевой жилой	с резиновой изоляцией
медной жилой	
алюминиевой жилой	

Защищенные двигатели, 1500 об/мин

A2-61-4	13	25,4	178	80	80		30	ПАЕ-322	ТРН-40	25	4	4	2,5	4	4	4
A2-62-4	17	32,8	229	100	100		40			32	6	10	4	6	6	10
A2-71-4	22	42,4	296	125	120	A3124	50	ПАЕ-422	ТРП-60	50	10	10	6	10	10	16
A2-74-4	30	57,4	402	160	150		80			60	16	16	10	16	16	16
A2-81-4	40	75,2	526	225	250		100	ПАЕ-522	ТРП-150	80	25	25	16	25	25	35
A2-82-4	55	102	714	—	—		120			100	25	50	25	50	35	50
A2-91-4	75	138	966	—	—	A3134	150	ПАЕ-622		150	50	70	50	70	50	95

Защищенные двигатели, 3000 об/мин

A2-61-2	17	33,4	234	100	100	A3124	40	ПAE-322	TPH-40	40	6	10	4	6	6	10	
A2-62-2	22	42,8	300	125	120		50				50	10	10	6	10	10	16
A2-71-2	30	56,5	393	160	150		80		ПAE-422	TPH-60	60	16	16	10	16	16	16
A2-72-2	40	74,9	523	225	250		100				80	16	25	16	25	25	35
A2-81-2	55	102	714	—	—		120	ПAE-522	TPH-150	100	25	50	25	50	35	50	
A2-82-2	75	137	939	—	—	A3134	150	ПAE-622		150	50	70	50	70	50	95	

Закрытые обдуваемые двигатели, 750 об/мин

A02-41-8	2,2	6,1	36,6	15	15	15	ПМЕ-122	ТРН-10	6,3	2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	2,5
A02-42-8	3	8	48	20	20										
A02-51-8	4	10,2	61,2	25	25/30										
A02-52-8	5,5	13,7	82,2	35	40										

Тип электродвигателя	Номинальная мощность, кВт	Номинальный ток при 380 В, А	Пусковой ток, А	Ток вставки предохранителя, А		Тип автомата	Ток расцепителя автомата, А	Тип пускателя	Тип теплового реле	Ток нагревательного элемента, А	Сечение провода с резиновой изоляцией с алюминиевой жилой, проложенного в воздухе, мм ²		Сечение трехжильного кабеля, проложенного в воздухе, мм ²			
											АПР (открыто)	АПРТО (три одножильных в трубе)	с бумажной изоляцией		с резиновой изоляцией	
				ПР-2	НПН (ПН-2)								медной жилой	алюминевой жилой	медной жилой	алюминевой жилой
A02-42-6	4	9,1	59,2	25	25/30					10						
A02-51-6	5,5	12	78	35	40			ПМЕ-222		12,5						
A02-52-6	7,5	16	104	45	50		20		ТРН-25	16						
A02-61-6	10	19,4	135,8	60	60		25			20		4			2,5	4
A02-62-6	13	25,2	176,4	80	80		30	ПАЕ-322	ТРН-40	25	4	4		4	4	4
A02-71-6	17	32	224	100	100		40			32	6	10	4	6	6	10
A02-72-6	22	41	287	125	120		50	ПАЕ-422	ТРП-60	50	10	10	6	10	10	16
A02-81-6	30	55,2	386,4	160	160		80			60	16	16	10	16	16	16
A02-82-6	40	73,2	511	225	250	A3134	100	ПАЕ-522	ТРП-150	80	16	25	16	25	25	35
A02-91-6	55	98,5	691,5	—	—					100	25	50	25	50	35	50
A02-92-6	75	134	938	—	—		150	ПАЕ-662		150	50	70	50	70	50	70

Закрытые обдуваемые двигатели, 1500 об/мин

A02;	0,6	1,7	10,9	6	6	A3124	15	ПМЕ-022	ТРН-10	2,5						
A0Л2-11-4																
A02-42-4	5,5	11	77	35	40			ПМЕ-222	ТРН-25	12,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	2,5
A02-91-4	75	134	938	—	—	A3134	150	ПАЕ-622	ТРП-150	150	50	70	50	70	50	70

Закрытые обдуваемые двигатели, 3000 об/мин

OA02;																
A0Л2-11-2	0,8	1,8	12,9	6	6	A3124	15	ПМЕ-022	ТРН-10	2,5						
A02-41-2	5,5	10,7	74,9	35	40			ПМЕ-222	ТРН-25	12,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	2,5
A02-91-2	75	138	966	—	—	A3134	150	ПАЕ-622	ТРП-150	150	50	70	50	70	50	95

1. У предохранителей номинальный ток плавкой вставки, служащей для защиты участка сети, должен быть не менее расчетного тока цепи I_p , т. е. $I_b \geq I_p$.
2. Плавкая вставка не должна отключать электродвигатель при кратковременных перегрузках (пусковых токах, пиках технологических нагрузок и т. п.)
3. Ответвления к одиночным двигателям при частых пусках или большом разгоне защищают, соблюдая условие $I_b = I_n / 1,6 \div 2$, где I_n — пусковой ток электродвигателя, А.
4. Ответвления к одиночным двигателям при редких пусках и непродолжительном разгоне защищают, соблюдая условие $I_b = I_n / 2,5$.
5. Защиту линий, питающих РУ при токе I_p , осуществляют по расчетному току I_p' (без учета рабочего тока пускаемого двигателя) и пусковому I_n' току того двигателя, у которого он больше, чем у других: $I_b = (I_p' + I_n') / 2,5$.
6. Номинальный ток расцепителя выключателей серии АЗ100 или АЗ700 не должен быть меньше расчетного тока защищаемой цепи.

Для электродвигателей новой серии 4А основного исполнения применяют пускорегулирующую аппаратуру (табл. 56), скомпонованную на открытых речных щитах станций управления.

При необходимости выбора пускорегулирующей аппаратуры россыпью и размещения ее не на щите станции управления, а вблизи технологических механизмов, автоматы и магнитные пускатели можно выбирать в соответствии с рекомендациями табл. 56.

Сечения кабелей с пластмассовой изоляцией указаны для марок АВВГ, АПВГ; кабелей с бумажной изоляцией для марок ААШв, ААБлГ.

Сопротивление изоляции электроустановок РУ измеряют мегаомметром (рис. 26) в установленные сроки и вне очереди, если обнаружены дефекты. Измерения производят: по секциям или участкам сети, разделенным двумя смежными предохранителями; за последним предохранителем, предварительно удалив из него плавкую вставку; между фазой и землей (рис. 26, а), а также между двумя фазовыми проводами (рис. 26, б).

При этом в силовых цепях отключают электроприемники, аппараты, приборы, в осветительных — вывинчивают лампы, а штепсельные розетки, выключатели и групповые щитки оставляют присоединенными.

Перед измерением сопротивления электроустановки разряжают, т. е. касаются поочередно заземленным проводом каждой фазы, исключая возможность поражения работающих остаточным емкостным зарядом. Такую же разрядку де-

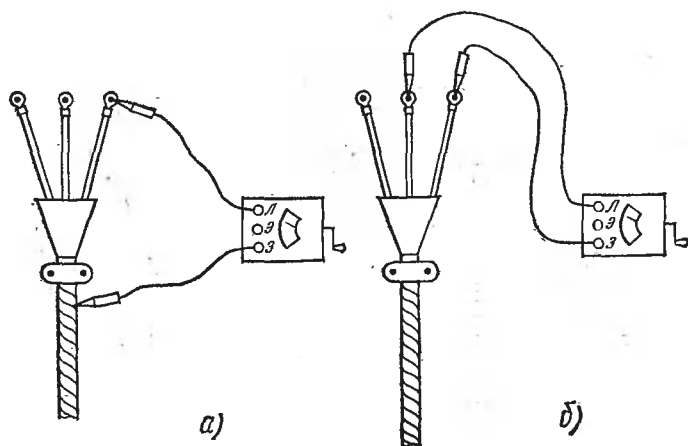


Рис. 26. Схема измерения сопротивления жил кабеля мегаомметром между фазой и землей (а) и между фазами (б)

Таблица 56. Выбор защитной и пусковой аппаратуры, проводов и кабелей для асинхронных электродвигателей серии 4А

Тип электродвигателя	Номинальная мощность электродвигателя, кВт	Номинальный ток электродвигателя, А	Пусковой ток электродвигателя, А	Тип станции управления	Тип автомата	Номинальный ток автомата, А	Номинальный ток распределителя автомата, А	Ток срабатывания электромагнитного расцепителя автомата, А	Тип пускателя	Тип теплового реле пускателя	Номинальный ток нагревательного элемента пускателя, А	Сечение алюминиевого провода с пластмассовой изоляцией, мм ² , проложенного		Сечение кабеля, проложенного в воздухе, мм ²	
												открыто	в трубах	с пластмассовой изоляцией	с бумажной изоляцией

Закрытые обдуваемые двигатели, 3000 об/мин

4A50A2Y3	0,09	0,32	1,28	РБУ5101-03A2A	АП50-3MT	50	1,6	17,6	ПМЕ-111	ТРН-10	0,5	2,5	4	4×2,5	—	
4A50B2Y3	0,12										0,63					
4A56A2Y3	0,18	0,54	2,16	РБУ5101-03A2Б							0,8					
4A56B2Y3	0,25	0,74	2,96	РБУ5101-03A2В							1					
4A63A2Y3	0,37	0,93	4,18	РБУ5101-03A2Г							1,6					
4A63B2Y3	0,55	1,33	6	РБУ5101-03A2Е							2					
4A71A2Y3	0,75	1,7	9,35	РБУ5101-03A2Ж							2,5					27,5
4A71B2Y3	1,1	2,5	13,75	РБУ5101-03A2И							4					44
4A80A2Y3	1,5	3,3	21,4	РБУ5101-03A2Л							6,4					70,5
4A80B2Y3	2,2	4,7	30,6	РБУ5101-03A2М							10					110
4A902Y3	3	6,1	39,6	РБУ5101-03A2Н							5					
4A1002Y3	4	7,8	58,5	РБУ5101-03A2П							6,3					
4A112M2Y3	5,5	10,5	78,8	РБУ5101-03Б2Д							8					
4A132M2Y3	7,5	14,9	112	РБУ5101-03Б2Е							12,5					
4A132M2Y3	11,5	21,2	159	РБУ5101-03Б2И							16					275
					40	440	ПМЕ-211	ТРН-25	16	2,5	4	3×4+ +1×2,5				
									25							
4A1602Y3	15	28,5	200	РБУ5101-13A2Д	АЕ2046-10	63	50	550	ПАЕ-312	ТРН-40	32	4	6	3×6+ +1×4	3×10+ +1,6	
4A160M2Y3	18,5	34,5	242	РБУ5101-13A2В					ПАЕ-412	ТРН-60	40	6	10	3×10+ +1,6		
4A1802Y3	22	41,6	312	РБУ5101-13A2Г					ПАЕ-412	ТРП-60	50	10	16	3×10+ +1×6		
					АЕ2046-10	63	63	756							3×10+ +1×6	

4A180M2Y3	30	56	420	РБУ5101-13Г2Д	АЕ2056-10	100	80	960	ПАЕ-412	ТРП-60		10	16	3×10+	3×10+	
4A200M2Y3	37	70	525	РБУ5101-23Г2В			100	1200	ПАЕ-512	80		16	25	+1×10	+1×10	
4A2002Y3	45	83,8	629	РБУ5101-33Г2А			125			100		25	35	3×25+	3×25+	
4A225M2Y3	55	100	750	РБУ5101-33Г2Б	А3716ФУЗ	160		1600	ПАЕ-612	ТРП-150		120	35	50	+1×16	+1×16
4A2502Y3	75	140	1050	РБУ5101-33Г2В			160			150		50	70	3×35+	3×35+	
														+1×16	+1×16	
												120	35	50	3×50+	3×50+
															+1×25	+1×25
												150	50	70	3×70+	3×70+
															+1×25	+1×25

Закрытые обдуваемые двигатели 1500 об/мин

4A50A4Y3	0,06	0,31	0,78	РБУ5101-03А2А	АП-50-3МТ	50										
4A50B4Y3	0,09	0,42	1,05	РБУ5101-03А2А							0,5					
4A56A4Y3	0,12	0,44	1,54	РБУ5101-03А2Б			1,6	17,6			0,63					
4A56B4Y3	0,18	0,66	2,31	РБУ5101-03А2В							0,8					
4A63A4Y3	0,25	0,85	3,4	РБУ5101-03А2Г							1					
4A63B4Y3	0,37	1,2	4,8	РБУ5101-03А2Е			2,5	27,5			1,6					
4A71A4Y3	0,55	1,7	7,65	РБУ5101-03А2Ж			4	44	ПМЕ-111	ТРН-10	2,5	2,5	4	4×2,5		—
4A71B4Y3	0,75	2,17	9,76	РБУ5101-03А2И			6,4	70,5			3,2					
4A80A4Y3	1,1	2,76	13,8	РБУ5101-03А2К							4					
4A80B4Y3	1,5	3,57	17,8	РБУ5101-03А2П			10	110			6,3					
4A90A4Y3	2,2	5,02	10,12	РБУ5101-03А2Н			16	176			8					
4A100A4Y3	3	6,7	40,2	РБУ5101-03А2П			25	275			10					
4A112M4Y3	5,5	11,5	80,5	РБУ5101-03Б2Д			40	440	ПМЕ-211	ТРН-25	2,5	2,5	4	3×4+		
4A132A4Y3	7,5	15,1	113	РБУ5101-03Б2Ж			550				20				+1×2,5	
4A132M4Y3	11	22	165	РБУ5101-03Б2И							25				3×6+	
4A160A4Y3	15	29,3	205	РБУ5101-13А2Д			50		ПАЕ-312	ТРН-40	32	4	6	+1×4		
4A160M4Y3	18,5	35,7	250	РБУ5101-13Д2В	АЕ2046-10	63	63	600			40	6	10	3×10+	3×10+	
4A180A4Y3	22,5	41,3	268	РБУ5101-13Д2Г	АЕ2056-10	100	80	960	ПАЕ-412	ТРП-60	50	10	16	+1×6	+1×6	
4A180M4Y3	30	56	364	РБУ5101-13Д2Д							60	10	16	3×16+	3×16+	
														+1×10	+1×10	
4A200M4Y3	37	68	482	РБУ5101-23Г2В	АЕ2056-10	100	100	1200	ПАЕ-512	ТРП-150	80	16	25	3×25+	3×25+	
4A200A4Y3	45	82,6	580	РБУ5101-33Г2А			125				100	25	35	+1×16	+1×16	
														3×35+	3×35+	

Тип электро- двигателя	Номинальная мощность электродвигателя, кВт	Номинальный ток электро- двигателя, А	Пусковой ток электродвига- теля, А	Тип станции управ- ления	Тип автомата	Номинальный ток автома- та, А	Номинальный ток расцепи- теля автомата, А	Ток срабатывания электро- магнитного расцепителя ав- томата, А	Тип пускателя	Тип теплового реле пуска- теля, А	Номинальный ток нагрева- тельного элемента пуска- теля, А	Сечение алюминие- вого про- вода с пластмас- совой изо- ляцией, мм ² , про- ложенного		Сечение кабеля, про- ложенного в воздухе, мм ²	
												открыто	в трубах	с пласт- массовой изоляцияй	с бумаж- ной изо- ляцией
4А225М4УЗ	55	100	700	РБУ5101-33Г2Б	А3716ФУЗ	160	160	1600	ПАЕ-612		120	50	50	3×50+ +1×25	3×50+ +1×25
4А2504УЗ	75	136	950	РБУ5101-33Г2В							150			3×70+ +1×25	3×70+ +1×25

Закрытые обдуваемые двигатели, 1000 об/мин

4A63A6Y3	0,1	0,78	2,34	РБУ5101-03А2Г
4A63B6Y3	0,25	1,04	3,12	РБУ5101-03А2Д
4A71A6Y3	0,37	1,26	5,05	РБУ5101-03А2Е
4A71B6Y3	0,55	1,74	6,95	РБУ5101-03А2Ж
4A80A6Y3	0,75	2,24	8,96	РБУ5101-03А2И
4A80B6Y3	1,1	3,05	12,2	РБУ5101-03А2К
4A906Y3	1,5	4,1	18,5	РБУ5101-03А2М
4A1006Y3	2,2	5,65	28,2	РБУ5101-03А2Н
4A112MA6Y3	3	7,4	44,5	РБУ5101-03А2П
4A112MB6Y3	4	9,13	54,8	РБУ5101-03А2Р
4A1326Y3	5,5	12,2	79,5	РБУ5101-03Б2Е
4A1606Y3	7,5	16,5	107	РБУ5101-03Б2Ж
	11	22,6	135,5	РБУ5101-03Б2И
4A160M6Y3	15	30	180	РБУ5101-13А2Д

[illegible]

4A71B8Y3	0,25	1,05	3,15	РБУ5101-03А2Д	АП50-3МТ	50	2,5	27,5	ПМЕ-111	ТРН-10	1,25	2,5	4	4×2,5	—					
4A80A8Y3	0,37	1,4	4,9	РБУ5101-03А2Е			4,0	44,0			1,6									
4A80B8Y3	0,55	2	7	РБУ5101-03А2Ж			6,4	70,5			2									
4A90A8Y3	0,75	2,7	9,45	РБУ5101-03А2К			10	110			3,2									
4A90B8Y3	1,1	3,5	12,25	РБУ5101-03А2П			16	176			4									
4A1008Y3	1,5	4,7	18,8	РБУ5101-03А2М			25,0	275			5									
4A112MA8Y3	2,2	6,18	30,9	РБУ5101-03А2Н			40	440			6,3									
4A112MB8Y3	3	7,8	39	РБУ5101-03А2П			550	ПАЕ-312			ТРН-40					8	4	3×4+		
4A1328Y3	4	10,3	56,5	РБУ5101-03Б2Д			600	ПАЕ-412			ТРП-60					12,5	6	10	3×10+	3×10+
4A132M8Y3	5,5	13,6	75	РБУ5101-03Б2Е			63									756				
4A1608Y3	7,5	17,7	106	РБУ5101-03Б2Ж			АЕ2046-10	63			20					ПАЕ-512	ТРП-150	80	16	25
4A160M8Y3	11,1	25,6	153,5	РБУ5101-13А2Д	40	440			32	4	6	3×10+	3×10+							
4A180M8Y3	15,1	32	192	РБУ5101-13Д2Д	50	550			32	4	6	3×10+	3×10+							
4A200M8Y3	18,5	37,8	208	РБУ5101-13Д2В	АЕ2056-10	100	600	ПАЕ-512	ТРП-150	80	16	25	3×10+	3×10+						
4A2008Y3	22	45	247	РБУ5101-13Д2Г			63								756	50	10	16	3×10+	3×10+
4A225M8Y3	30	62,4	374	РБУ5101-23Г2В			100								1200	80	16	25	3×10+	3×10+
4A2508Y3	37	75	450		АЕ2056-10	100	1200	80	16	25	3×10+	3×10+								

Тип электро- двигателя	Номинальная мощность электродвигателя, кВт	Номинальный ток элект- родвигателя, А	Пусковой ток электродвига- теля, А	Тип станции управ- ления	Тип автомата	Номинальный ток автома- та, А	Номинальный ток расцепи- теля автомата, А	Ток срабатывания электро- магнитного расцепителя автомата, А	Тип теплового пускателя	Тип теплового реле пуска- теля	Номинальный ток нагрева- тельного элемента пуска- теля, А	Сечение алюминне- вого про- вода с пластмас- совой изо- ляцией, мм ² , про- ложенного		Сечение кабеля, про- ложенного в воздухе, мм ²	
												открыто	в трубах	с пласт- массовой изоляцией	с бумаж- ной изо- ляцией
4А250М8УЗ	45,0	89,6	538	РБУ5101-33Г2А	А3716ФУЗ	160	125	1600	ПАЕ-612		100	25	35	3×35+ +1×16	3×35+ +1×16
4А2808УЗ	55,0	108	595	РБУ5101-33Г2Б			160				120	35	50	3×50+ +1×25	3×50+ +1×25
4А280М8УЗ	75,0	146	803	РБУ5101-33Г2В							150	50	70	3×95+ +1×35	3×95+ +1×35

Закрытые обдуваемые двигатели, 600 об/мин

4А25010УЗ	30	64	384	РБУ5101-23Г2В	АЕ2056-10	100	100	1200	ПАЕ-512	ТРП-150	80	25	50	3×25+ +1×16	3×25+ +1×16
4А250М10УЗ 4А28010УЗ	37	80	480											3×35+ +1×16	3×35+ +1×16
4А280М10УЗ	45	97	580											3×50+ +1×25	3×50+ +1×25
4А31510УЗ	55	116	696	РБУ5101-33Г2Б	А3716ФУЗ	160	125	1600	ПАЕ-612		100	35		3×70+ +1×25	3×70+ +1×25
							160				120			3×70+ +1×25	3×70+ +1×25

Закрытые обдуваемые двигатели, 500 об/мин

4А31512УЗ	45	100	600	РБУ5101-33Г2	А3716ФУЗ	160	125	1600	ПАЕ-612	ТРП-150	100	25	50	3×50+ +1×16	3×50+ +1×16
	55	122	732	РБУ5101-33Г2В			160				150	35		3×70+ +1×25	3×70+ +1×25

Защищенные двигатели, 3000 об/мин

4АН1602УЗ	22	43,2	302	РБУ5101-13Д2Г	АЕ2046-10	63	63	756	ПАЕ-412	ТРП-60	50	10	16	3×16+ +1×10	3×10+ +1×6
4АН160М2УЗ	30	55,7	390	РБУ5101-13Д2Д	АЕ2056-10	100	80	960	ПАЕ-512	ТРП-150	80	16	25	3×25+ +1×16	3×16+ +1×10
4АН1802УЗ	37	67,8	474	РБУ5101-23Г2В			100	1200							
4АН180М2УЗ	45	82,7	580	РБУ5101-33Г2А	А3716ФУЗ	160	125	1600	ПАЕ-612	ТРП-150	100	25	35	3×35+ +1×16	3×35+ +1×16
4АН200М2УЗ	55	93	650											3×50+ +1×25	3×50+ +1×16
4АН2002УЗ	75	137	960	РБУ5101-33Г2В		160					150	50	70	3×70+ +1×25	3×70+ +1×25

Защищенные двигатели, 1500 об/мин

4АН1604УЗ	18,5	36,5	238	РБУ5101-13Д2В	АЕ2046-10	63	50	600	ПАЕ-412	ТРП-60	40	6	10	3×10+ +1×6	3×10+ +1×6
4АН160М4УЗ	22	42,2	275	РБУ5101-13Д2Г			63	756						3×16+ +1×10	
4АН1804УЗ	30	60,3	392	РБУ5101-23Г2В	АЕ2056-10	100	100	1200	ПАЕ-512	ТРП-150	80	16	25	3×25+ +1×16	3×25+ +1×16
4АН180М4УЗ	37	70	455	РБУ5101-23Г2В			100	1200						3×35+ +1×16	3×35+ +1×16
4АН200М4УЗ	45	84,4	549	РБУ5101-33Г2Р			125				100	25	35	3×50+ +1×25	3×50+ +1×25
4АН2004УЗ	55	102	652	РБУ5101-33Г2Б	А3716ФУЗ	160	160	1600	ПАЕ-612	ТРП-150	120	50	70	3×70+ +1×25	3×70+ +1×25
4АН225М4УЗ	75	139	905	РБУ5101-33Г2В										3×70+ +1×25	3×70+ +1×25

Защищенные двигатели, 1000 об/мин

4АН1806УЗ	18,5	38	228	РБУ5101-13Д2В	АЕ2046-10	63	50	600	ПАЕ-412	ТРП-60	40	6	10	3×10+ +1×6	3×10+ +1×6
4АН180М6УЗ	22	43,3	260	РБУ5101-13Д2Г	АЕ2046-10	63	63	756	ПАЕ-412	ТРП-60	50	10	16	3×16+ +1×10	3×16+ +1×10
4АН200М6УЗ	30	57,7	346	РБУ5101-13Д2Д			80	960						3×25+ +1×16	3×25+ +1×16
4АН2006УЗ	37	70	460	РБУ5101-23Г2В		100	100	1200	ПАЕ-512	ТРП-150	80	16	25	3×25+ +1×16	3×25+ +1×16

Тип электродвигателя	Номинальная мощность электродвигателя, кВт	Номинальный ток электродвигателя, А	Пусковой ток электродвигателя, А	Тип станции управления	Тип автомата	Номинальный ток автомата, А	Номинальный ток расцепителя автомата, А	Ток срабатывания электромагнитного расцепителя автомата, А	Тип пускателя	Тип теплового реле пуска-теля	Номинальный ток нагревательного элемента пускателя, А	Сечение алюминиевого провода с пластмассовой изоляцией, мм ² , проложенного		Сечение кабеля, проложенного в воздухе, мм ²	
												открыто	в трубах	с пластмассовой изоляцией	с бумажной изоляцией
4АН225М6УЗ	45	86,5	561	РБУ5101-33Г2А	А3716ФУЗ	160	125	1600	ПАЕ-612	ТРП-150	100	25	35	3×35+ +1×16	3×35+ +1×16
4АН250М6УЗ	55	104	676	РБУ5101-33Г2Б							120			3×50+ +1×25	3×50+ +1×25
	75	142	995	РБУ5101-33Г2В							150			3×95+ +1×35	3×95+ +1×35

Защищенные двигатели, 750 об/мин

4АН1808УЗ	15	33,2	183	РБУ5101-13Д2В	АЕ2046-10	63	50	600	ПАЕ-412	ТРП-60	40	6	10	3×10+ +1×6	3×10+ +1×6
4АН180М8УЗ	18,5	40,3	222	РБУ5101-13Д2В							50			3×25+ +1×16	3×25+ +1×16
4АН200М8УЗ	22	42	231	РБУ5101-13Д2Г							75			3×35+ +1×16	3×35+ +1×16
4АН2008УЗ	30	62	341	РБУ5101-23Г2В	АЕ2056-10	100	100	1200	ПАЕ-512	ТРП-150	80	16	25	3×60+ +1×25	3×70+ +1×25
4АН225М8УЗ	37	77	423	РБУ5101-33Г2А							100			3×95+ +1×35	3×95+ +1×35
4АН2508УЗ	45	92,5	509	РБУ5101-33Г2А	А3716ФУЗ	160	125	1600	ПАЕ-612	ТРП-150	120	35	50	3×10+ +1×6	3×10+ +1×6
4АН250М8УЗ	55	112	672	РБУ5101-33Г2Б							150			3×25+ +1×16	3×25+ +1×16
4АН2808УЗ	75	146	730	РБУ5101-33Г2В	А3716ФУЗ	160	160	1600	ПАЕ-612	ТРП-150	120	35	50	3×35+ +1×16	3×35+ +1×16
											150			3×50+ +1×25	3×50+ +1×25

Защищенные двигатели, 600 об/мин

4АН28010УЗ	45	94	516	РБУ5101-33Г2А	А3716ФУЗ	125	1600	ПАЕ-612	ТРП-150	100	25	35	3×50+ +1×25	3×35+ +1×16
4АН280М10УЗ	55	114	626	РБУ5101-33Г2Б		160		ПАЕ-150		120	35	50	3×70+ +1×25	3×70+ +1×25
4АН31510УЗ	75	153	840	РБУ5101-33Г2В		160		ПАЕ-612		150	50	70	3×95+ ×1×35	3×95+ +1×35

Защищенные двигатели, 500 об/мин

4АН31512УЗ	55	118	650	РБУ5101-33Г2Б	А3716ФУЗ	160	160	1600	ПАЕ-612	ТРП-150	120	35	50	3×70+ +1×25	3×70+ +1×25
------------	----	-----	-----	---------------	----------	-----	-----	------	---------	---------	-----	----	----	----------------	----------------

Таблица 57. Сопротивление изоляции электроустановок

Наименование электроустановки	Напряжение мегаомметра, В	Наименьшее допустимое сопротивление изоляции, МОм
Катушки контакторов, автоматов и магнитных пускателей	500—1000	0,5
Силовые и осветительные электропроводки, распределительные щиты и шинопроводы	1000	0,5
Вторичные цепи управления, защиты, измерения (за исключением шинок)	500—1000	1
Шинки на щите управления (при отсоединенных цепях)	500—1000	10

лают после измерения. Допустимые сопротивления изоляции электроустановок до 1000 В приведены в табл. 57.

Мегаомметры могут иметь измерения 0—100; 0—1000; 0—10 000 МОм и изготавливаются соответственно на 500, 1000 и 2500 В. У прибора (см. рис. 26) три зажима: *З* (земля), *Э* (экран), *Л* (линия). Для повышения точности измерения на изоляцию при необходимости накладывают электрод-экран и присоединяют его к зажиму *Э*.

§ 15. Обслуживание осветительных электроустановок

Осветительной называют электротехническую установку, предназначенную для искусственного освещения объектов.

В состав осветительной электроустановки входят источники света, осветительные арматуры, пускорегулирующие устройства, электропроводки и распределительные щитки с аппаратами защиты и управления. Наиболее распространенная схема питания сети освещения крупного цеха приведена на рис. 27.

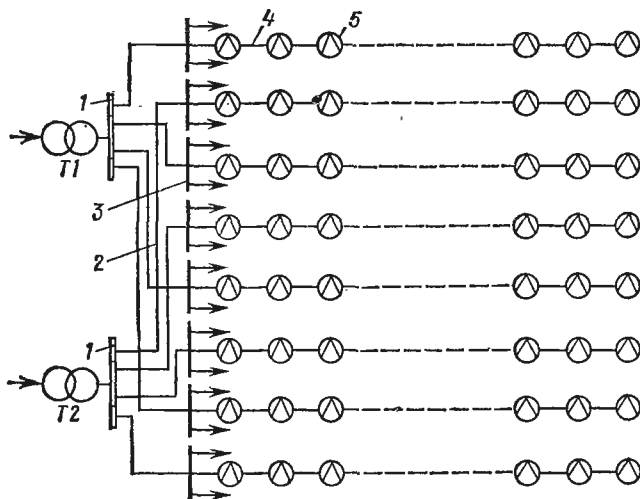


Рис. 27. Схема питания сети освещения:

1 — распределительный щит подстанции, 2 — питающие линии, 3 — групповой щиток, 4 — групповая сеть, 5 — светильник

При обслуживании осветительных электроустановок нужно знать, что в нормальном режиме в сетях электрического освещения напряжение не должно снижаться более чем на 2,5% и повышаться более чем на 5% номинального напряжения лампы. Для отдельных наиболее отдаленных ламп аварийного и наружного освещения допускается снижение напряжения на 5%. В аварийном режиме допускается снижение напряжений на 12% для ламп накаливания и на 10% для люминесцентных ламп. Частота колебаний напряжения в осветительных сетях: при отклонении от номинального на 1,5% не ограничивается; от 1,5 до 4% — не должна повторяться более 10 раз в 1 ч; более чем на 4% — допускается 1 раз в 1 ч. Эти требования не распространяются на лампы местного освещения.

Все работы по обслуживанию светильников производят при снятом напряжении. Периодичность осмотров и выполняемые при этом операции приведены в табл. 58.

Таблица 58. Операции технического обслуживания и периодичность осмотра осветительных установок

Операция	Периодичность	Пояснение
Проверка уровня освещенности в контрольных точках помещений при осмотрах осветительных установок	Не реже 1 раза в год	Очистка светильников перед проверкой освещенности от пыли и копоти При измерении освещенности люксметром в сроки, указанные в табл. 61, учитывают индивидуальные особенности источников света
Проверка исправности автоматов освещения	1 раз в 3 мес (в дневное время)	Обслуживание светильников производят с помощью: напольных устройств и приспособлений, обеспечивающих безопасность работающих; лестниц — при высоте подвеса светильников до 5 м; стационарных и прицепных мостиков, буксируемых грузоподъемными кранами
Проверка исправности системы аварийного освещения	Не реже 1 раза в квартал	
Проверка стационарного обслуживания и электропроводки рабочего и аварийного освещения на соответствие токов расцепителей и плавких вставок расчетным значениям	1 раз в год	
Испытание и измерение сопротивления изоляции проводов, кабелей и заземляющих устройств	1 раз в три года	
Измерение нагрузок и напряжения в отдельных точках электрической сети	1 раз в год	—
Испытание изоляции стационарных трансформаторов с вторичным напряжением 12—36 В	Не реже 1 раза в год	

Замену ламп производят одним из следующих способов: индивидуальным, когда одну или несколько ламп (до 10%) заменяют новыми; групповым, когда все лампы в установке через определенный интервал времени одновременно заменяют новыми (табл. 59).

Таблица 59. Периодичность групповой замены ламп

Наименование цеха (или участка)	Источник света	Время между групповой заменой ламп, ч
Участки литейного цеха: формовочный заливочный обрубной	ДРЛ	8000
Участки кузнечного цеха: заготовительный ковочный	ДРЛ	8000
Термический цех	ЛБ-80	7000*
Механический и сборочный цехи	ЛБ-40	8000*
Инструментальный цех	ЛБ-80	7000*
	ЛБ-40	8000*
Цех металлоконструкций	ЛБ-40	7300*

* У этих источников света групповую замену производят через ряд.

Таблица 60. Годовое число часов использования осветительных установок

Наличие естественного света	Количество смен		
	2	3	3 (непрерывная работа)
	Годовое число часов		
Достаточное естественное освещение	2100	4600	5600
Недостаточное естественное освещение	4100	6000	8700

Для определения календарных сроков групповой замены следует пользоваться табл. 60. Исправные лампы, снятые при групповой замене, можно использовать во вспомогательных помещениях.

Замену ламп производят индивидуальным способом, если установка выполнена лампами накаливания, светильниками с 30 люминесцентными или 15 лампами ДРЛ. Периодичность чистки светильников общего освещения для различных цехов машиностроительных предприятий приведена в табл. 61.

Таблица 61. Периодичность чистки светильников общего освещения

Наименование цеха (или участка)	Периодичность чистки светильников с лампами ЛБ-80 и ЛБ-40
Участки литейного цеха: формовочный заливочный обрубной	1 раз в 2 мес
Участки кузнечного цеха: заготовительный ковочный Термический цех Цех металлоконструкций	1 раз в 3 мес
Механический и сборочный цехи Инструментальный цех	1 раз в 6 мес

При эксплуатации для замены участков групповых сетей с лампами ДРЛ подсчитывают: активную мощность каждой группы с потерями в ПРА, коэффициент мощности с подключенным к группе конденсатором, ток в компенсированных и некомпенсированных участках линии; ток расцепителя автомата выбирается с учетом пускового тока ламп ДРЛ; минимально допустимое сечение линии определяется по расчетному току и току расцепителя автомата.

Приведенная ниже табл. 62 облегчает выполнение указанных работ. В таблице приняты следующие обозначения: P — мощность лампы, Вт; Q — мощность подключенного к группе конденсатора, квар; звездочкой отмечен коэффициент мощности тока с опережающей фазой; коэффициент мощности тока с отстающей фазой указан без такого знака, потери мощности в ПРА приняты в размере 10% от мощности ламп.

Таблица 62. Основные параметры групповых линий с лампами ДРЛ

Количество светильников в группе, шт.	Активная мощность группы с потерями в ПРА, кВт	$\cos \varphi$	Ток в группе А ра участке		Наименьший допустимый ток расцепителя автомата, А	Наименьшее допустимое сечение алюминиевых жил, мм ²	
			компенсированием	некомпенсированном		кабеля, проложенного открыто	проводов в стальной трубе

$$P = 125, \quad Q = 0$$

3	0,41	0,5	—	1,25	15	2,5	2,5
5	0,82			2,5			
9	1,24			3,75			
12	1,65			5			
15	2,06			6,25			
18	2,48			7,5	20	4	4
21	2,80			8,75			
24	3,3			10			
27	3,71			11,25	25	6	6
30	4,12			12,5			
33	4,54			13,75			
36	4,94			15	30	10	
39	5,36			16,25			
42	5,78			17,5			
45	6,19			18,75			
48	6,6			20	40	16	16
51	7,01			21,25			
54	7,42			22,5			
57	7,84			23,75			
60	8,25			25			

$$P = 125, \quad Q = 18$$

60	8,25	0,91	13,8	25	25	6	6
----	------	------	------	----	----	---	---

$$P = 250, \quad Q = 0$$

3	0,82	0,5	—	2,5	15	2,5	2,5
6	1,65			5			
9	2,48			7,5			
12	3,3			10	20	4	4
15	4,12			12,5			
18	4,95			15	25	6	6
21	5,78			17,5			
					30	10	

Количество светильников в группе, шт.	Активная мощность группы с потерями в ПРА, кВт	cos φ	Ток в группе А на участке		Наименьший допустимый ток расцепителя автомата, А	Наименьшее допустимое сечение алюминиевых жил, мм²	
			компенсированном	некомпенсированном		кабеля, проложенного открыто	проводов в стальной трубе
24	6,6	0,5	—	20	40	16	16
27	7,42			22,5			
30	8,25			25			
33	9,07			27,5			
36	9,9			30	50	25	25
39	10,73			32,5			
42	11,55			35			
45	12,36			37,5			
48	13,2			40			
51	14,02			42,5	63	25	25
54	14,84			45			
57	15,68			47,5			
60	16,5			50			

P = 250, Q = 18

30	8,25	0,91	13,8	25	25	6	6
33	9,07	0,97	14,2	27,5			
36	9,9	0,99	15,2	30			
39	10,73	1,0	16,3	32,5	30	10	10
42	11,55	0,98	17,9	35	40	16	16
45	12,36	0,96	19,6	37,5			
48	13,2	0,94	21,4	40			
51	14,02	0,91	23,4	42,5	40	16	16
54	14,84	0,89	25,4	45			
57	15,68	0,86	27,7	47,5			
60	16,5	0,84	29,9	50			

P = 250, Q = 25

45	12,36	0,95	19,6	37,5	40	10	10
48	13,2	0,99	20,3	40		16	16
51	14,02	1	21,3	42,5			
54	14,84	1	22,6	45			
57	15,68	0,99	24,1	47,5	50	25	25
60	16,5	0,98	25,6	50			

P = 400, Q = 0

3	1,32	0,5	—	4	15	2,5	2,5
6	2,64			8		4	4
9	3,95			12	20	6	6
12	5,28				25	10	6
15	6,6			20	30	16	16
18	7,92			24	40		
21	9,24			28	50		
24	10,56			32			
27	11,88			35			
30	13,2			40			
33	14,52			44			

Количество светильников в группе, шт.	Активная мощность группы с потерями в ПРА, кВт	cos φ	Ток в группе А на участке		Наименьший допустимый ток расцепителя автомата, А	Наименьшее допустимое сечение алюминиевых жил, мм ²	
			компенсированном	некомпенсированном		кабеля, проложенного открыто	проводов в стальной трубе

36	15,84			48	63	25	25
39	17,16			52			

 $P = 400, Q = 18$

18	7,92	0,88	13,7	24			
21	9,24	0,98	14,3	28	25	6	6
24	10,56	1	16,1	32	25		
27	11,88	0,98	18,4	36	30	10	10
30	13,2	0,94	21,5	40			
33	14,52	0,9	24,5	44	40	16	16
36	15,84	0,86	28	48			
39	17,16	0,83	31,4	52	50		
42	18,48	0,8	35,1	56			
45	19,8	0,77	39,1	60			
48	21,12	0,75	42,8	64		25	25
51	22,44	0,72	46,7	68	63		
54	23,76	0,72	50,2	72		35	35

 $P = 400, Q = 25$

27	11,88	0,94	19,2	36	30	10	10
30	13,2	0,99	20,3	40	60		
33	14,52	1	22,1	44			
36	15,84	0,99	24,3	48	40	16	16
39	17,16	0,96	27,2	52			
42	18,48	0,94	29,9	56			
45	19,8	0,9	33,5	60			
48	21,12	0,88	36,5	64	50	25	25
51	22,44	0,85	40,1	68			
54	23,76	0,83	43,5	72			
57	25,08	0,81	47,1	76	63	35	35
60	26,4	0,79	50,8	80			

 $P = 400, Q = 36$

30	17,16	0,94	27,8	52		16	16
42	18,48	0,98	28,7	56	40		
45	19,8	0,99	30,4	60			
48	21,12	1	32,1	64			
51	22,44	0,99	34,5	68	50	25	25
54	23,76	0,98	35,9	72			
57	25,08	0,96	39,7	76		35	35
60	26,4	0,94	42,7	80	63		

 $P = 700, Q = 0$

3	2,31			7	15	2,5	2,5
6	4,62			14	25	6	6
9	6,93			21	40		

Количество светильников в группе, шт.	Активная мощность группы с потерями в ПРА, кВт	$\cos \varphi$	Ток в группе А на участке		Наименьший допустимый ток расцепителя автомата, А	Наименьшее допустимое сечение алюминиевых жил, мм ²	
			компенсированном	некомпенсированном		кабеля, проложенного открыто	проводов в стальной трубе
12	0,24	0,5	—	28	50	16	16
15	11,55			35			
18	13,86			42	63	25	25
21	16,17			49			

$$P = 700, \quad Q = 18$$

12	9,24	0,98	14,3	28	25	6	6
15	11,55	0,99	17,7	35	30	10	10
18	13,86	0,92	22,9	42	40	16	16
21	16,17	0,85	28,9	49	50	25	25
24	18,48	0,8	35,1	56			
27	20,79	0,76	41,6	63			

$$P = 700, \quad Q = 25$$

18	13,86	1	21,1	42	40	16	16
21	16,17	0,99	24,8	49			
24	18,48	0,94	29,9	56	40	25	25
27	20,79	0,88	35,9	63	50		
30	23,1	0,84	41,8	70	63	35	35
33	25,41	0,8	48,3	77			

$$P = 700, \quad Q = 36$$

21	16,17	0,9	27,3	49	40	16	16
24	18,48	0,98	28,7	56	40	25	25
27	20,79	1	31,6	63	50		
30	23,1	0,98	35,6	70		35	
33	25,41	0,95	40,7	77	63		
36	27,72	0,92	45,8	84		50	
39	30,03	0,88	51,9	91			35
							50

$$P = 700, \quad Q = 50$$

27	20,79	0,83	33,1	63	50	25	25
30	23,1	0,92	38,2	70		35	35
33	25,41	0,97	39,8	77			
36	27,72	1	42,2	84	63	50	50
39	30,03	1	45,7	91	63		

$$P = 1000, \quad Q = 0$$

3	3,3	0,5	—	10	20	4	4
6	6,6			20	40	16	16
9	9,9			30	50		
12	13,2			40			
15	16,5			50	63	25	25

Количество светильников в группе, шт.	Активная мощность группы с потерями в ПРА, кВт	$\cos \varphi$	Ток в группе А на участке		Наименьший допустимый ток расцепи- теля авто- мата, А	Наименьшее допусти- мое сечение алюми- ний жил, мм ²	
			компенсированием	некомпенсированном		кабеля, проложен- ного открыто	проводов в стальной трубе

$$P = 1000, \quad Q = 18$$

6	6,6	0,71	14,1	20	25	6	6
9	9,9	1	15	30		10	
12	13,2	0,94	21,3	40	40	16	16
15	16,5	0,84	29,3	50			
18	19,8	0,77	39,1	60	50	25	25

$$P = 1000, \quad Q = 25$$

12	13,2	0,99	20,3	40	40	16	16
15	16,5	0,98	25,6	50			
18	19,8	0,91	33,1	60	50	25	25
21	23,1	0,84	41,8	70	63	35	35
24	26,4	0,79	50,8	80			

$$P = 1000, \quad Q = 36$$

15	16,5	0,91	27,4	50	40	16	16
18	19,8	1	30,1	60		25	25
21	23,1	0,98	35,8	70	50	35	35
24	26,7	0,94	42,7	80	63		
27	29,4	0,89	50,7	90		50	50

$$P = 1000, \quad Q = 50$$

24	26,4	0,99	40,6	80	50	35	35
27	20,7	1	45,2	90			
30	33	0,98	51,2	100	63	50	50

$$P = 2000, \quad Q = 0$$

3	6,6	0,5	—	20	40	16	16
6	13,2			40	50		

$$P = 2000, \quad Q = 18$$

3	6,6	0,71	14,1	20	25	6	6
6	13,2	0,94	21,4	40	40	16	16
9	19,8	0,77	39,1	60	50	25	25

$$P = 2000, \quad Q = 25$$

6	13,2	0,99	20,3	40	40	16	16
9	19,8	0,9	33,5	60	50	25	25
12	26,4	0,79	50,8	80	63	35	35

Количество светильников в группе, шт.	Активная мощность группы в ПРА, кВт	$\cos \varphi$	Ток в группе А на участке		Наименьший допустимый ток расцепителя автомата, А	Наименьшее допустимое сечение алюминиевых жил, мм ²	
			компенсированном	некомпенсированном		кабеля, проложенного открыто	проводов в стальной трубе

$$P = 2000, \quad Q = 36$$

9	19,8	0,99	30,4	60	40	25	25
12	26,4	0,94	42,7	80	63	35	35

$$P = 2000, \quad Q = 50$$

9	19,8	0,78	38,6	60	50	25	25
12	26,8	0,99	40,6	80		35	35
15	33	0,98	51,2	100	63	50	50

§ 16. Обслуживание электрических грузоподъемных машин

Электрическими грузоподъемными машинами называют краны, лифты, тельферы, электрифицированные лебедки, скиповые подъемники постоянного и переменного тока напряжением до 1000 В, предназначенные для подъема грузов или людей.

Операции, выполняемые при техническом обслуживании, и периодичность осмотров грузоподъемных машин приведены в табл. 63.

Таблица 63. Операции технического обслуживания и периодичность осмотров грузоподъемных машин

Операция	Периодичность	Пояснение
Проверка блокировки люков и дверей в ограждениях кранов	Не реже 1 раза в год	Производится на месте постоянной стоянки грузоподъемной машины или с ремонтной площадки
Замер сопротивления изоляции	1 раз в год	Сопротивление должно быть не ниже 0,5 МОм
Проверка аппаратуры управления и блокировок лифта	1 раз в 10 дней	Производится электромонтерами, электромеханиками с квалификационной группой по безопасности труда не ниже III
Проверка ограждений доступных прикосновению токопроводящих частей, постоянных защитных средств, приборов безопасности		
Осмотр гибкого кабеля, питающего кран		

ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Глава IV. РЕМОНТНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

§ 17. Электроремонтный цех

В зависимости от принципа организации ремонта электроустановок различают централизованные специализированные электроремонтные предприятия (ЦСЭРП) или децентрализованные — заводские электроремонтные цехи (ЭРЦ).

Централизованные предприятия могут быть универсальными или специализированными на ремонте одного или нескольких определенных видов электрооборудования.

Децентрализованные предприятия производят планово-предупредительные текущие и капитальные ремонты электроустановок. Если ЭРЦ кооперируется с ЦСЭРП, то в нем капитально ремонтируют только электрооборудование специального исполнения, передавать которое в ЦСЭРП нецелесообразно.

При текущем ремонте производят чистку, проверку, замену быстроизнашивающихся частей и покупных изделий, что позволяет поддерживать электроустановки в работоспособном состоянии и период гарантированной наработки до следующего очередного планового ремонта.

При капитальном ремонте производят полную разборку электроустановки, восстанавливают или заменяют изношенные детали, обмотки, коммутационные устройства. Капитальный ремонт требует остановки оборудования и отключения его от сетей на 12—30 дней, если ремонт производится силами ЭРЦ.

По мощности заводские электроремонтные цехи подразделяют на малые, обслуживающие предприятия с количеством установленных электродвигателей от 2 до 5 тыс., средние — от 5 до 20 тыс. и крупные — от 20 тыс. и более. Эти цехи специализируются на ремонте электрических машин мощностью до 100 кВт, пусковой и защитной аппаратуры до 1000 В, сварочного оборудования. Для уменьшения времени простоя технологического оборудования из-за ремонта электроустановок на ЦСЭРП, в средних и крупных ЭРЦ создают обменные фонды электрооборудования.

Минимальный срок выполнения аварийных ремонтов, не требующих пропитки обмоток, равен 1 сут; при необходимости пропиточных работ — 3 сут. На рис. 28 показана планировка ЭРЦ с расположением технологического обо-

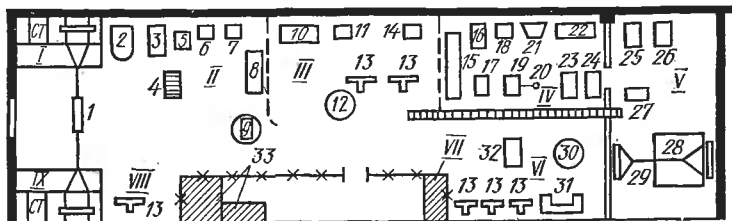


Рис. 28. Примерная компоновка и планировка оборудования ЭРЦ для завода с 2 тыс. электродвигателей и более (см. табл. 64):

I — склад ремонтного фонда, II — участок разборки и дефектации, III — участок ремонта роторов, IV — ваготовительно-обмоточный участок, V — сушильно-пропиточный участок, VI — сборочный участок, VII — испытательный участок, VIII — окрасочный участок, IX — склад готовой продукции

оборудования, приведенного в табл. 64. При высокой степени кооперирования электротремонтных работ с другими предприятиями целесообразно иметь электротремонтное отделение (ЭРО) или участок (ЭРУ) в составе ремонтно-механического цеха, в котором размещают минимальный комплект оборудования для электроизоляционных, обмоточных, пропиточных, сборочных и испытательных работ.

Объем и графики ремонтов оборудования и аппаратов устанавливаются ежегодными планами ППТОР. Календарные графики профилактических испытаний электроустановок, находящихся в эксплуатации, утверждаются лицом, ответственным за электрохозяйство предприятий.

Таблица 64. Минимальный комплект основного оборудования ЭРЦ
(см. рис. 28)

Наименование оборудования	Установленная мощность, кВт	Количество оборудования, шт.
<i>Склад ремонтного фонда (поз. I)</i>		
Кран (поз. I)	4,5	1
Стеллажи	—	5
<i>Участок разборки и дефектации (поз. II)</i>		
Камера для продувки 1,5×1,5×1,9 м (поз. 2) . .	—	1
Печь для нагрева обмоток статора до 400°C (поз. 3)	44	1
Решетчатый стол 1,3×1,0×0,9 м (поз. 4)	—	1
Гидравлический монтажно-запрессовочный пресс П-6326 (поз. 5)	17	1
Ванна горячей промывки 1,2×1,1×0,8 м (поз. 6)	22	1
Ванна для промывки подшипников в керосине 0,6××0,5×0,75 м (поз. 7)	—	1
Стол для разборки и сборки электродвигателей (поз. 8)	—	1
Поворотное приспособление диаметром 600 мм для ремонта роторов (поз. 9)	—	1
<i>Участок ремонта роторов (поз. III)</i>		
Вертикально-сверлильный станок, диаметр сверления 35 мм (поз. 10)	—	1
Сварочный преобразователь ПСО-500 (поз. 11) . .	—	1
Поворотное приспособление диаметром 600 мм для ремонта роторов (поз. 12)	—	1
Верстак (поз. 13)	—	2
Токарно-винторезный станок РМЦ-1500; ВЦ-300 (поз. 14)	—	1
<i>Заготовительно-обмоточный участок (поз. IV)</i>		
Балансировочный станок (поз. 15)	4,5	1
Картонрезальный станок КН-1 (поз. 16)	0,25	1
Полуавтомат ПР-160 для рядовой намотки катушек (поз. 17)	1	1
Трансформатор для пайки ОСУ-20/0,5, А, 380/6—12 В (поз. 18)	20 кВ·А	1
Намоточный станок ТТ-22 (поз. 19)	2,8	1
Стойка для барабанов проводов с тормозным электромагнитом (поз. 20)	—	1
Ванна для лужения (поз. 21)	1,6	1
Бандажировочный станок (поз. 22)	1,5	1
Приспособление для продороживания (поз. 23) . .	—	1

Наименование оборудования	Установленная мощность, кВт	Количество оборудования, шт.
Стол обмотчика с поворотным кругом (поз. 24)	—	1
<i>Сушильно-пропиточный участок (поз. V)</i>		
Ванна для пропитки с механизмом подъема крышки (поз. 25)	—	1
Стол с нижним отсосом (поз. 26)	—	1
Бак объемом 2 м ³ (поз. 27)	—	1
Сушильная однокамерная печь объемом 1,5 м ³ (поз. 28)	47	1
Подвесной электрический взрывозащищенный кран (поз. 29)	3,6	1
<i>Сборочный участок (поз. VI)</i>		
Поворотное приспособление для ремонта роторов (поз. 30)	—	1
Стол для сборки электродвигателей (поз. 31)	—	1
Масляная ванна 1,1×0,9×1,0 м для подогрева подшипников до 90°С (поз. 32)	4	1
Верстак (поз. 13)	—	3
<i>Испытательный участок (поз. VII)</i>		
Установка КИУ-1 для испытания электродвигателей мощностью до 40 кВт и сварочных трансформаторов напряжением до 500 В (поз. 33)	55	1
<i>Окрасочный участок (поз. VIII)</i>		
Верстак (поз. 13)	—	1
<i>Склад готовой продукции (поз. IX)</i>		
Стеллажи	—	5

§ 18. Электросиловой цех

На предприятиях с большим энергетическим хозяйством ремонт и техническое обслуживание электрических сетей и установок напряжением выше 1000 В осуществляют в специализированных электросиловых цехах. Такие цехи обычно располагают как самостоятельную мастерскую, примерная компоновка которой показана на рис. 29. Характеристика помещений мастерской приведена в табл. 65.

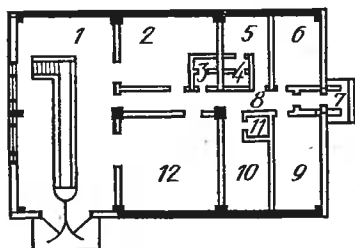


Рис. 29. Мастерская электросилового цеха:

1 — гараж, 2 — помещение для бригады ремонта оборудования напряжением выше 1000 В, 3 — умывальник, 4 — душевая, 5 — гардероб, 6 — комната мастера, 7 — тамбур, 8 — коридор, 9 — склад, 10 — помещение для релейной бригады, 11 — кладовая, 12 — помещение для отремонтированного оборудования

Таблица 65. Помещения мастерской электросилового цеха (см. рис. 29)

Наименование помещений	Площадь, м²
Гараж с ремонтной ямой на одну автомашину (поз. 1)	70
Помещение для ремонта оборудования системы электроснабжения предприятия напряжением выше 1000 В (поз. 2)	23
Умывальник (поз. 3)	2,7
Душевая с помещением для переодевания (поз. 4)	3,2
Гардероб рабочей и домашней одежды (поз. 5)	9,5
Комната мастера (поз. 6)	13,1
Тамбур (поз. 7)	1,6
Коридор (поз. 8)	16,8
Склад (поз. 9)	17,8
Помещение релейной бригады (поз. 10)	12
Кладовая для релейной бригады (поз. 11)	2,4
Кладовая для ремонтной бригады электрослесарей (поз. 12)	34

§ 19. Мастерская для ремонта трансформаторов

Если невозможно организовать ремонт трансформаторов 1—2-го габаритов по кооперации на ЦСЭРП или в мастерских энергосистемы, допускается выполнять ремонт в электросиловом цехе. Для этого на предприятии организуют специальную мастерскую (рис. 30), оснащенную технологическим оборудованием, примерный состав которого приведен в табл. 66.

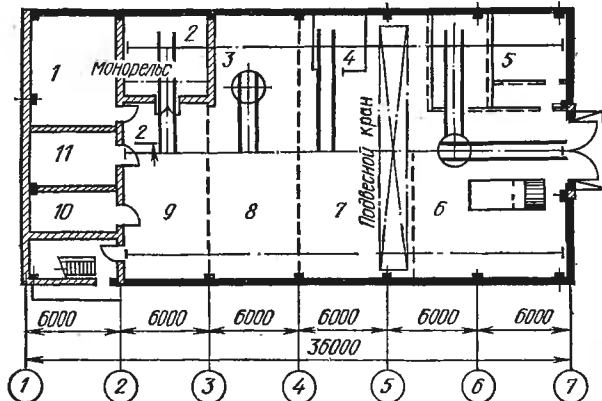


Рис. 30. Мастерская по ремонту силовых трансформаторов:

1 — участок ремонта вводов и разрядников, 2 — пропиточно-сушильный участок, 3 — окрасочный участок, 4 — сварочный участок, 5 — испытательный участок, 6 — разборочно-дефектовочный участок, 7 — участок ремонта активной части, 8 — сборочный участок, 9 — изолированно-обмоточный участок, 10 — кладовая, 11 — вентиляционная камера

Таблица 66. Минимальный комплект технологического оборудования мастерской по ремонту силовых трансформаторов

Наименование оборудования	Тип или габариты, м	Количество, шт.
Рабочее место для сборки и разборки трансформаторов	1,5×0,7×0,35	2
Установка для дуговой сварки	УДГ-301	1
Стол сварщика	СШ-1	2
Сварочный выпрямитель	ВКС-500	1
Стол для ремонта вводов	0,8×1,2×0,8	1
Лабораторный термостат для проверки вводов на наличие трещин	СНОЛ-4,5/3-М1	1
Стенд для испытания вводов на герметичность	1,5×0,5×0,8	1
Трансформатор для пайки отводов	ОСУ-40-0,5	1
Ручной насос для проверки герметичности вводов	БКФ-2	1
Муфельная печь для прокаливания глета	МП-2УМ	1
Точильно-шлифовальный двусторонний станок (диаметр круга 150 мм)	ЗБ631	1
Станок для фрезеровки электрокартонных колец	0,64×0,95×1	1
Установка для запечки изоляции и реек трансформаторов	ПА6330	1
Сушильная тупиковая печь для сушки выемных частей	7,5×3,5×5,5	1
Слесарный верстак на два рабочих места	—	1
Установка для регенерации масла	РТМ-200	1
Сепаратор	СЦ-1,5	1
Фильтр-пресс производительностью 3 м³/ч	ФПЗ-3000	1
Насос	РЗ-30	1
Намоточный станок (диаметр планшайбы 620 мм)	ТТ-22	1
Кривошипный пресс	КД-2324	1
Картонарезальный станок	КН-1	1
Стол для раскройки изоляции и сборки реек	0,8×1,2×0,8	1
Вертикально-сверлильный станок (наибольший диаметр сверления 35 мм)	2Н135	1

§ 20. Ремонт кабельных линий

Объем работ, выполняемых при текущем и капитальном ремонтах кабельных линий, приведены в табл. 67; мероприятия, которые необходимо учитывать при организации ремонтных работ на кабельных линиях, — в табл. 68, а комплект инструментов и приспособлений монтера-кабельщика — в табл. 69. В процессе ремонта кабельных линий часто приходится применять резку отдельных медных и алюминиевых жил, а также бронированных и небронированных кабелей; для этого используют секторные ножницы (рис. 31) трех типоразмеров: НС-1; НС-2; НС-3. Трудоемкой и часто встречающейся операцией при ремонте кабелей является их разделка.

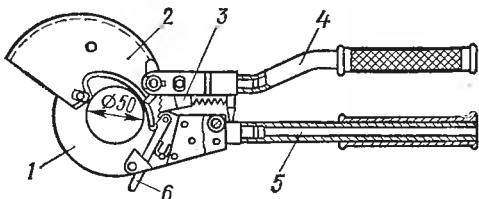


Рис. 31. Секторные ножницы НС-2:

1, 2 — неподвижный и подвижный ножи, 3, 6 — ходовая и стопорная собачки, 4, 5 — подвижная и неподвижная рукоятки

Разделка кабелей с бумажной изоляцией (рис. 32). С помощью кабельной линейки или по специальным таблицам определяют размеры разделки (рис. 33) и разматывают наружный джутовый покров до бандажа, который предварительно накладывают на поверхность джута.

Бандаж изготовляют из вязальной проволоки диаметром 1—1,5 мм (2—3 витка). Материал покрова не удаляют, а наматывают на неразделяемый участок кабеля для последующего использования при монтаже муфт.

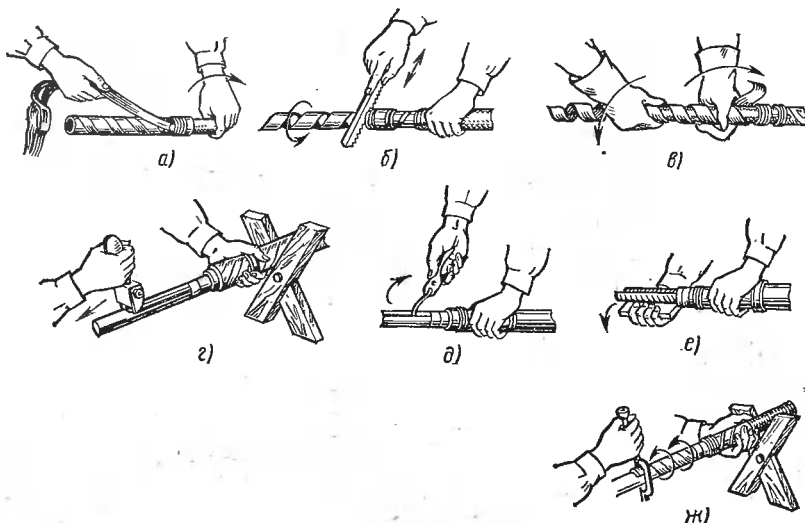


Рис. 32. Разделка кабелей с бумажной изоляцией:

а — размотка защитного покрова, б — надрезание брони, в — снятие брони, г — надрезание оболочки, д — удаление полоски, е — снятие оболочки, ж — винтовое надрезание алюминиевой оболочки

Разделка кабелей с полиэтиленовой изоляцией. При разделке кабелей до 1 кВ с полиэтиленовой изоляцией необходимо ее защищать трубками из поливинилхлоридного пластика или двухслойной подмоткой липкой поливинилхлоридной лентой. На корешок разделки накладывают достаточно широкий для удержания на шланге бандаж из липкой ленты с переходом со шланга на подмотку жил. Поверхность шланга предварительно обрабатывают напильником и промазывают клеем ПЭД-Б. Кабели напряжением до 1 кВ не имеют металлических оболочек, кроме брони. Поэтому заземляющий проводник при разделке этих кабелей бандажируют и пропаивают на броне.

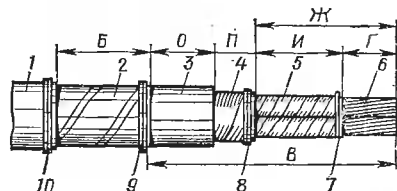


Рис. 33. Размеры разделки кабеля: 1 — наружный покров, 2 — броня, 3 — оболочка, 4 — поясная изоляция, 5 — изоляция жил, 6 — жила кабеля, 7, 8 — бандажи из ниток, 9, 10 — проволоочные бандажи

Таблица 67. Объем работ при текущем и капитальном ремонтах кабельных линий

Вид ремонта	Объем работы	Ремонтные нормативы
Текущий	Частичное вскрытие кабельных каналов. Чистка их и замена конструкций крепления кабелей. Исправление раскладки, рихтовка кабелей, устранение коррозии оболочек. Ремонт кабельных каналов и траншей. Замена отдельных плит перекрытия, устранение завалов; доливка кабельной мастики в кабельные муфты и воронки. Окраска сухих разделок. Перерасделка дефектных муфт, воронок и т. д.	Если известно место повреждения кабелей и коррозий, но нет сведений о коррозионных условиях трассы, коррозионную активность грунтов и вод оценивают по данным химического анализа среды
Капитальный	Выборочное шурфление и вскрытие кабельных траншей, полное вскрытие кабельных каналов, частичная или полная замена участков кабельных линий. Устройство дополнительной механической защиты в местах возможных повреждений кабелей. Окраска кабельных конструкций	Допустимая неравномерность токораспределения по одножильным кабелям должна быть не более 10%
Текущий, капитальный	Испытание кабелей 3—6 кВ с резиновой изоляцией (например, марок ГТШ, КШЭ, КШВГ, КШВГЛ, КШВГД) производится в течение 5 мин (каждой фазы) Определение целостности жил и проверка правильности фазировки Испытание повышенным напряжением выпрямительного тока для кабелей напряжением выше 1000 В в течение 5 мин	Испытательное напряжение равно удвоенному номинальному «Прозвонка» с помощью приставки УМЖК к мегаомметру М4100/3

Таблица 68. Организационные мероприятия при ремонте на кабельных линиях

Вид работ	Требование	Пояснение
Земляные	<p>Перед рытьем траншей или котлована необходимо получить разрешение на выполнение этих работ от соответствующей организации</p> <p>При появлении вредных газов земляные работы немедленно прекращают, а рабочих удаляют из опасных мест</p>	<p>В разрешении точно указывают месторасположение ближайших подземных сооружений</p> <p>Дальнейшие земляные работы допустимы, если произведена соответствующая проверка индикатором, а работающие обеспечены противогазами</p>
Механизированные землеройные	<p>Не допускается применение землеройных машин на расстоянии ближе 1 м от трассы кабелей, а клин-бабы — на расстоянии ближе 5 м</p>	<p>Землеройные машины могут вскрывать грунт на глубину, при которой до кабеля остается слой не менее 0,4 м</p>
Укрепление и подвеска муфт и кабелей	<p>Открытые муфты необходимо укреплять на прочной доске, подвешенной с помощью проволоки или троса к перекинутым через траншею брускам. При подвешивании кабелей нельзя их смещать. Использовать для подвешивания открытых кабелей соседние кабели или трубопроводы не разрешается</p>	<p>На открытые кабели надевают заранее приготовленные деревянные коробки</p>
Ограждение места работы	<p>На короба, закрывающие открытые кабели, необходимо вешивать плакаты по ТБ</p>	<p align="center">—</p>
Вскрытие муфты или разрезание кабеля	<p>Необходимо следить, чтобы эти операции производились на кабеле, подлежащем ремонту, кабель был отключен</p>	<p>Обнаружение кабеля, подлежащего ремонту, производят: в кабельных сооружениях и производственных помещениях — тщательной проверкой (прослеживанием), сверкой расположения кабеля с чертежами и схемами раскладки, по биркам, при прокладке в земле пучка кабелей — сверкой их расположения с чертежами раскладки (работы выполняются по наряду)</p>
Определение неисправного кабеля	<p>При сомнениях в правильности определения кабеля, подлежащего ремонту, нужно проверить отсутствие напряжения на нем кабелеискательным индукционным аппаратом</p>	<p>Если нет кабелеискательного аппарата, применяют указатель, работающий по принципу прохождения активного тока</p>
Механический прокол кабеля, проложенного в земле	<p>Металлическую часть приспособления перед выполнением прокола следует заземлить</p>	<p>Отсутствие напряжения проверяют специальным прокалывающим приспособлением, имеющим стальную иглу, которая проходит сквозь броню до жил и замыкает их. Рукоятку приспособления изолируют от стальной иглы</p>

Вид работы	Требование	Пояснение
Механический прокол кабеля в туннелях и колодцах	Прокалывающее приспособление можно применять только с дистанционным управлением (пневматическим, шарнирным и т. п.)	В качестве заземления для прокалывающих приспособлений может быть использована броня кабеля
Перекачка барабанов и прокладка кабеля	При перекачке барабана с кабелем необходимо принимать меры против захвата выступающими частями барабана одежды рабочих При прокладке кабеля запрещается рабочим стоять внутри углов поворота, а также поддерживать кабель вручную на поворотах трассы	Барабаны допускается перекачивать только по горизонтальной поверхности, твердому грунту или прочному настилу На поворотах трассы должны быть установлены угловые ролики
Работа в колодцах и туннелях	Перемещение и сдвиг кабелей, а также переноску муфт следует производить только после отключения кабеля Смесь воздуха с газом в колодцах и туннелях взрывоопасна, поэтому запрещается пользоваться для открывания колодца стальным ломом, кувалдой или другими предметами, могущими вызвать искру	Допускается перемещение и сдвиг кабеля, находящегося под напряжением, при выполнении требований ПТБ Перед началом осмотра или работы в колодцах и туннелях, не имеющих приточно-вытяжной вентиляции, их проверяют на отсутствие горючих и вредных для дыхания газов

Таблица 69. Комплект инструментов и приспособлений монтажника-кабельщика

Наименование	Количество, шт.	Применение
Клещи ПК с набором пуансонов и матриц	1	Для опрессовки кабельных наконечников на токопроводящих жилах сечением 16—50 мм ²
Механический пресс РМП-7 или гидропресс с электрическим приводом ПГЭП-2. Гидропресс РГП-7м с комплектом пуансонов и матриц	1	То же, для жил сечением 16—240 мм ²
Печь	1	Для обогрева рабочих и разогрева кабельной массы
Бензиновая паяльная лампа емкостью 0,5 л	1	Для нагрева концов жил кабеля
Малогабаритная газовая горелка с баллоном емкостью 0,7 или 1,5 л	1	Для пайки и разогрева кабельной массы
Драчевые напильники (комплект): плоский 12" треугольный 10" круглый 10"	4	Для зачистки брони и жил кабеля

Наименование	Количество, шт.	Применение
Раздвижной станок с набором полотен (6 шт.)	1	Для резки брони
Стальной кронциркуль	1	Для измерения диаметра кабеля
Монтерские плоскогубцы с изолирующими ручками	1	Для слесарных работ
Острогубцы	1	
Разводные гаечные ключи № 3	2	
Слесарный молоток (масса 600 г)	1	
Слесарное зубило (длина 250 мм, ширина режущей части 20—25 мм)	1	
Ковш и ложка-чумичка	2	Для разливки припоя
Щетка из стальной проволоки	1	Для зачистки кабельных стыков
Стальной лом с заостренным и плоским концами	1	Для земляных работ
Саперная лопата	1	
Ведро с крышкой (емкость 10—12 л)	1	Для разогрева кабельной массы
Кастрюля	1	Для подогрева изолирующих бумажных роликов и рулонов
Термометр в металлической защитной оправе со шкалой до 250°C	1	—
Подбойка	1	Для подъема оболочки кабеля
Кабельные ножи с выдвижным лезвием или режущим диском	2	Для резки оболочки

Таблица 70. Размеры конусной подмотки для заделок кабелей напряжением 10 кВ

Сечение жил кабеля, мм ²	Размеры подмотки, мм (см. рис. 34)	
	a	l
До 16	6	40
25—70	4	50
95—150	3,5	55

При разделке кабелей напряжением 6 кВ, имеющих экраны, состоящие из полупроводящей бумаги и металлических лент, необходимо выполнять заземление металлических экранов. Металлические ленты экрана сматывают с кабеля на расстояние до 50—60 мм от конца корешка и отрезают, а оставшуюся их часть отгибают на предварительно зачищенную броню. Под общий бандаж укладывают ленты экранов и заземляющий проводник и пропаивают места контакта. Полупроводящую бумагу оставляют на участке длиной 40 мм от линии отгиба экранов и закрепляют бандажом из суровых ниток. Полистиленовую изоляцию от корня разделки до оголенных участков жил защищают трубкой или липкой лентой. Для пайки медных экранов к броне используют припой ПОССу-30-2; алюминиевые экраны припаивают припоем А.

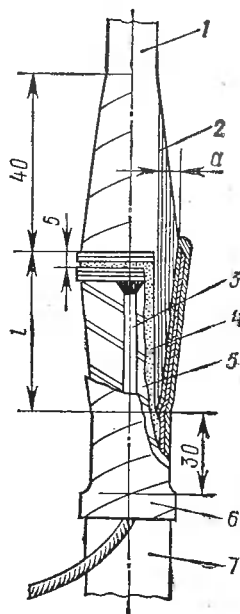


Рис. 34. Конусная подмотка под экраны кабелей с пластмассовой изоляцией:

1 — изоляция жилы, 2 — конусная подмотка, 3 — провод заземления, 4 — экран из полупроводящего материала, 5 — металлический экран, 6 — подмотка лентой поверх экрана, 7 — шланг

При разделке кабелей напряжением 10 кВ необходимо производить конусную подмотку под экраны. Ленты экрана и полупроводящей бумаги скрепляют на расстоянии 30 мм от кромки брони бандажом и разматывают до этого бандажа, но не отрезают. Конусную подмотку (рис. 34) выполняют из липкой полистиленовой или поливинилхлоридной ленты (в зависимости от материала изоляции жил). Размеры конусных подмоток приведены в табл. 70. На конусной подмотке восстанавливают слой полупроводящей бумаги, которую скрепляют нитяными бандажами. Концы экранной ленты наматывают поверх черной бумаги, размечают и отрезают излишки так, чтобы черная бумага выступала из-под экрана на 5 мм.

Разделка контрольных и силовых кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией показана на рис. 35.

С поверхности жил снимают прорезиненную ткань до корня разделки, а поверхность резины защищают двумя слоями липкой ленты ПВХ вполнахлеста или поливинилхлоридными трубками на всю длину изоляции. Корешок разделки заполняют густым перхлорвиниловым составом № 2 толщиной до 15 мм. Поверх корешка накладывают подмотку из двух слоев с заходом на оболочку на 15—20 мм. Подмотка должна перекрывать на 3—5 мм область, заполненную составом № 2. Поверх подмотки накладывают бандаж из крученого шпагата диаметром 1 мм и пропитывают его жидким перхлорвиниловым составом № 1.

Таблица 71. Кабельные бирки

Форма бирки	Марка бирки		Виды кабеля
	алюминиевой	пластмассовой	
Круг	БКА-1	БКП-1	Силовые, выше 1000 В
Прямоугольник	БКА-2	БКП-2	Силовые, до 1000 В
Овал	БКА-3	БКП-3	Контрольные
Шестигранник	БКА-4	БКП-4	КИП и А
Квадрат	БКА-5	БКП-5	Связи

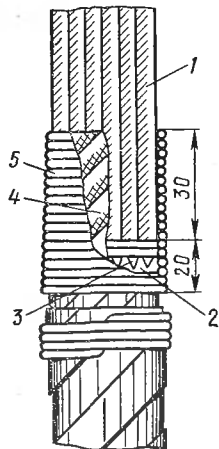


Рис. 35. Разделка контрольного кабеля с резиновой или пластмассовой изоляцией:

1 — трубка из поливинилхлоридного пластика, 2 — оболочка, 3 — бандаж из ниток, 4 — подмотка липкой поливинилхлоридной лентой, 5 — бандаж из шпагата

н 75. Зависимость сечения жил кабелей и диаметров наконечников для них — в табл. 76 и 77.

Оконцевание изоляции жил разделанных контрольных кабелей осуществляют с помощью маркировочных муфт, изоляционных маркировочных оконцевателей, а также наборных оконцевателей из липкой маркировочной ленты. В зависимости от назначения кабеля маркируют пластмассовыми или алюминиевыми бирками различной формы (табл. 71).

Способы соединения и оконцевания жил кабелей в процессе ремонта. При сращивании кабелей в процессе ремонта их токопроводящие жилы соединяют между собой. При резьбовом или штепсельном контактном соединении с выводами электрооборудования жилы оконцовывают металлическими наконечниками. Создание электрического неразъемного контакта осуществляют сваркой, пайкой или опрессовкой.

Сварка состоит в сплавлении материалов жил и присадочного материала (рис. 36). При пайке жилы не расплавляются. Соединение осуществляется адгезией припои к соединяемым жилам (рис. 37).

Опрессовка (рис. 38) основана на методе холодной сварки — создании такого давления в месте соединения, при котором металлы соединяемых жил приобретают текучесть, в результате этого обеспечивается высокое качество соединения.

Технические требования, соблюдение которых необходимо при сварке способом контактного разогрева многопроволочных алюминиевых жил сечением 16—240 мм² для кабелей напряжением до 1 кВ с предварительным сплавлением концов жил в монолит, приведены в табл. 72 и 73.

Технические требования, обязательные для выполнения при дуговой сварке алюминиевых и медных жил с наконечниками, приведены соответственно в табл. 74

Таблица 72. Технические требования при сплавлении концов жил в монолит способом контактного разогрева

Сечение жилы, мм ²	Длина зачистки изоляции жилы, мм	Диаметр присадочного прутка, мм	Тип угольного электрода	Сварочный ток, А	Длина участка сплавления, мм	Сечение жилы, мм ²	Длина зачистки изоляции жилы, мм	Диаметр присадочного прутка, мм	Тип угольного электрода	Сварочный ток, А	Длина участка сплавления, мм
16	60	3	1	250	8	95	65	5	1	480	10
25	60	3	1	300	8	120	70	5	1	480	12
35	60	4	1	350	8	150	73	5	2	540	12
50	60	4	1	350	10	185	73	6	2	540	15
70	65	4	1	400	10	240	75	6	2	600	15

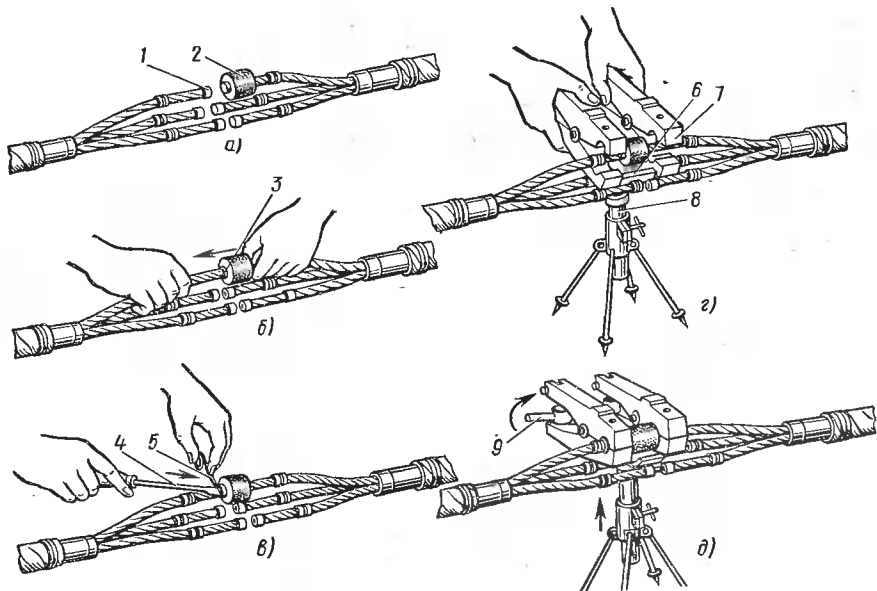


Рис. 36. Операции подготовки жил к термитной сварке:

а, б — размещение на жиле термитного патрона, *в* — уплотнение формы, *г* — установка охладителей, *д* — закрепление охладителей на жилах; 1 — алюминиевый колпачок, 2 — термитный муфель, 3 — кокиль, 4 — отвертка, 5 — уплотнение из асбестового шнура, 6 — экран, 7 — охладитель, 8 — штатив, 9 — вороток

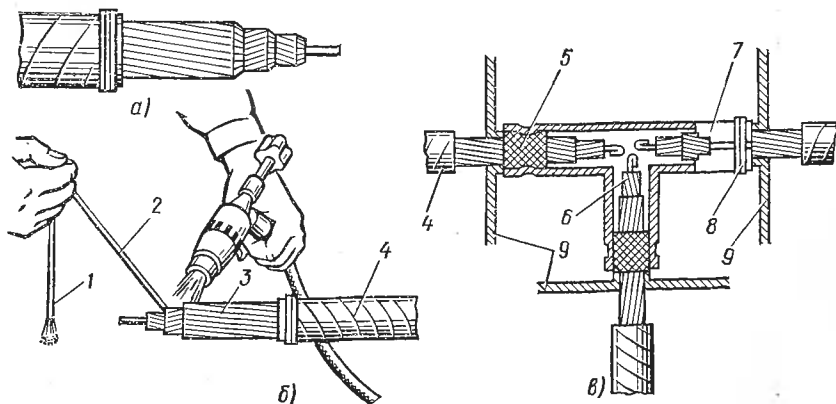


Рис. 37. Подготовка жил к пайке:

а — разделка концов жил под пайку, *б* — облуживание жилы, *в* — ответвление, подготовленное под пайку; 1 — стальная кисточка, 2 — припой, 3 — жила, 4 — изоляция, 5 — асбестовое уплотнение, 6 — ступенчатая разделка, 7 — форма, 8 — байдаж, 9 — тепловой экран

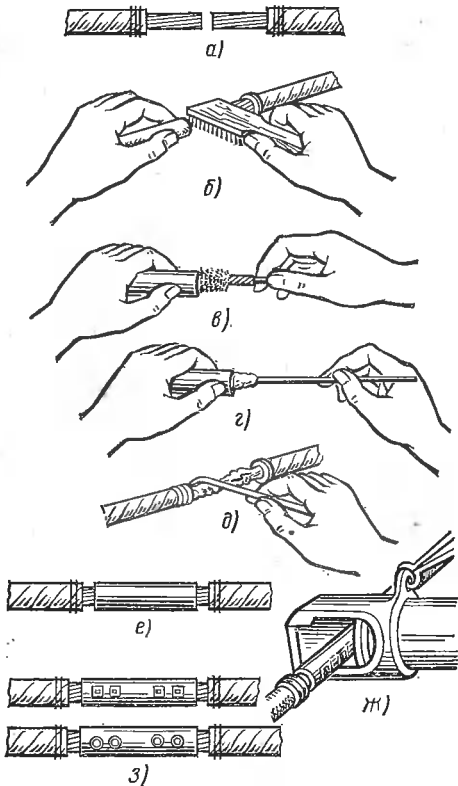


Рис. 38. Опрессовка алюминиевых жил сечением 16—240 мм²:

а — концы жил после снятия изоляции, б — зачистка жил, в — зачистка внутренней поверхности гильзы, г — смазка внутренней поверхности гильзы, д — смазка жил, е — соединение, подготовленное к опрессовке, жс — опрессовка жил, з — опрессованное соединение

Таблица 73. Технические требования при приварке наконечников ЛА способом контактного разогрева

Сечение жилы, мм ²	Диаметр присадочного прутка, мм	Тип угольного электрода	Сварочный ток, А	Длина зачистки изоляции, мм	Сечение жилы, мм ²	Диаметр присадочного прутка, мм	Тип угольного электрода	Сварочный ток, А	Длина зачистки изоляции, мм
16	3	1	300	45	95	5	1	500	60
25	3	1	300	45	120	5	1	540	65
35	4	1	350	50	150	5	2	540	65
50	4	1	420	50	185	7	2	600	70
70	4	1	450	50	240	8	2	600	70

**Таблица 74. Технические требования при дуговой сварке
алюминиевых жил с наконечниками**

Конструкция жилы	Тип наконечника	Сечение жилы, мм ²	Длина участка жил, мм, для		Сварочный ток, А, при сварке электродом		Диаметр присадочных прутков, мм, при сварке электродом	
			ЛА	ЛАШ, ЛАС	угольным	неплавящимся	угольным	неплавящимся
Однопроволочная	ЛА, ЛАШ	25	45	—	70	75	2	2
	ЛА, ЛАШ	50	50	85	80	75	3	2
	ЛА, ЛАШ	95	60	97	80	100	3	3
	ЛА, ЛАШ	150	65	97	80	100	3	3
	ЛА, ЛАШ	240	20	100	100	100	3	3
Многопроволочная	ЛА	300	80	—	100	100	4	3
	ЛА	500	100	—	125	125	5	3
	ЛА	800	120	—	150	150	8	4
	ЛА	1500	150	—	200	200	8	6
	ЛАС	300	—	80	—	150	—	3
	ЛАС	500	—	100	—	150	—	4
	ЛАС	800	—	120	—	200	—	4
	ЛАС	1500	—	150	—	250	—	5

**Таблица 75. Технические требования при дуговой сварке
медных жил с наконечниками**

Характеристика	Сечение жил, мм ²				
	16—25	35—50	70—95	120—130	185—240
Диаметр медного присадочного прутка, мм	2	3	3	4	4
Ток, А	75	75	100	125	150

**Таблица 76. Зависимость сечения круглых жил
от диаметра медных и алюминиевых гильз и наконечников**

Сечение жил, мм ²	Диаметр гильз и наконечников, мм		Сечение жил, мм ²	Диаметр гильз и наконечников, мм	
	медных	алюминиевых		медных	алюминиевых
4	3	—	50	10	9
6	4	—	70	11	11
10	5	—	95	13	13
16	6	5,4	120	15	14
25	7	7	150	16	16
35	8	8	185	18	18; 19
			240	20	20

**Таблица 77. Зависимость сечения секторных жил
от диаметра медных и алюминиевых гильз и наконечников**

Сечение жил, мм ²	Диаметр гильз и наконечников, мм		Сечение жил, мм ²	Диаметр гильз и наконечников, мм	
	медных	алюминиевых		медных	алюминиевых
70	12	12	150	180	17
95	13	14	180	19	18: 19
120	15	16	240	21	22

§ 21. Ремонт силовых трансформаторов

Объемы работ, выполняемых при текущем и капитальном ремонтах силовых трансформаторов 1-го и 2-го габаритов, приведены в табл. 78.

**Таблица 78. Объемы работ при текущем и капитальном ремонтах
силовых трансформаторов 1-го и 2-го габаритов**

Вид ремонта	Объем работ	Пояснение
Текущий	Удаление грязи из расширителя и доливка трансформаторного масла. Протирка изоляторов. Устранение обнаруженных при осмотре дефектов. Подтяжка всех болтовых соединений. Разборка и очистка маслоуказателя, чистка и ремонт охлаждающих устройств	При доливке более чем на 5% залитого масла смесь проверяют на отсутствие выпадения осадков и стабильность. Для трансформаторов мощностью до 63 кВ·А напряжением до 10 кВ масло не испытывают, а заменяют по браковочным показателям
Капитальный	Слив масла из бака с взятием пробы для химического анализа. Демонтаж электроаппаратуры и расширителя. Отсоединение выводов от катушек. Очистка и промывка бака расширителя сухим маслом. Выемка сердечника из бака. При необходимости разболчивание и расшихтовка ярма магнитопровода с распрессовкой и снятием катушек, их заменой и ремонтом изоляции обмоток низкого и высокого напряжений. Пропитка и сушка обмоток. Переизолировка стали. Установка катушек на стержни магнитопровода, наварка на катушки выводов и их изолировка. Установка присоединяющих швеллеров, изолирующих планок и расклинивание обмоток сердечника в бак, монтаж крышки и	Для трансформаторов напряжением 10/0,4 кВ минимальное пробивное напряжение трансформаторного масла, определяемое в стандартном сосуде, составляет 20 кВ. Механические примеси должны отсутствовать; кислотное число КОН на 1 г масла не должно превышать 0,25 мг. Реакция водной вытяжки — нейтральная, а для трансформаторов мощностью до 630 кВ·А содержание водорастворимых кислот — не более 0,03 мг КОН. Снижение температуры вспышки, определяемое в закрытом тигле, не должно превышать 5°С от первоначального

Вид ремонта	Объем работ	Пояснение
Текущий, капитальный	<p>выводов катушек. Ремонт охлаждающих и маслоочистных устройств. Заливка трансформаторного масла. Наружная окраска трансформатора</p>	
	<p>Испытание повышенным напряжением промышленной частоты изоляции обмоток вместе с вводами в течение 1 мин при номинальном напряжении оборудования 3, 6, 10 кВ</p>	<p>Испытательное напряжение 18, 25, 35 кВ соответственно</p>
	<p>Проверка целостности заземления ярмовых балок, прессирующих колец и магнитопровода</p> <p>Фазировка трансформатора</p>	<p>Производится при осмотре выемной части</p> <p>Производится без смены обмоток и переделке первичной коммутации</p>
	<p>Проверка работы переключающего устройства и снятие круговой диаграммы</p> <p>Измерение сопротивления изоляции до и после ремонта</p> <p>Трех- и пятикратное включение толчком на номинальное напряжение</p>	<p>Крутовая диаграмма не должна отличаться от ранее снятой или заводской</p> <p>Измерения производят мегаомметром на 1000—2500 В (только при капитальном ремонте)</p> <p>Не должно быть явлений, указывающих на неудовлетворительное состояние трансформатора</p>

Таблица 79. Технология ремонта фарфоровых вводов трансформатора

Содержание работы	Ремонтные операции	Пояснение
<p>Проверка фарфоровых вводов, армировки шапки изолятора и мест пайки шпилек на отсутствие течи масла</p>	<p>Осмотр шпилек, колпачка, фланца, фарфора</p>	<p>При сколах фарфора площадью более 3 см² или глубине царапин более 0,5 мм, ожогах на глазури от электрической дуги, трещинах фланца, обоймы или кольца, течи масла вводы перearмируют</p>
<p>Удаление старой замазки (см. рис. 39, а)</p>	<p>Нагрев автогенной горелкой фарфора изолятора до 100°С. Нагрев фланца до такого состояния, при котором армировка начинает трескаться и высыпаться. Освобождение фланца от изолятора легкими постукиваниями молотка по фланцу</p>	<p>Если на изоляторе обнаружен существенный дефект, его разбивают и заменяют новым</p>

Содержание работы	Ремонтные операции	Пояснение
Переармирование (см. рис. 39, б)	Укладка резиновой прокладки внутрь колпака, вставка изолятора, заливка цементирующим составом и после застывания покрыв изолятора эмалью 624С	Армирование производят в помещении с температурой 25°С. Переармированный ввод выдерживают до монтажа не менее 48 ч при 25°С

Технология ремонта фарфоровых вводов трансформатора приведена в табл. 79 и на рис. 39, крышки — в табл. 80, переключателя регулировки напряжения трансформатора — в табл. 81 и на рис. 40, расширителя — в табл. 82, корпуса бака — в табл. 83, магнитопровода — в табл. 84, обмоток трансформатора — в табл. 85 и на рис. 41.

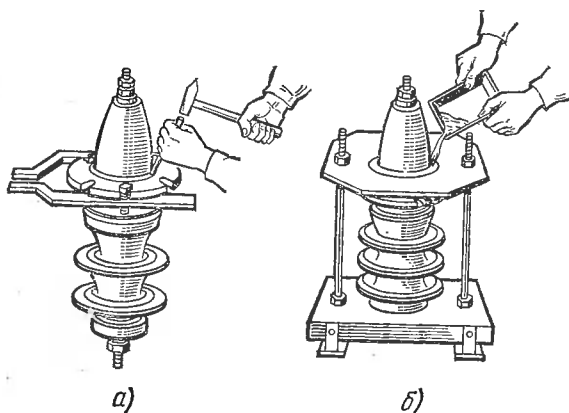


Рис. 39. Переармирование ввода:

а — удаление старой замазки, б — установка ввода в приспособление и заливка цементирующим составом

Таблица 80. Технология ремонта крышки трансформатора

Содержание работы	Ремонтные операции	Пояснение
Устранение коробления или погнутости крышки	Нагрев крышки паяльной лампой в месте коробления. Выправка крышки ударами молотка или кувалды	Изоляторы и всю арматуру перед ремонтом демонтируют
Заварка трещин	Сквозное сверление диаметром 2,5—3 мм концов трещины. Обработка трещины снятием фаски кромок под углом 45°. Заварка трещины электросваркой, зачистка шва заподлицо с поверхностью крышки	Трещину обрабатывают на всей длине. Шов делают ровным, плотным без раковин, трещин и прожога

Содержание работы	Ремонтные операции	Пояснение
Восстановление нарушенного соединения между шпилькой, крепящей фланец фарфорового изолятора, и крышкой	Спиливание дефектной шпильки, сверление нового отверстия, зачистка поверхности крышки и шпильки по месту, приварка шпильки к крышке	Шпильку приваривают к крышке с лицевой стороны, делая шов плотным, ровным, без трещин и прожога

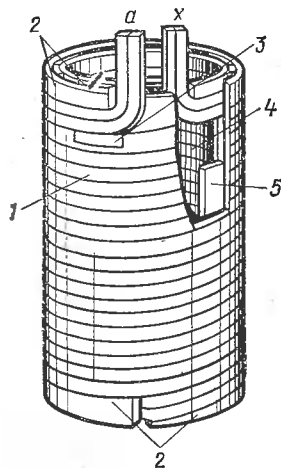
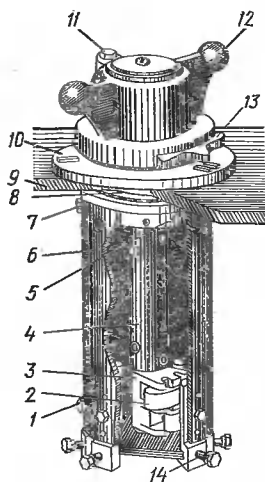


Рис. 40. Переключатель ТПСУ регулировки напряжения трансформатора:

1, 7 — болты для крепления цилиндра, 2 — сегментный контакт, 3 — коленчатый вал, 4 — трубка, 5, 10 — внутренний и наружный фланцы, 6 — цилиндр, 8 — уплотнение, 9 — крышка трансформатора, 11 — стопорный болт, 12 — колпак привода, 13 — указатель положения переключателя, 14 — неподвижный контакт

Рис. 41. Двухслойная цилиндрическая обмотка:

1 — провод, 2 — уравнивающее кольцо, 3 — коробочка, 4 — внутренний слой, 5 — рейка

Таблица 81. Технология ремонта переключателя ТПСУ регулировки напряжения трансформатора

Содержание работы	Ремонтные операции	Пояснение
Проверка качества работы переключателя	Проверка плотности прилегания контактных колец к контактным стержням изменением положения переключателя	При переключении в положения I, II, III (что соответствует фазам А, В, С) должен быть четко слышен щелчок; фиксирующие шпильки в переключенном положении должны входить в свои гнезда

Содержание работы	Ремонтные операции	Пояснение
<p>Проверка надежности паек отводов переключателя и затяжки контргайки наконечника стойки</p> <p>Устранение неисправностей переключающей системы</p> <p>Сборка переключателя и установка его на место</p> <p>Разборка, ремонт и сборка сальниковых уплотнений</p>	<p>Перепайка (при необходимости) отводов</p> <p>Тщательный осмотр контактных стержней, кольца, штанги и деталей крепления</p> <p>Предварительная зачистка контактных поверхностей всех деталей. Протирка ветошью места установки</p> <p>Выбор контрящей шпильки, съем колпака, вывинчивание сальниковой пробки, замена сальникового уплотнения. Затяжка сальниковой пробки, установка на место ручки переключателя, забивка шпильки</p>	<p>Для пайки используют ПОС 40</p> <p>Неисправные дегали заменяют новыми</p> <p>Старые уплотнения заменяют новыми</p> <p>Все операции выполняют после монтажа переключателя</p>

Таблица 82. Технологи́я ремонта расширителя трансформатора

Содержание работы	Ремонтные операции	Пояснение
<p>Очистка от загрязнения и ржавчины наружной поверхности</p> <p>Очистка от загрязнения внутренней поверхности</p> <p>Окраска внутренней поверхности</p> <p>Заготовка новой стенки</p> <p>Устранение загрязнения и повреждения маслостойкого стекла</p> <p>Восстановление контрольных отметок маслоуказателя</p>	<p>Очистка наружной поверхности металлической щеткой и протирка ее чистой ветошью</p> <p>Вырезание задней стенки расширителя, очистка поверхности от загустевшего осадка, ржавчины, протирка тряпкой, смоченной в бензине</p> <p>Окраска чистой сухой поверхности маслостойкой эмалью</p> <p>Вырезание из листовой стали новой стенки и приварка к корпусу расширителя</p> <p>Вывертывание внутренней пробки маслоуказателя, протирка маслостойкого стекла тряпкой, смоченной сухим трансформаторным маслом</p> <p>Нанесение на расширителе, напротив маслоуказательного стекла новых отметок уровня масла цинковыми белилами</p>	<p>Окончательную очистку производят тряпкой, смоченной в бензине</p> <p>Стенку вырезают, оставляя кольцевую кромку, к которой после очистки приваривают новое дно</p> <p>Можно применять маслостойкую нитроэмаль</p> <p>Заднюю стенку приваривают, не допуская пережога металла, ровным, плотным швом, без трещин</p> <p>Дефектное стекло заменяют новым</p> <p>Отметки уровня масла наносят на высоте 0,55; 0,45; 0,1 диаметра расширителя, что соответствует температуре масла +35, +15, -35°C.</p>

Содержание работы	Ремонтные операции	Пояснение
Очистка от грязи и ржавчины корпуса бака	Очистка внутренней поверхности металлическим скребком и промывка отработанным трансформаторным маслом	Удаляют следы старых уплотнений
Устранение погнуто-сти и вмятин корпуса бака	Выправка легкими ударами молотка погнуто-сти	Со стороны, противоположной удару, ставят металлический упор, а деформированный участок корпуса нагревают
Ремонт сварных соединений	Чеканка или пайка волосных трещин, крепление, сверление и заварка крупных трещин	Трещину в трубе заваривают электросваркой, а на ребре и стенке корпуса — газосварочным аппаратом
Контроль сварных соединений	Покрытие швов с наружной стороны мелом, а изнутри смачивание швов керосином	Если шов неплотный, керосин проникает и смачивает мел, который темнеет
Проверка на герметичность	Заполнение корпуса бака до борта отработанным маслом	Масло держат в корпусе в течение 1 ч при температуре не ниже -10°C

Таблица 84. Технология ремонта магнитопровода

Содержание работы	Ремонтные операции	Пояснение
Удаление старого слоя изоляции листов стали	Удаление металлическими щетками или кипячением листов в воде (если они покрыты бумажной изоляцией) старой изоляции	Можно удалять изоляцию обжигом листов, равномерно нагревая их до $250-300^{\circ}\text{C}$ в течение 2—3 мин
Восстановление меж-листовой изоляции	Изолировка листов: смесью из 90% лака 202 горячей сушки и 10% чистого фильтрованного керосина	Допускается изолировка листов через один; лак наносят пульверизатором. Лак 202 растворяют на льняном масле
	глифталевым лаком 1154 и растворителями — бензолом и бензином	Сушку производят при 25°C в течение 7 ч
	зеленой эмалью МТЗ	Сушку производят при 110°C в течение 2 мин
Изготовление новых листов стали при ремонтах после «пожара стали»	Раскрой листов, при котором длинная сторона должна находиться вдоль проката	Отверстия для стяжных шпилек штампуют. Сверлить отверстия запрещается

Содержание работы	Ремонтные операции	Пояснение
Изготовление изоляции стержневых шпилек	Изготовление бумажно-бакелитовой трубки из кабельной бумаги толщиной 0,12 мм намоткой бумаги на шпильку, пропиткой бакелитовым лаком и запеканием. Изготовление шайб и прокладок из электротехнического картона толщиной более 2 мм	Для диаметра шпилек 12—25 мм толщины стенок изоляционных трубок — 2—3 мм, для диаметра 25—50 мм — 3—4 мм, для диаметра 50—70 мм — 5—6 мм. Диаметр нажимной шайбы должен быть на 4 мм меньше диаметра изолирующей шайбы

Таблица 85. Технология ремонта обмоток трансформатора

Содержание работы	Ремонтные операции	Пояснение
Снятие изоляции с использованием провода поврежденной катушки Изолировка катушки	Разрыхление изоляции обжигом в печи при 450—500°С Изолировка витков кабельной бумагой или тафтяной лентой в два слоя с перекрытием	Провод очищают от следов изоляции Под прессом катушке придают нужный размер, пропитывают лаком ГФ-95 и запекают при 100°С в течение 10 ч в печи
Изготовление новых катушек	Намотка катушки на шаблон с помощью станков с ручным или моторным приводом	На шаблон предварительно наматывают слой электротехнического картона толщиной 0,5 мм
Изготовление многослойной внешней обмотки из круглого провода	Покрытие каждого нового слоя обмотки кабельной бумагой, которая изолирует все витки и пояски, уложенные в торцах шаблона	Поясок изготавливают из электротехнического картона в виде полоски толщиной, равной диаметру провода. Поясок закрепляют лентой шириной 25 мм и помещают в торце шаблона
Изготовление цилиндрической внутренней обмотки из провода прямоугольной формы	При изготовлении однослойной катушки закрепление витков киперной лентой, образующей восьмерочный переплет. При многослойных катушках этого не делают	В местах перехода из одного слоя в другой для защиты изоляции прокладывают полоску прессшпана, ширина которой на 4—5 мм больше ширины витка
Изготовление дисковой (секционной) обмотки	Изготовление обмотки намоткой отдельно каждого диска и соединением дисков пайкой либо намоткой обмотки в один прием	В первом случае используют провод круглого или квадратного сечения, во втором — прямоугольного
Соединение обмоток	Соединение проводов сечением до 40 мм ² пайкой, большего сечения — специальными клещами	Для пайки применяют припой — фосфористую бронзу или серебряные припои ПСр 45, ПСр 70, порошкообразную буру, канифоль

Содержание работы	Ремонтные операции	Пояснение
Пропитка и сушка изготовленных обмоток	Погружение обмотки в глифталевый лак до полного выхода всех воздушных пузырьков. Подъем обмотки над ванной на 20 мин и после стекания лака помещение ее в сушильную печь на 4 ч при 100°C	Если лак образует твердую глянцевую и эластичную пленку, сушка считается законченной

§ 22. Ремонт электродвигателей

Объемы выполняемых работ при текущем и капитальном ремонтах электродвигателей приведены в табл. 86, а основные неисправности, возникающие при работе электродвигателей, и способы их устранения — в табл. 87. Технология разборки электродвигателя приведена в табл. 88. Сборку электродвигателя производят в обратной разборке последовательности.

Таблица 86. Объем работы при текущем и капитальном ремонтах электродвигателей мощностью до 100 кВт

Вид ремонта	Объем работы	Ремонтные нормативы
Текущий	<p>Выполнение всех операций технического обслуживания. Очистка машины от грязи и масла. Оценка состояния и промывка. Замена подшипников качения, если радиальный зазор превышает максимально допустимый</p> <p>Проверка работы смазочных колец подшипников скольжения. Осмотр и очистка вентиляционных устройств, проверка состояния и при необходимости ремонт крепления вентилятора</p> <p>Проверка надежности крепления лобовых частей обмоток и устранение дефектных мест на изоляции</p> <p>Подтяжка всех крепежных соединений. Зачистка и шлифовка коллектора или контактных колец. Продороживание коллектора (при необходимости)</p> <p>Проверка маркировки выводов обмоток, выполнение необходимого ремонта. Сборка машины, проверка защитного заземления, обкатка на холостом ходу</p>	<p>Допустимые радиальные зазоры в подшипниках качения (см. табл. 89)</p>
Капитальный	<p>Выполнение операций текущего ремонта. Внешний осмотр машин. Оценка состояния целостности обмоток. Измерение осевого разбега ротора (якоря) машин с подшипниками скольжения. Измерение зазора между шейкой вала и вкладышем подшипника, перезаливка вкладышей (при увеличенных</p>	<p>Начало выводов трехфазных асинхронных электродвигателей С1, С2, С3, С4, С5, С6</p> <p>Допустимые радиальные зазоры в подшипниках скольжения (см. табл. 90)</p>

Вид ремонта	Объем работы	Ремонтные нормативы
Капитальный	<p>радиальных зазорах). Замена подшипников качения вне зависимости от их состояния</p> <p>Полная разборка машины, промывка всех механических деталей, продувка и очистка сохраняемых обмоток, дефектация деталей</p> <p>Заварка трещин, приварка лап, зачистка заточек корпуса под подшипниковые щиты. Ремонт активной стали статора и ротора, удаление замыканий между листами. Ремонт посадочных мест, вала, вентилятора, коллектора, при необходимости перезаливка стержней ротора, замыкающих колец</p> <p>Ремонт обмоток, пропитка их лаком, сушка, испытание, сборка машин и их окраска. Проведение прямо-сдаточных испытаний машин и сдача в работу</p>	<p>При диаметре коллектора и контактных колец до 100 мм допустимый износ для коллектора 2,5 мм, для колец 3 мм, а при диаметре до 150 мм соответственно 3 и 4 мм</p> <p>Воздушный зазор в диаметрально противоположных точках не должен отличаться более чем на $\pm 10\%$ от среднего размера для двигателей на 100 кВт</p> <p>Производится у электродвигателей напряжением до 660 В мегаомметром</p> <p>Сопротивление не должно отличаться от паспортных данных более чем на $\pm 10\%$</p>
	<p>Измерение зазора между сталью ротора и статора (если позволяет конструкция)</p>	
	<p>Измерение сопротивления изоляции обмотки статора</p> <p>Измерение общего сопротивления постоянному току реостатов и пускорегулировочных сопротивлений, проверка целостности отпаяек</p>	
Текущий, капитальный		

Таблица 87. Основные неисправности электродвигателей и способы их устранения

Неисправность	Причина	Способ устранения
<p>Электродвигатель при пуске не разворачивается, гудит</p> <p>При вращении электродвигатель гудит и перегревается</p> <p>Пониженное сопротивление изоляции</p>	<p>Отсутствие напряжения в одной фазе</p> <p>Межвитковые замыкания. Короткое замыкание между двумя фазами</p> <p>Загрязнение или отсыревание обмоток</p>	<p>Прозвонить цепи двигателя, найти место разрыва цепи и устранить его</p> <p>Отремонтировать обмотку</p> <p>Разобрать электродвигатель, прочистить, продуть и просушить обмотку</p>

Неисправность	Причина	Способ устранения
Повышенный нагрев подшипников	Неправильная центровка электродвигателя с приводным механизмом	Проверить и при необходимости произвести центровку валов
	Слишком много или слишком мало смазки в подшипниках	Проверить количество смазки. Заполнить подшипник необходимым количеством смазки
Стук в подшипнике	Повреждение подшипника	Заменить подшипник
Повышенная вибрация электродвигателя	Недостаточная жесткость фундамента	Усилить фундамент
	Грубая сшивка ремня	Заменить ремень
	Несоосность вала электродвигателя с валом приводного механизма	Отцентровать валы
	Повышенный люфт из-за износа зубьев шестерни зубчатой передачи (редуктора)	Заменить шестерни редуктора
Пуск электродвигателя сопровождается сильным механическим шумом	Под кожух вентилятора попали посторонние предметы, погнут кожух	Выправить кожух, удалить посторонние предметы
Останов работающего электродвигателя	Прекращение подачи питания. Перегрузка или заклинивание электродвигателя исполнительным механизмом	Восстановить питание электродвигателя, прокрутить исполнительный механизм вручную
Перегрев электродвигателя	Электродвигатель перегружен, повышено или понижено напряжение сети	Разгрузить двигатель, проверить напряжение сети и отрегулировать его
	Отверстия кожуха вентилятора перекрыты посторонними предметами, загрязнена наружная поверхность электродвигателя	Удалить посторонние предметы с вентилятора, очистить поверхность электродвигателя
Повышенное искрение под щетками	Перекос щеток. Заедание щетки в обойме. Недостаточное нажатие на щетки	Установить щетки по инструкции, отрегулировать их движение в обойме и нажатие
	Повреждение контактной поверхности колец	Пришлифовать или проточить контактную поверхность
	Плохая притирка щеток	Притереть щетки, протягивая полоски стеклянной шкурки по направлению вращения между кольцами и щетками
Замыкание контактных колец	Загрязнение контактных колец и щеточного устройства медно-угольной пылью	Снять кожух контактных колец, прочистить и продуть их и щеточное устройство
	Отсыревание изоляции контактных колец	Просушить изоляцию

Содержание работы	Ремонтные операции	Пояснение
<p>Наружный осмотр и уточнение основных технических характеристик электродвигателя перед разборкой</p> <p>Очистка электродвигателя перед разборкой</p> <p>Установка двигателя на рабочее место. Общая разборка</p>	<p>Осмотр электродвигателя и запись основных технических характеристик</p>	<p>Присвоение электродвигателю ремонтного номера</p>
<p>Снятие подшипниковых щитов</p>	<p>Продувка электродвигателя сжатым воздухом, промывка и протирка</p> <p>Снятие с вала передаточных и соединительных деталей (шкивов, полумуфт)</p>	<p>Работу выполняет один человек</p>
<p>Вывод ротора из статора</p>	<p>Открепление и съём наружных крышек — подшипников и двух подшипниковых щитов</p> <p>Вывод ротора с помощью трубы-удлинителя, насаженной на конец вала</p>	<p>Освобождение стопорных винтов или выбивание фиксирующей шпонки. Снятие соединительной детали съёмником</p> <p>Отвод щита до выхода его на центрирующую заточку</p>
<p>Снятие с вала подшипников качения</p>	<p>При мощности электродвигателя до 20 кВт работу выполняет один человек, выше 20 кВт — два человека</p>	<p>Для демонтажа подшипников используют скобу, которая давит на внутреннее кольцо</p>
<p>Разборка подшипников скольжения</p>	<p>Снятие закрепляющих колец и выпрессовка передних и задних подшипников. Снятие внутренних крышек подшипников</p> <p>Открепление и снятие верхних и торцевых крышек масляных камер. Отвертывание стопорных болтов, выпрессовка втулок подшипников и снятие смазочных колец</p>	<p>Выпрессовку втулок подшипников выполняют винтовым приспособлением, предварительно вывернув стопорный винт и выведя из прорези вкладыша смазочное кольцо</p>
<p>Детальная разборка силовых электрических цепей</p>	<p>Отсоединение проводников пускового реостата и проводников, соединяющих контактные кольца с обмоткой ротора. Открепление изоляционных шайб и снятие их с торца вала. Стягивание втулки с контактными кольцами с вала стяжным винтом</p>	<p>Для демонтажа подшипников используют скобу, которая давит на внутреннее кольцо</p> <p>Для этого поднимают щетки, открепляют и снимают палец с комплектом щеткодержателей, предварительно отвернув стопор</p>
<p>Снятие вентилятора, короткозамыкателя и т. д.</p>	<p>Отвертывание стопорных болтов, снятие вентилятора и короткозамыкателя (кольца и вилки)</p> <p>Открепление и снятие кожуха и т. д.</p>	<p>—</p>
<p>Маркировка деталей электродвигателя. Составление дефектной ведомости</p>	<p>Промывка и протирка деталей и сборочных единиц после разборки. Осмотр ротора (якоря), статора</p> <p>Проверка обмотки и сопротивления изоляции. Выявление деталей, подлежащих ремонту или замене</p>	<p>Для этого детали укладывают на верстаке или стеллаже</p> <p>Во время проверки составляется дефектная ведомость</p>

Подшипник электродвигателя — элемент опоры вала, воспринимающий от него нагрузки и обеспечивающий его вращение. В электродвигателях находят применение два типа подшипников, различающихся видом трения: подшипники качения и подшипники скольжения.

По воспринимаемой нагрузке различают радиальные, упорные и радиально-упорные подшипники. В зависимости от нагрузки форма тел качения может быть шариковой, цилиндрической, игольчатой. Подшипники со сферическими телами качения называются шариковыми, а с цилиндрическими и конусными — роликовыми.

Подшипники скольжения отличаются способностью воспринимать большие усилия, устойчивы к ударным нагрузкам, применяются в крупных или сравнительно тихоходных машинах.

Минимальные и максимальные допустимые зазоры в подшипниках качения приведены в табл. 89, а в подшипниках скольжения — в табл. 90.

Таблица 89. Допустимые зазоры в подшипниках качения

Диаметр вала, мм	Минимальный радиальный зазор подшипников, мм		Максимальный радиальный зазор в подшипниках, мм	
	шариковых	роликовых	шариковых	роликовых
20—30	0,005	0,01	0,1	0,15
35—50	0,01	0,02	0,15	0,2
55—80	0,015	0,03	0,2	0,25
85—120	0,02	0,04	0,25	0,28

Таблица 90. Допустимые зазоры в неразъемных подшипниках скольжения

Диаметр шейки вала, мм	Верхний зазор между шейкой вала и вкладышем, мм			
	при частоте вращения до 1000 об/мин		при частоте вращения выше 1000 об/мин	
	максимальный	минимальный	максимальный	минимальный
80—120	0,12	0,08	0,17	0,12
121—180	0,15	0,10	0,21	0,15
181—260	0,18	0,12	0,25	0,18
261—360	0,21	0,14	0,29	0,21
361—500	0,24	0,17	0,34	0,25

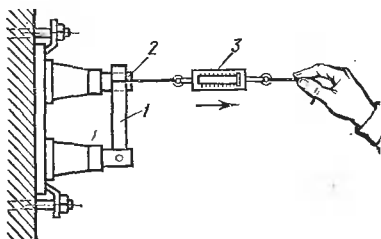


Рис. 42. Проверка вытягивающего усилия разъединителя:

1 — нож, 2 — контакт, 3 — динамометр

Номинальный ток разъединителя, А	400	600	1000	2000	3000
Вытягивающее усилие, Н	100	200	400	800	1000

РУ напряжением выше 1000 В. Технология ремонта основных аппаратов РУ напряжением выше 1000 В приведена в следующих таблицах: разъединителей — табл. 91 (рис. 42), выключателей нагрузки — табл. 92 (рис. 43), масляных выключателей — табл. 93 (рис. 44).

Давление в контактах разъединителя считают нормальным, если вытягивающее усилие (см. рис. 42) для каждого полюса не ниже следующих данных:

Таблица 91. Технология ремонта разъединителей

Содержание работы	Ремонтные операции	Пояснение
Осмотр разъединителя, очистка, замена изолирующих деталей	Очистка изоляторов, контактов и ножей от пыли, грязи и копоти. Замена расслоившихся деталей из бакелита новыми	У разъединителей РВО и РВТ проверка целостности механических запирающих устройств и прочности крепления стальных пластин электромагнитных замков к ножам
Восстановление армировки	При незначительных повреждениях покрытие их двумя слоями бакелитового лака, сушка каждого слоя 3 ч при 60°C Удаление с поврежденной части старой замазки и заливка нового цементующего состава при разрушении армировки, не превышающем $\frac{1}{3}$ окружности фланца или колпака опорного изолятора	Шов покрывают после высыхания лаком или олифой
Армирование	Новая армировка изоляторов, у которых разрушен цементующий пояс больше чем на $\frac{1}{3}$ окружности фланца или колпака	

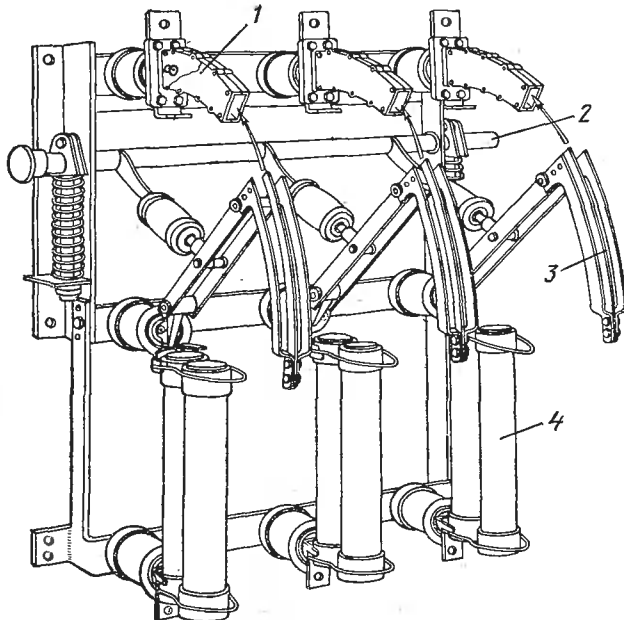
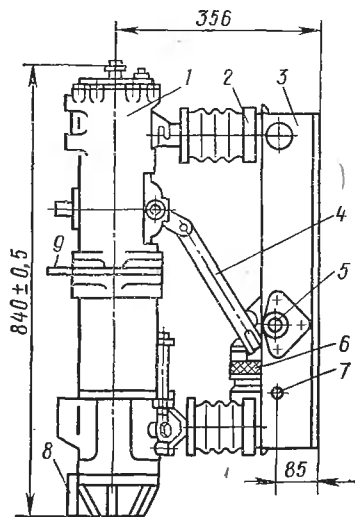
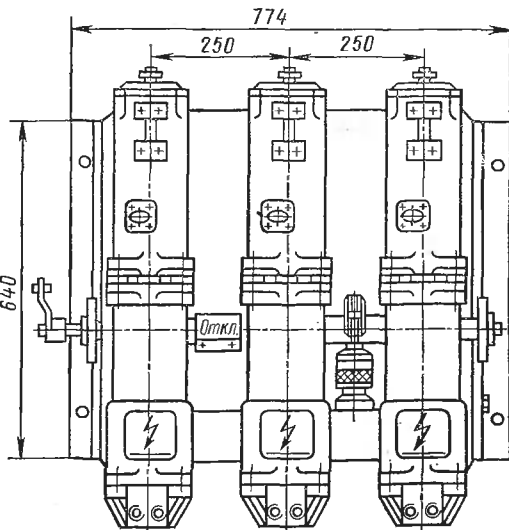


Рис. 43. Выключатель нагрузки на напряжение 6 и 10 кВ:

1 — дугогасительная камера, 2 — вал, 3 — подвижный контакт, 4 — предохранитель



а)



б)

Рис. 44. Выключатель ВМП-10:

а — общий вид, б — разрез одного полюса; 1 — корпус выключателя, 2 — изолятор, 3 — рама, 4 — изоляционная тяга приводного механизма, 5 — вал, 6 — масляный буфер, 7 — болт для заземления, 8 — нижний контактный вывод, 9 — верхний контактный вывод

Т а б л и ц а 92. Технология ремонта выключателей нагрузки

Содержание работы	Ремонтные операции	Пояснение
Ремонт вкладышей дугогасительных камер и контактов	Очистка контактных поверхностей от копоти и следов оплавления. Отвертывание винтов, крепящих щек дугогасительного устройства, снятие щек и осмотр вкладышей. Если стенки выгорели, вкладыши заменяют новыми	Дефектный вкладыш приводит к аварии выключателя
Проверка состояния пружин и буферных устройств	Замена ослабленных или дефектных пружин новыми, заводского изготовления. Замена износившихся резиновых шайб буфера новыми	Шайбы изготавливают из листовой резины толщиной 4—6 мм
Смазка и регулировка выключателя	Очистка трущихся поверхностей от старой смазки и нанесение свежей смазки, соответствующей окружающей температуре. При регулировке добиваются одновременного вхождения ножей в дугогасительные устройства и неподвижные контакты и выхода из них	При регулировке добиваются давлений в контактах, приведенных в § 23, с. 126

Т а б л и ц а 93. Технология ремонта масляных выключателей ВМП-10

Содержание работы	Ремонтные операции	Пояснение
Разборка выключателя	Слив масла из цилиндра. Отсоединение от полюсов изоляционных тгт после снятия полюсов, открывание нижних крышек с неподвижными контактами, выем распорных бакелитовых цилиндров и дугогасительных камер. Снятие верхних крышек и выем маслоотделителей из цилиндров	—
Ремонт контактной системы	Очистка наждачной шкуркой слегка обгоревших контактов, опилование контактов с наплывами; замена сильно обгоревших контактов новыми. При необходимости замена наконечников подвижных контактов. Выравнивание поверхности на стыке стержня с наконечником опилованием. Навинчивание наконечника до отказа на контактный стержень	Отвертывание наконечника предотвращают накерниванием его в четырех местах по окружности стыка
Очистка деталей	Проверка, очистка и смазка буферных устройств, подтяжка всех креплений. Установка отремонтированных полюсов на раме, проверка легкости поворота главного вала при отсоединенных отключающих пружинах. Заливка выключателя изоляционным маслом и его регулировка	Шток и поршень масляного буфера должны двигаться плавно, без заеданий. В каждый полюс отремонтированного выключателя вливают 1,5 л чистого сухого трансформаторного масла

Содержание работы	Ремонтные операции	Пояснение
Регулировка выключателя	Ввертывание до упора стержня диаметром 6 мм, длиной 400 мм в резьбовое отверстие на торце подвижного контакта каждого полюса. Полный ход подвижных контактов при этом должен быть 245 ± 5 мм; угол поворота вала — $87 \pm 2^\circ$, а недоход механизма до крайнего включенного и отключенного положений — не менее 4 мм	Выключив и отключив полюса до отказа за наружные рычаги, на контрольных стержнях делают отметки недохода на 5 мм до крайнего положения. При регулировке выключатель можно включать и отключать только вручную

Отрегулированный разъединитель проверяют 10-кратным включением и отключением. Затем его тщательно осматривают: не должно быть нарушения регулировки, ослабления креплений или иных дефектов, препятствующих нормальной работе разъединителя. Контактные части покрывают тонким слоем технического вазелина.

В открытых подстанциях напряжением 10 кВ и выше применяют отделители и короткозамыкатели, имеющие большое конструктивное сходство с аналогичными им по напряжению разъединителями. Ремонт контактных частей отделителей и короткозамыкателей производится так же, как и разъединителей, поэтому здесь не рассматривается.

РУ напряжением до 1000 В. При ремонте рубильников (переключателей) тщательно очищают контактные поверхности ножей 1 (рис. 45) и контактных губок 2 от грязи, копоти и частиц оплавленного металла. При сильных оплавлениях губки или ножи заменяют новыми, подтягивают все крепежные детали, шарнирные соединения, проверяют состояние пружин и пружинящих скоб; ослабленные пружины заменяют новыми. Добиваются, чтобы ножи входили в губки без ударов и перекосов, но с некоторым усилием.

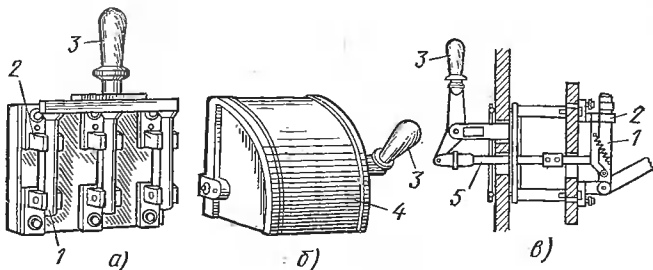


Рис. 45. Трехполюсный рубильник:

а — трехфазный в открытом исполнении, б — в закрытом кожухе, в — управляемый механическим приводом; 1 — ножи, 2 — губки, 3 — рукоятка, 4 — кожух, 5 — тяга

Контактная поверхность губки должна плотно прилегать к соответствующей поверхности ножа. Щуп толщиной 0,05 мм должен входить в пространство между губкой и ножом на глубину не более 6 мм.

Глубину входа ножей в губки регулируют так, чтобы у рубильника с рычажным приводом ножи при полностью включенном положении не входили до контактной площадки губок на 3 мм. В то же время вся контактная часть ножа должна войти в губки. Неодновременность выхода ножей из контактных губок не должна превышать 3 мм.

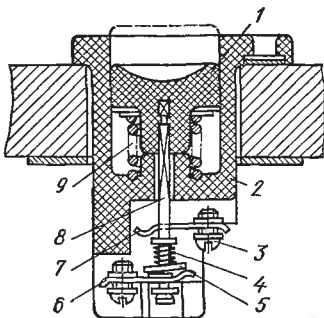


Рис. 46. Кнопка управления:
1 — толкатель, 2 — корпус, 3 —
винт, 4, 9 — возвратная и кон-
тактная пружины, 5 — контак-
тный мостик, 6, 7 — контакты,
8 — стержень

При ремонте кнопки управления (рис. 46) очищают поверхности контактов 6 и 7 и мостика 5 от пленок оксидов, проверяют состояние пружин 4 и 9 и затяжку винтов 3. Ослабленные пружины заменяют новыми заводского изготовления. При сборке отремонтированной кнопки обращают внимание на правильность взаимного расположения внутренних деталей ее контактных поверхностей, а также на отсутствие заеданий стержня 8 и кнопки в корпусе 2.

При ремонте ключа управления очищают поверхности подвижных и неподвижных контактов, проверяют крепление проводов, затяжку крепежных деталей и стяжных болтов, прочность крепления сигнальной арматуры в рукоятке ключа. При сборке необходимо добиваться сохранения первоначального положения контактов и рукоятки, плотности соединения пакетов ключа в блок.

При ремонте пакетных выключателей обгоревшие контакты 3 и 5 (рис. 47), ослабленные пружины 9, сильно изношенные дугогасительные шайбы 11 заменяют новыми. При сборке выключателя следят за правильностью взаимного расположения подвижных и неподвижных контактов и плотностью соединения пакетов 4. Пружина при повороте рукоятки 1 должна натягиваться, а затем с большой скоростью замыкать или размыкать контакты. Отремонтированный и собранный выключатель проверяют 10-кратным включением и отключением.

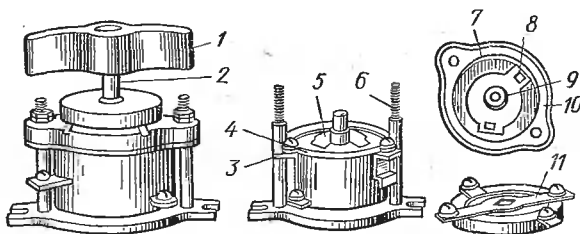


Рис. 47. Пакетный выключатель:

1 — рукоятка, 2 — валик, 3, 5 — контакты, 4 — кольцо-пакет, 6 — стяжная шпилька, 7 — крышка, 8 — упор, 9 — пружина, 10 — фиксирующий выступ, 11 — дугогасительная шайба

При ремонте пусковых ящиков ЯРП и ЯБПВ (рис. 48) устраняют имеющиеся повреждения контактных частей, проверяют состояние привода. Привод при включении должен полностью и без перекосов вводить ножи рубильника (предохранителя) в контактные губки, а при отключении создавать между ножами и губками разрыв не менее 30 мм по кратчайшему расстоянию.

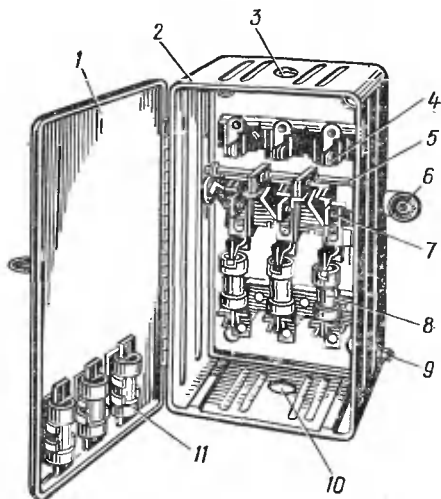
Крепежные детали подтягивают, винты и болты с поврежденной резьбой заменяют новыми. Поврежденную изоляцию восстанавливают, перезаряжают при необходимости предохранители и заменяют плавкие вставки (обязательно на всех предохранителях одновременно).

При ремонте магнитного пускателя (рис. 49) очищают контакты 7, 8, проверяют сохранность биметаллических элементов и нагревателей. Вышедшие из строя элементы заменяют новыми заводского изготовления.

Наиболее часто повреждающейся деталью магнитного пускателя является его удерживающая катушка 3, которая при включенном пускателе находится

Рис. 48. Пусковой ящик ЯРП для силовых цепей:

1 — дверка, 2 — корпус, 3, 10 — отверстия для ввода и вывода проводов из ящика, 4 — контактные губки рубильника, 5 — траверса рубильника, 6 — рукоятка, 7 — ножи рубильника, 8 — предохранитель, 9 — болт заземления, 11 — запасной комплект предохранителей



под напряжением. Катушку с пересохшей изоляцией заменяют новой. При отсутствии катушек заводского изготовления их наматывают в электроцехе предприятия, руководствуясь приведенными в табл. 94 параметрами обмоток.

Часто у тепловых реле выходят из строя нагревательные элементы, встроенные в магнитные пускатели. Изготавливают элементы шести типов, рассчитанные на различные токи. Элементы первого и второго типов изготавливают из нихромовой или фехралевой проволоки. В элементах первого типа проволока намотана на пластинку из слюды, к концам проволоки припаяны серебром медные наконечники. В элементах второго типа проволока намотана в виде спирали, к ее концам припаяны стальные наконечники. Спиральные элементы кадмируют, чтобы предохранить от окисления при нагревании. Элементы остальных четырех типов изготавливают методом штамповки.

Для обеспечения надежной работы магнитного пускателя при ремонте применяют нагревательные элементы заводского изготовления и только в исключительных случаях изготавливают новые элементы на самих предприятиях.

Автоматические воздушные выключатели (автоматы) служат для автоматического отключения отдельных участков электрической установки при возникновении перегрузки, короткого замыкания, а также при снижении или полном исчезновении напряжения. Воздушный выключатель может быть использован в качестве отключающего аппарата. Технологические операции ремонта автомата незначительно отличаются от ремонта магнитного пускателя и поэтому здесь не рассматриваются.

Таблица 94. Параметры обмоток катушек магнитных пускателей

Габарит магнитного пускателя	Напряжение, В					
	127		220		380	
	диаметр провода, мм	число витков	диаметр провода, мм	число витков	диаметр провода, мм	число витков
2	0,25	1600	0,20	2700	0,15	4700
3	0,31	1220	0,25	2120	0,20	3650
4	0,83	490	0,64	850	0,47	1470
5	1,16	400	0,86	700	0,64	1200

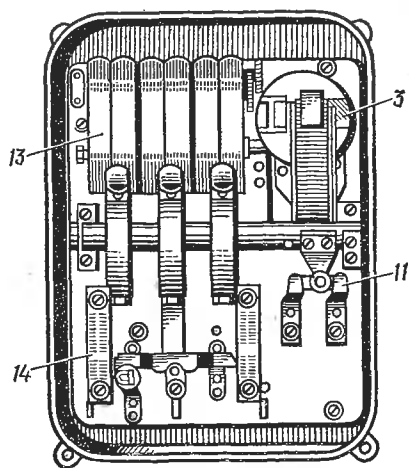
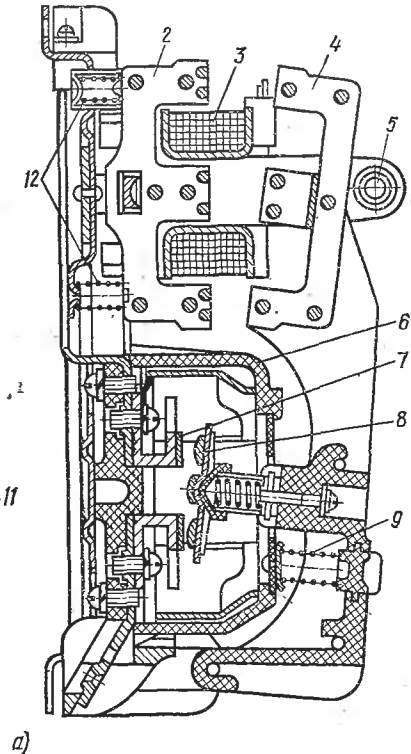
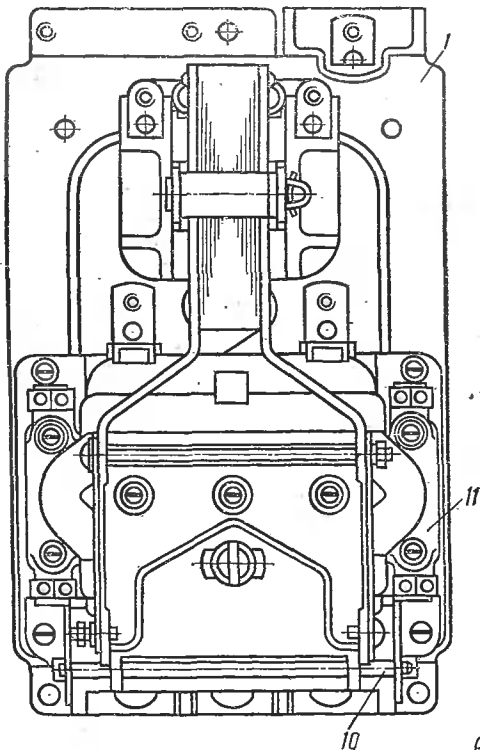


Рис. 49. Магнитные пускатели ПА (а) и ПМ (б):

1 — основание, 2 — сердечник, 3 — катушки, 4 — якорь, 5 — упор, 6 — изоляционная камера, 7, 8 — неподвижные и подвижные контакты, 9 — пружина возврата якоря, 10 — ось якоря, 11 — блок-контакты, 12 — амортизирующая пружина, 13 — дугогасительная камера, 14 — тепловое реле

§ 24. Ремонт электрических грузоподъемных машин

На ремонт грузоподъемных машин должен быть выдан наряд; ремонт электрооборудования выполняется не менее чем двумя электромонтерами в сроки, установленные лицом, ответственным за их исправное состояние, и утвержденные администрацией предприятия.

Целесообразно ремонт электрооборудования производить одновременно с ремонтом грузоподъемной машины. Допуск к ремонту грузоподъемных машин производится в соответствии с установленным Госгортехнадзором порядком, а ремонт отдельного электрооборудования — в соответствии с общими положениями ПТБ. Ремонт электродвигателей мостовых, передвижных консольных кранов и лифтов производится методами, изложенными в § 22.

Основные неисправности аппаратуры управления электроприводами грузоподъемных машин и способы их устранения приведены в табл. 95.

Таблица 95. Основные неисправности аппаратуры управления электроприводами грузоподъемных машин

Неисправность	Причина	Способы устранения
Не срабатывает линейный контактор при включенном главном выключателе	Сгорел предохранитель цепи управления Не все контроллеры находятся в нулевом положении Отсутствует контакт в цепи нулевых кулачковых элементов Сгорела катушка линейного контактора Нарушен контакт максимального реле	Заменить предохранитель. При повторном сгорании найти место короткого замыкания или заземления Установить контроллеры в нулевое положение Отрегулировать контакт Заменить катушку Заменить контакт в реле
Отключается при отпуске кнопки защиты линейный контактор	Неисправны блок-контакты линейного контактора Нарушен контакт в цепях конечных выключателей	Отремонтировать или заменить блок-контакты Отрегулировать контакт
Срабатывает защита при переводе рукоятки контроллера в первое рабочее положение	Замыкание на корпус одной из фаз статора электродвигателя или тормозного электромагнита Междуфазовое замыкание Сгорание предохранителя цепи управления в схеме с магнитным контроллером Короткое замыкание в цепи ротора на щеткодержателях, выводных зажимах резисторов и роторных цепей контроллера Неисправность в цепи конечного выключателя	Измерить сопротивление изоляции между корпусом и фазами Проверить аппараты, отсоединенные от двигателя и тормозного электромагнита, а также электродвигатель и тормозной электромагнит на отсутствие междуфазового замыкания Замыкание на корпус в цепи управления Проверить электродвигатель, контроллер, резисторы на отсутствие короткого замыкания Отрегулировать контакты конечного выключателя

Неисправность	Причина	Способы устранения
<p>Не приводится в движение механизм при переводе рукоятки в первое рабочее положение без нагрузки на крюке</p>	<p>Обрыв одной фазы обмотки статора Обрыв цепи тормоза</p> <p>Не происходит растормаживания механического тормоза Обрыв в двух фазах цепи ротора</p>	<p>Проверить наличие напряжения на всех фазах Проверить наличие напряжения на катушке электромагнита тормоза Отрегулировать тормоз</p>
<p>Механизм разгоняется толчками или отключается защита при плавном переводе в последнее рабочее положение</p>	<p>Обрыв цепей отдельных секций резистора. Отсутствие электрического контакта отдельных контактов аппарата, замыкающих ступени резистора</p> <p>Установленный резистор имеет неверную разбивку сопротивлений по ступеням</p>	<p>Проверить целостность резисторов и надежность контакта щеткодержателей двигателя Проверить прохождение тока на каждой из ступеней разгона</p>
<p>Срабатывает защита при быстром переводе командоконтроллера в крайнее рабочее положение</p>	<p>Неправильно отрегулированы выдержки времени реле ускорения</p> <p>Сгорел выпрямитель или катушка реле ускорения</p>	<p>Произвести пересчет ступеней резистора</p> <p>Увеличить выдержки времени реле ускорения уменьшением толщины немагнитной прокладки</p>
<p>Не отключается привод и не возвращается в нулевое положение рукоятка контроллера</p> <p>Срабатывает защита при быстром переключении командоконтроллеров механизмов горизонтального передвижения с одного направления движения на другое</p>	<p>Приварились контакты контроллера в цепи статора</p> <p>Заедает собачка фиксатора</p> <p>Не отрегулировано реле контроля противовключения</p> <p>Не отрегулирована механическая блокировка между контакторами направления</p>	<p>Проверить, находится ли реле ускорения в нулевом положении Зачистить контакты, проверить их нажатие</p> <p>Отрегулировать фиксатор согласно указаниям на схеме отрегулировать условия срабатывания реле противовключения</p> <p>Обеспечить отсутствие короткого замыкания через контакты контакторов направления регулировкой механической блокировки</p>
<p>При установке контроллера на второе положение подъема номинальный груз движется вниз</p>	<p>Обрыв одной фазы питающего напряжения либо вне крана, либо в пределах его аппаратуры</p> <p>Неисправность в цепи резистора</p>	<p>Восстановить подачу трехфазового питания на кран или двигатель</p>
<p>Не срабатывает конечная защита</p>	<p>Не отключается электромагнитный аппарат, в цепи катушки которого включены конечные выключатели</p> <p>Нарушена регулировка конечного выключателя</p>	<p>Проверить правильность подбора резистора Проверить контакты линейного контактора или обходных цепей нулевого реле на отсутствие приваривания</p> <p>Отрегулировать конечный выключатель</p>

§ 25. Испытания электроустановок и диэлектрических защитных средств

Для повышения качества ремонта электродвигателей, их надежности и бесперебойности работы после выхода из капитального ремонта необходимо проводить всесторонний контроль ремонтных работ.

Испытания электродвигателей выполняют на испытательных стендах заводского изготовления.

Так, например, стенд ИС-5, схема которого показана на рис. 50, предназначен для испытания асинхронных электродвигателей переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 220, 380, 500 и 660 В, с короткозамкнутыми и фазовыми роторами мощностью до 100 кВт после капитального ремонта.

Техническая характеристика стенда приведена ниже.

Количество испытательных мест на стенде, шт.	5
из них для испытания электродвигателей мощностью до 20 кВт	4
для испытания электродвигателей мощностью до 100 кВт	1
Среднее время испытания одного электродвигателя, мин	12
Масса стенда, кг	1250

Металлическая ванна (рис. 51) с двумя отсеками 1, 9 позволяет одновременно испытывать шесть единиц защитных средств. Токи утечки контролируются миллиамперметрами 4 со шкалой 0—20 мА, смонтированной над ванной. При эксплуатации электроустановок необходимо строго выполнять все требования ПТБ.

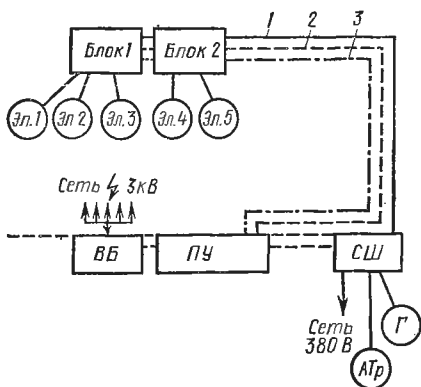


Рис. 50. Электрическая структурная схема стенда ИС-5:

1 — силовые цепи, 2 — цепи управления, 3 — испытательные цепи; Эл.1—Эл.5 — электродвигатели, ВБ — высоковольтный блок, ПУ — пульт управления, СШ — силовой шкаф, Г — генератор, АТр — автотрансформатор

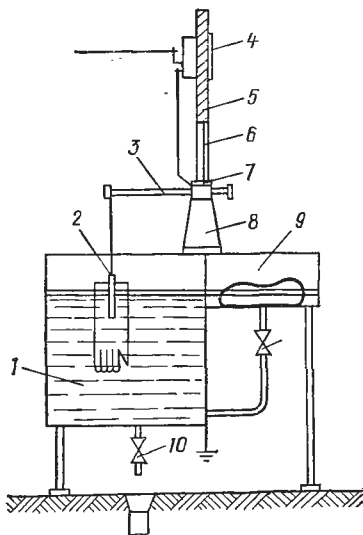


Рис. 51. Ванна для испытания бот, галош, перчаток:

1 — отсек для испытания перчаток и бот, 2 — зажим-электрод, 3 — перекидной шинопровод, 4 — миллиамперметры Э30, 5 — плита, 6 — рама, 7 — изоляционная планка, 8 — изоляторы, 9 — отсек для испытания галош, 10 — водопроточный кран