

А. И. ГЛАЗ

СПРАВОЧНИК МОЛОДОГО ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

(ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ, ИСПРАВЛЕННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ)

Под редакцией канд. техн. наук
Б. В. Гетлинга

ВСЕСОЮЗНОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПРОФТЕХИЗДАТ

Москва 1960



От издательства

В справочнике приведены основные общетехнические сведения, необходимые электротехнику. Подробно изложены вопросы канализации электрической энергии, дано описание силового, осветительного электрооборудования, электрических машин, а также организации работ и техники безопасности.

Отдельный раздел книги посвящен индустриализации и механизации электромонтажных работ.

Справочник предназначен для молодых электромонтеров и электрослесарей, работающих по монтажу, ремонту и эксплуатации электроосветительных и электросиловых установок.

Со всеми замечаниями и предложениями просим обращаться по адресу: *Москва, Центр, Хохловский пер., 7, Профтехиздат.*

ПРЕДИСЛОВИЕ

XXI съезд Коммунистической партии Советского Союза определил план развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг.

Главной задачей семилетнего плана является дальнейший мощный подъем всех отраслей экономики на базе преимущественного роста тяжелой индустрии, значительного усиления экономического потенциала страны, с тем чтобы обеспечить непрерывное повышение жизненного уровня народа.

В результате выполнения этого плана будет сделан решающий шаг в создании материально-технической базы коммунизма и в осуществлении основной экономической задачи СССР — в исторически кратчайшие сроки догнать и перегнать наиболее развитые капиталистические страны по производству продукции на душу населения.

Величественные перспективы открываются в области дальнейшей электрификации СССР. В 1965 г. выработка электроэнергии в стране достигнет 500—520 млрд. киловатт-часов. Это означает, что предстоящее семилетие явится решающим этапом в осуществлении Ленинского плана сплошной электрификации СССР.

Коммунистическая партия и Советское правительство всегда уделяли особое внимание вопросам развития энергетики.

Владимир Ильич Ленин на VIII Всероссийском съезде Советов в 1920 г. говорил, что если Россия покроется густой сетью электрических станций, то наше коммунистическое хозяйственное строительство станет образцом для грядущей социалистической Европы и Азии. Тогда же В. И. Ленин определил значение электрификации в коммунистическом строительстве и выразил это в историческом лозунге: «Коммунизм — это есть Советская власть плюс электрификация всей страны». В наши дни эти ленинские слова претворяются в жизнь.

Технический уровень электроэнергетики СССР значительно вырос. В настоящее время в СССР работает ряд тепловых электростанций мощностью до 600 тыс. *квт* и строятся новые станции мощностью 800, 1000 и 1200 тыс. *квт*. В семилетнем плане предусматривается строительство тепловых электростанций мощностью до 2,4 млн. *квт* и выше на дешевых углях, мазуте и газе с турбогенераторами в 300 тыс. *квт* и более.

СССР достиг огромных успехов в использовании гидроэнергетических ресурсов. Если в 1928 г. гидроэлектростанции вырабатывали 0,4 млрд. *квт-ч* электроэнергии, то в 1957 г. выработка достигла 34,6 млрд. *квт-ч*. За эти годы были построены и пущены такие гидроэлектростанции, как Куйбышевская, Горьковская, Каховская, Бухтарминская, Иркутская и др. В стадии завершения строительства такие электростанции как Сталинградская (2,3 млн. *квт*) и Братская (4,2 млн. *квт*).

За 15—20 лет мощность электростанций увеличится в 7—8 раз. В 1980 г., например, намечено выработать около 2300 млрд. *квт-ч* электроэнергии.

Особое развитие получит строительство дальних и сверхдальних линий электропередач на переменном и постоянном токе, протяженность которых достигнет значительных размеров: 1000 км. Сталинградская ГЭС — Москва и Куйбышевская ГЭС — Урал (на переменном токе напряжением 400—500 *кв*); до 473 км Сталинград — Донбасс (на постоянном токе напряжением 800 *кв*). Общая протяженность линий электропередач к концу семилетки достигнет 200 000 км.

XXI съезд КПСС наметил широкое развитие электрификации железных дорог. К началу шестой пятилетки протяженность электрифицированных железных дорог составляла 5400 км, а к 1965 г. она увеличится до 20 тыс. км. В результате СССР выйдет на первое место в мире по электрификации железных дорог. По перспективному плану в течение 15 лет будет электрифицировано 40 тыс. км железных дорог. Уже начаты работы по электрификации Транссибирской железной дороги Москва — Чита.

В СССР более 5 лет работает первая в мире атомная электростанция мощностью 5 тыс. *квт*, готовятся к пуску станции мощностью около 200 тыс. *квт*. За семилетку будут построены новые атомные электростанции общей мощностью более 2,5 млн. *квт*.

Значительно возросла электрификация промышленности и строительства. В связи с внедрением комплексной ме-

ханизации и автоматизации производства мощность электродвигателей, обслуживающих промышленность СССР, к 1956 г. по сравнению с 1928 г. увеличилась более чем в 28 раз. Значительным потребителем электроэнергии стала строительная индустрия. Потребление электроэнергии в сельском хозяйстве в 1958 г. по сравнению с 1940 г. увеличилось в 7,5 раза.

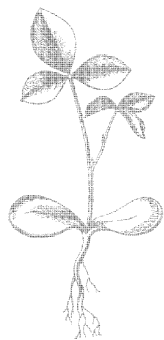
Не менее быстрый рост потребления электроэнергии происходит в коммунальных хозяйствах городов. Потребление электроэнергии коммунальным хозяйством и расход на бытовые нужды населения к 1958 г. увеличились почти в 10 раз по сравнению с 1932 г.

В конце ноября 1959 г. состоялось Всесоюзное совещание по энергетическому строительству, на котором обсуждены важнейшие вопросы практического осуществления грандиозной программы развития электрификации СССР.

Перед этим совещанием, 24 ноября 1959 г., ЦК КПСС обратился с письмом к партийным, советским, хозяйственным, профсоюзным и комсомольским организациям, трудящимся предприятий промышленности, транспорта,строек, колхозов и совхозов, научно-исследовательских и проектных институтов, конструкторских бюро, культурно-бытовых учреждений, совнархозов, министерств и ведомств «О рациональном использовании электрической энергии в народном хозяйстве». В этом письме указывается, что важнейшим условием выполнения семилетнего плана является непрерывный технический прогресс, основу которого составляет широкая электрификация народного хозяйства. В письме также указывается, что разумное и экономное использование электрической энергии имеет важное значение для дальнейшего развития электрификации страны.

В успешном решении задач семилетки значительная роль принадлежит квалифицированным кадрам электроэнергетических профессий, в том числе молодым электромонтерам и электрослесарям, которым и предназначен настоящий справочник.

Второе издание справочника значительно переработано с учетом многочисленных писем читателей, в которых были высказаны полезные замечания. Кроме того, настоящее издание дополнено новыми сведениями; учтены новые разделы «Правил устройства электроустановок» и новые ГОСТ.



РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Глава I. ОБЩЕТЕХНИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

1. Алфавиты

Т а б л и ц а 1

| Латинский алфавит | | | Греческий алфавит | | |
|-------------------|----------|------------------|-------------------|----------|------------------|
| Написание букв | | Название букв | Написание букв | | Название букв |
| прописных | строчных | | прописных | строчных | |
| A | a | а | Α | α | альфа |
| B | b | бэ | Β | β | бета |
| C | c | цэ | Γ | γ | гамма |
| D | d | дэ | Δ | δ | дельта |
| E | e | э | Ε | ε | эпсилон |
| F | f | эф | Ζ | ζ | дзета |
| G | g | гэ (же) | Η | η | эта |
| H | h | ха (аш) | Θ | θ | тэта |
| I | i | и | Ι | ι | йота |
| J | j | йот | Κ | κ | каппа |
| K | k | ка | Λ | λ | лямбда |
| L | l | эль | Μ | μ | ми (мю) |
| M | m | эм | Ν | ν | ни (ню) |
| N | n | эн | Ξ | ξ | кси |
| O | o | о | Ο | ο | омикрон |
| P | p | пэ | Π | π | пи |
| Q | q | ку | Ρ | ρ | ро |
| R | r | эр | Σ | σ | сигма |
| S | s | эс | Τ | τ | тау |
| T | t | тэ | Υ | υ | ипсилон |
| U | u | у | Φ | φ | фи |
| V | v | вэ | Χ | χ | хи |
| W | w | дубль-вэ | Ψ | ψ | пси |
| X | x | икс | Ω | ω | омега |
| Y | y | игрек | | | |
| Z | z | зет | | | |

2. Обозначения некоторых общетехнических величин (по ГОСТ 1493—47)

Таблица 2

| Наименование | Обозначения | |
|---|---------------|-----------|
| | основные | запасные |
| Вес | G | P, Q |
| Вес удельный | γ | |
| Время | t | τ |
| Давление | p | |
| Длина волны | λ | |
| Коэффициент полезного действия | η | |
| Коэффициент теплоотдачи | α | |
| Коэффициент теплопередачи | k | |
| Масса | m | |
| Момент инерции | J | I |
| Момент силы | M | |
| Период | T | τ |
| Плотность | ρ | |
| Поток световой, поток тепловой | Φ | |
| Сила | P, F, Q, R | |
| Скорость линейная (скорость точки) | v | w, u |
| Скорость света | c | |
| Скорость угловая | ω | |
| Теплоемкость | C | |
| Ускорение силы тяжести (ускорение свободного падения) | g | |
| Ускорение угловое | ε | |
| Число оборотов в минуту | n | |
| Энергия | E | A, U, W |
| Энергия кинетическая (живая сила) | T | |
| Энергия потенциальная | P | |

3. Системы единиц и физические постоянные

Из довольно большого количества существующих в настоящее время систем единиц измерения в электротехнике в основном принята абсолютная практическая рационализованная система МКСА (MKSA), которая широко применяется также и в других областях физики. В основу этой

Таблица 3

Единицы абсолютной практической системы МКСА

| Величина | Наименование | Размерность | Обозначение | | Содержание единиц в нерационализованных системах | |
|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------|---------------------------------|--|--------------------------|
| | | | Русским шрифтом | Латинским или греческим шрифтом | электро-статической (СГСЭ) | электро-магнитной (СГСМ) |
| 1. Основные единицы | | | | | | |
| Длина | Метр | m | m | m | 10^2 (с.м.) | 10^2 (с.м.) |
| Масса | Килограмм | kg | kg | kg | 10^3 (г.) | 10^3 (г.) |
| Время | Секунда | сек. | сек. | sec | 1 (сек.) | 1 (сек.) |
| Ток | Ампер | a | a | A | $3 \cdot 10^9$ | 10^{-1} |
| 2. Механические единицы | | | | | | |
| Скорость | Метр в секунду | m/sec | m/sec | m/sec | 10^2 | 10^2 |
| Ускорение | Метр в секунду за секунду | m/sec^2 | m/sec^2 | m/sec^2 | 10^2 | 10^2 |
| Энергия, работа | Джоуль или ватт-секунда | $kg \cdot m^2 / sec^2 = дж$ | дж | J | 10^7 (эрг) | 10^7 (эрг) |

Продолжение табл. 3

| Величина | Наименование | Размерность | Обозначение | | Содержание единиц в переработанных системах | |
|--|---------------------------|--|------------------|-------------------|---|--------------------------|
| | | | русским шрифтом | латинским шрифтом | электро-статической (СГСЭ) | электро-магнитной (СГСМ) |
| Сила | Ньютон или джоуль на метр | $\frac{кг \cdot м}{сек^2} = \frac{дж}{м}$ | н | N | 10^5 (дин) | 10^5 (дин) |
| | | | | | | |
| Мощность | Ватт | $\frac{кг \cdot м^2}{сек^3} = \frac{дж}{сек}$ | вт | W | 10^7 | 10^7 |
| | | | | | | |
| 3. Электрические единицы | Кулон | $а \cdot сек = к$ | к | C | 1 | $\frac{1}{300}$ |
| | | | | | | |
| Количество электричества | Вольт | $\frac{кг \cdot м^2}{а \cdot сек^3} = в$ | в | V | 10^8 | 10^8 |
| | | | | | | |
| Разность электрических потенциалов, напряжение, Э. Д. С. | Вольт на метр | $\frac{кг \cdot м}{а \cdot сек^3} = \frac{в}{м}$ | в/м | V/m | 10^8 | 10^8 |
| | | | | | | |
| Напряженность электрического поля | Кулон на кв. метр | $\frac{кг \cdot м}{а \cdot сек} = \frac{к}{м^2}$ | к/м ² | C/m ² | $4 \pi \cdot 3 \cdot 10^5$ | $4 \pi \cdot 10^{-5}$ |
| | | | | | | |
| Электрическое смещение | | | | | | |
| | | | | | | |

Продолжение табл. 3

| Величина | Наименование | Размерность | Обозначение | | Содержание единиц в рационализованных системах | |
|------------------------|-------------------------|--|-----------------|---------------------------------|--|--------------------------|
| | | | русским шрифтом | латинским или греческим шрифтом | электро-статической (СГСЭ) | электро-магнитной (СГСМ) |
| Электрическая емкость | Фарада | $\frac{a^2 \cdot \text{сек}^4}{\text{кг} \cdot \text{м}^2} = \frac{a \cdot \text{сек}}{\text{в}}$ $= \frac{\text{сек}}{\frac{\text{ом}}{\text{а}}}$ | Φ | F | $9 \cdot 10^{11}$ (с.м.) | 10^{-9} |
| | Ом | $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{a^2 \cdot \text{сек}^2} = \frac{\text{в}}{a}$ | ом | Ω | $\frac{1}{9} \cdot 10^{-11}$ | 10^9 |
| Удельное сопротивление | Ом, умноженный на метр | $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^3}{a^2 \cdot \text{сек}^3} = \text{ом} \cdot \text{м}$ | ом·м | $\Omega \cdot m$ | $\frac{1}{9} \cdot 10^{-9}$ | 10^{11} |
| | Удельная проводимость | $\frac{a^2 \cdot \text{сек}^3}{\text{кг} \cdot \text{м}^3} = \frac{1}{\text{ом} \cdot \text{м}}$ | 1 | 1 | $9 \cdot 10^9$ | 10^{-11} |
| 4. Магнитные единицы | Вольт-секунда или вебер | $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{a \cdot \text{сек}^2} = \text{в} \cdot \text{с}$ | в·с | $V \cdot \text{sec}$ | $\frac{1}{300}$ | 10^8 (мкс) |

Продолжение табл. 3

| Величина | Наименование | Размерность | Обозначение | | Содержание единиц в нерационализованных системах | |
|--|---|---|-------------------------|---------------------------------|--|--------------------------|
| | | | русским шрифтом | латинским или греческим шрифтом | электро-статической (СГСЭ) | электро-магнитной (СГСМ) |
| Магнитная индукция | Вольт-секунда на кв. метр или вебер на кв. метр | $\frac{кг}{а \cdot сек^2} = \frac{в \cdot с}{м^2}$ | $\frac{в \cdot с}{м^2}$ | $\frac{V \cdot sec}{m^2}$ | $\frac{1}{3} \cdot 10^{-6}$ | $10^4 (сг)$ |
| | | | | | | |
| Напряженность магнитного поля | Ампер на метр | $а/м$ | $а/м$ | A/m | $4\pi \cdot 3 \cdot 10^7$ | $4\pi \cdot 10^{-3} (э)$ |
| | | | | | | |
| Индуктивность собственная или взаимная | Генри | $\frac{кг \cdot м^2}{а^2 \cdot сек^2} = \frac{в \cdot с}{а} = Ом \cdot сек$ | $гн$ | H | $\frac{1}{9} \cdot 10^{-11}$ | $10^9 (сгм)$ |
| | | | | | | |

системы положены три механические (метр, килограмм, секунда) и одна электрическая единица (ампер), посредством которых определяются любые электрические и неэлектрические величины. Однако наряду с рационализованной системой единиц на практике приходится также встречаться с нерационализованными системами: абсолютной электростатической (СГСЭ) и абсолютной электромагнитной (СГСМ). Для перехода от одной системы к другой можно пользоваться табл. 3 или формулами размерности, связывающими данную величину с величинами, принятыми за единицу (некоторые варианты этих формул приведены в графе 3 табл. 3).

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ

Таблица 4

Единицы энергии *

| Наименование единицы | Эрг | Килограммометр | Джоуль | Киловатт-час |
|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Эрг | 1 | $1,0198 \cdot 10^{-8}$ | $0,999948 \cdot 10^{-7}$ | $0,2777 \cdot 10^{-14}$ |
| Килограммометр | $9,806 \cdot 10^7$ | 1 | 9,8045 | $2,723 \cdot 10^{-6}$ |
| Джоуль | $1,000151 \cdot 10^7$ | 0,10199 | 1 | $2,777 \cdot 10^{-7}$ |
| Киловатт-час . . | $3,6005 \cdot 10^{13}$ | $3,672 \cdot 10^5$ | $3,6005 \cdot 10^6$ | 1 |

* Работа и энергия измеряются также в других единицах:

1 сила-час = $2,648 \cdot 10^{15}$ дж;

1 электрон-вольт (эв) = $1,59 \cdot 10^{19}$ дж;

1 калория (кал) = 4,18 дж.

Таблица 5

Единицы мощности

| Наименование единицы | Килограммометр/секунда | Лошадиная сила | Киловатт | Ватт |
|----------------------------------|------------------------|----------------|----------|-------|
| Килограммометр/секунда | 1 | 0,0133 | 0,00981 | 9,81 |
| Лошадиная сила | 75 | 1 | 0,7355 | 735,5 |
| Киловатт | 101,98 | 1,36 | 1 | 1000 |
| Ватт | 0,10198 | 0,00136 | 0,001 | 1 |

Таблица 6

Единицы давления

| Наименование единицы | Атмосфера физическая, атм | Атмосфера техническая, ат | Ртутный столб, м | Водяной столб, м |
|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|------------------|
| Атмосфера физическая | 1 | 1,0332 | 0,76 | 10,3333 |
| Атмосфера техническая | 0,9678 | 1 | 0,73555 | 10 |
| 1 метр ртутного столба | 1,3158 | 1,3595 | 1 | 3,595 |
| 1 метр водяного столба | 0,0968 | 0,1 | 0,0736 | 1 |

Единицы длины

В метрических мерах

- 1 км (километр) = 10^3 м = 10^5 см;
 1 мм (миллиметр) = 10^{-3} м = 10^{-1} см;
 1 мк (микрон) = 10^{-6} м = 10^{-4} см;
 1 А° (ангстрем) = 10^{-10} м = 10^{-8} см.

В старых русских мерах

- 1 верста = 500 сажням = 1,0668 км;
 1 сажень = 3 аршинам = 2,1336 м;
 1 аршин = 16 вершкам = 28 дюймам = 71,12 см;
 1 вершок = 4,445 см;
 1 дюйм = 25,4 мм.

В английских мерах

- 1 миля = 1760 ярдам = 1609,34 м;
 1 ярд = 3 футам = 91,44 см;
 1 фут = 12 дюймам = 30,48 см;
 1 дюйм = 25,4 мм.

Единицы массы

В метрических мерах

- 1 ц (центнер) = 10^{-1} т = 10^2 кг = 10^5 г;
 1 мг (миллиграмм) = 10^{-9} т = 10^{-6} кг = 10^{-3} г.

В старых русских мерах

- 1 пуд = 40 фунтам = 16,38 кг;
 1 фунт = 96 золотникам = 409,5 г;
 1 золотник = 96 долям = 4,266 г.

Таблица 7

Десятичные приставки

| Наименование | Обозначения | | Отношение к главной единице |
|--------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------------|
| | русский алфавит | латинский или греческий алфавит | |
| Мега | <i>мг</i> | <i>M</i> | 10^6 |
| Кило | <i>к</i> | <i>k</i> | 10^3 |
| Гекто | <i>г</i> | <i>h</i> | 10^2 |
| Дека | <i>дк</i> | <i>dc</i> | 10 |
| Деци | <i>д</i> | <i>d</i> | 10^{-1} |
| Сантимилли | <i>с</i> | <i>c</i> | 10^{-2} |
| Милли | <i>м</i> | <i>m</i> | 10^{-3} |
| Микро | <i>мк</i> | μ | 10^{-6} |
| Нано | <i>н</i> | <i>n</i> | 10^{-9} |
| Пико | <i>п</i> | <i>p</i> | 10^{-12} |

Таблица 8

Сравнение температурных шкал

(пересчет в градусы международной стоградусной шкалы)

| Наименование | Обозначение | Формула перехода к стоградусной шкале |
|---|-------------|--|
| Градусы по стоградусной шкале | $^{\circ}C$ | — |
| То же по шкале Реомюра | $^{\circ}R$ | $1^{\circ}C = 1,25 t^{\circ}R$ |
| То же по шкале Фаренгейта | $^{\circ}F$ | $t^{\circ}C = 0,555 (t^{\circ}F - 32)$ |
| То же по абсолютной шкале | $^{\circ}K$ | $t^{\circ}C = t^{\circ}K - 273,16$ |

Таблица 9

Тепловые единицы

| Величина | Единицы в системе МКС (MKS) | | | Единицы в неметрической системе | | |
|-----------------------|----------------------------------|---|---------------------------------------|-----------------------------------|---|-------------------------------|
| | Название | Обозначение | Содержит единиц неметрической системы | Название | Обозначение | Содержит единиц в системе МКС |
| Температура | Градус (международный) | град; °C | 1 | Градус (международный) | град; °C | 1 |
| Количество теплоты | Джоуль | дж | $0,239 \cdot 10^{-3}$ | Килокалория | ккал | $4,18 \cdot 10^3$ |
| | Джоуль на градус | $\frac{\text{дж}}{\text{град}}$ | $0,239 \cdot 10^{-3}$ | Килокалория на градус | $\frac{\text{ккал}}{\text{град}}$ | $4,18 \cdot 10^3$ |
| Удельная теплоемкость | Джоуль на килограмм и градус | $\frac{\text{дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$ | $0,239 \cdot 10^{-3}$ | Килокалория на килограмм и градус | $\frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$ | $4,18 \cdot 10^3$ |
| | Джоуль на метр, секунду и градус | $\frac{\text{дж}}{\text{м} \cdot \text{сек} \cdot \text{град}}$ | 0,861 | Килокалория на метр, час и градус | $\frac{\text{ккал}}{\text{м} \cdot \text{час} \cdot \text{град}}$ | 1,16 |

Продолжение табл. 9

| Величина | Единицы в системе МКС (MKS) | | | Единицы в неметрической системе | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------|
| | Название | Обозначение | Содержит единиц неметрической системы | Название | Обозначение | Содержит единиц в системе МКС |
| Теплопередача (теплоотдача) | Джоуль на кв. метр, секунду и градус | $\frac{\text{дж}}{\text{м}^2 \cdot \text{сек} \cdot \text{град}}$ | 0,861 | Килокалория на кв. метр, час и градус | $\frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{град}}$ | 1,16 |
| Температуропроводность | Кв. метр на секунду | $\frac{\text{м}^2}{\text{сек}}$ | 1 | Кв. метр на секунду | $\frac{\text{м}^2}{\text{сек}}$ | 1 |
| Тепловое сопротивление (тепловой ом) | Секунда, градус на джоуль | $\frac{\text{сек} \cdot \text{град}}{\text{дж}}$ | 1,16 | Час, градус на килокалорию | $\frac{\text{час} \cdot \text{град}}{\text{ккал}}$ | 0,861 |

Важнейшие физические постоянные

Заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ к.

Масса покоящегося электрона $m = 9,107 \cdot 10^{-28}$ г.

Скорость света в пустоте $c = 300\,000$ км/сек.

Магнитная проницаемость вакуума

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ гн/м} = 4\pi \cdot 10^{-9} \text{ гн/см.}$$

Диэлектрическая проницаемость вакуума

$$\epsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-12} \text{ ф/м.}$$

Глава II. ОБОЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИН И ЕДИНИЦ В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

1. Буквенные обозначения основных величин в электротехнике

(по ГОСТ 1494—49).

Таблица 10

| Наименование величин | Обозначения | |
|--|-------------|-----------------|
| | главные | запасные |
| Мощность активная | P | P_a |
| Мощность реактивная | Q | P_p, P_r |
| Мощность кажущаяся | S | P_k, P_t |
| Электродвижущая сила | E, e | |
| Напряжение электрическое | U, u | e |
| Ток (сила тока) | I, i | |
| Плотность тока | δ | j |
| Разность фаз напряжения и тока | φ | |
| Фаза начальная | ψ | α, β |
| Сопротивление удельное электрическое | ρ | |
| Сопротивление активное электрическое | r | |
| Сопротивление реактивное электрическое | x | |

Продолжение табл. 10

| Наименование величин | Обозначения | |
|---|-------------|----------|
| | главные | запасные |
| Реактивное сопротивление емкости | x_c | |
| Реактивное сопротивление индуктивности | x_L | |
| Сопротивление полное электрическое | z | |
| Проводимость удельная электрическая | γ | |
| Проводимость активная электрическая | g | |
| Проводимость реактивная электрическая | b | |
| Проводимость полная электрическая | y | |
| Емкость электрическая | C | |
| Напряженность электрического поля | E | |
| Количество электричества; заряд электрический | Q, q | |
| Индуктивность; коэффициент самоиндукции | L | |
| Индуктивность взаимная; коэффициент взаимной индукции | M | L_1 |
| Частота | f | |
| Частота угловая | ω | |
| Проницаемость диэлектрическая (коэффициент диэлектрический), (постоянная диэлектрическая) | ϵ | |
| Угол диэлектрических потерь | δ | |
| Коэффициент электрического сопротивления (температурный) | α | |
| Магнитный поток | Φ | |
| Магнитная индукция | B | |
| Потокоцепление магнитное; магнитный поток полный | Ψ | |
| Напряжение магнитное | U | |
| Напряженность магнитного поля | H | |
| Сила намагничивающая (сила магнитодвижущая) | F | |
| Сопротивление магнитное | R | R_m |
| Проницаемость магнитная | μ | |
| Число витков обмотки | w | n |

Для электродвижущей силы, напряжения и тока мгновенные значения обозначаются строчными буквами: e , u , i ; действующие (эффективные) значения — прописными буквами: E , U , I ; максимальные (амплитудные) значения — прописными буквами и индексами m и t : E_m , U_m , I_m , E_t , U_t , I_t .

Значения электродвижущей силы, напряжения и тока для постоянного тока обозначаются прописными буквами: E , U , I .

2. Обозначения электрических единиц

Таблица 11

| Наименование единиц измерения | Обозначения | |
|--------------------------------------|---------------|-------------------------------|
| | русский шрифт | латинский или греческий шрифт |
| Ампер | <i>a</i> | A |
| Ампер-час | <i>a-ч</i> | Ah |
| Ватт | <i>вт</i> | W |
| Ватт-час | <i>вт-ч</i> | Wh |
| Вольт | <i>в</i> | V |
| Вольт-ампер | <i>ва</i> | Va |
| Вольт-ампер реактивный | <i>вар</i> | VAr |
| Генри | <i>гн</i> | H |
| Герц | <i>гц</i> | Hz |
| Килоампер | <i>ка</i> | kA |
| Киловатт | <i>квт</i> | kW |
| Киловатт-час | <i>квт-ч</i> | kWh |
| Киловольт | <i>кв</i> | kV |
| Киловольт-ампер | <i>ква</i> | kVA |
| Киловольт-ампер реактивный | <i>квар</i> | kVAr |
| Мегаватт | <i>мгвт</i> | MW |
| Мегавольт-ампер | <i>мгва</i> | MVA |
| Мегавольт-ампер реактивный | <i>мгвар</i> | MVAr |
| Мегом | <i>мгом</i> | MΩ |
| Миллигенри | <i>мгн</i> | mH |
| Миллиампер | <i>ма</i> | mA |
| Микрофарада | <i>мкф</i> | μF |
| Микроампер | <i>мка</i> | μA |
| Ом | <i>ом</i> | Ω |
| Фарада | <i>ф</i> | F |

Глава III. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО МАТЕМАТИКЕ

1. Некоторые часто встречающиеся постоянные

Таблица 12

| Величина | n | $\lg n$ | Величина | n | $\lg n$ |
|----------|----------|---------|------------|----------|----------------------|
| π | 3,141593 | 0,49715 | 1: π | 0,318310 | $\overline{1,50825}$ |
| 2π | 6,283185 | 0,7981 | 1: 2π | 0,159155 | $\overline{1,20182}$ |
| $\pi/2$ | 1,570796 | 0,19612 | 2: π | 0,636620 | 1,80388 |
| π^2 | 9,869604 | 0,99430 | 1: π^2 | 0,101321 | $\overline{1,0570}$ |
| e | 2,718282 | 0,43429 | 1: e | 0,367879 | $\overline{1,56571}$ |
| e^2 | 7,389056 | 0,86859 | 1: e^2 | 0,135335 | $\overline{1,13141}$ |
| g | 9,81 | 0,99167 | 1: g | 0,10194 | $\overline{1,00833}$ |

2. Квадраты, кубы, корни, десятичные логарифмы, длины окружностей, площади круга и обратные величины

Таблица 13

| n | n^2 | n^3 | \sqrt{n} | $\sqrt[3]{n}$ | $\lg n$ | πn | $\frac{1}{4} \pi n^2$ | $\frac{1}{n}$ |
|-----|-------|-------|------------|---------------|---------|---------|-----------------------|---------------|
| 1 | 1 | 1 | 1,000 | 1,000 | 0,000 | 3,142 | 0,785 | 1,000 |
| 2 | 4 | 8 | 1,414 | 1,260 | 0,301 | 6,283 | 3,142 | 0,500 |
| 3 | 9 | 27 | 1,732 | 1,442 | 0,477 | 9,425 | 7,069 | 0,333 |
| 4 | 16 | 64 | 2,000 | 1,587 | 0,602 | 12,57 | 12,57 | 0,250 |
| 5 | 25 | 125 | 2,236 | 1,710 | 0,699 | 15,71 | 19,64 | 0,200 |
| 6 | 36 | 216 | 2,450 | 1,817 | 0,778 | 18,85 | 28,27 | 0,167 |
| 7 | 49 | 343 | 2,646 | 1,913 | 0,845 | 21,99 | 38,48 | 0,143 |
| 8 | 64 | 512 | 2,828 | 2,000 | 0,903 | 25,13 | 50,27 | 0,125 |
| 9 | 81 | 729 | 3,000 | 2,080 | 0,954 | 28,27 | 63,62 | 0,111 |
| 10 | 100 | 1000 | 3,162 | 2,154 | 1,000 | 31,42 | 78,54 | 0,100 |

Продолжение табл. 13

| n | n^2 | n^3 | \sqrt{n} | $\sqrt[3]{n}$ | $\lg n$ | πn | $\frac{1}{4} \pi n^2$ | $\frac{1}{n}$ |
|-----|-------|-------|------------|---------------|---------|---------|-----------------------|---------------|
| 11 | 121 | 1331 | 3,317 | 2,224 | 1,041 | 34,56 | 95,03 | 0,091 |
| 12 | 144 | 1728 | 3,464 | 2,289 | 1,079 | 37,70 | 113,1 | 0,083 |
| 13 | 169 | 2197 | 3,606 | 2,351 | 1,114 | 40,84 | 132,7 | 0,077 |
| 14 | 196 | 2744 | 3,742 | 2,410 | 1,146 | 43,98 | 153,9 | 0,071 |
| 15 | 225 | 3375 | 3,873 | 2,466 | 1,176 | 47,12 | 176,7 | 0,067 |
| 16 | 256 | 4096 | 4,000 | 2,520 | 1,204 | 50,27 | 201,1 | 0,063 |
| 17 | 289 | 4913 | 4,123 | 2,571 | 1,230 | 53,41 | 227,0 | 0,059 |
| 18 | 324 | 5832 | 4,243 | 2,621 | 1,255 | 56,55 | 254,5 | 0,056 |
| 19 | 361 | 6859 | 4,359 | 2,668 | 1,279 | 59,69 | 283,5 | 0,053 |
| 20 | 400 | 8000 | 4,472 | 2,714 | 1,301 | 62,83 | 314,2 | 0,050 |
| 21 | 441 | 9261 | 4,583 | 2,759 | 1,322 | 65,97 | 346,4 | 0,048 |
| 22 | 484 | 10648 | 4,690 | 2,802 | 1,342 | 69,12 | 380,1 | 0,046 |
| 23 | 529 | 12167 | 4,796 | 2,844 | 1,362 | 72,26 | 415,5 | 0,043 |
| 24 | 576 | 13824 | 4,899 | 2,885 | 1,380 | 75,40 | 452,4 | 0,042 |
| 25 | 625 | 15625 | 5,000 | 2,924 | 1,398 | 78,54 | 490,9 | 0,040 |
| 26 | 676 | 17576 | 5,099 | 2,963 | 1,415 | 81,68 | 530,9 | 0,038 |
| 27 | 729 | 19683 | 5,196 | 3,000 | 1,431 | 84,82 | 572,6 | 0,037 |
| 28 | 784 | 21952 | 5,292 | 3,037 | 1,447 | 87,97 | 615,8 | 0,036 |
| 29 | 841 | 24389 | 5,385 | 3,072 | 1,462 | 91,11 | 660,5 | 0,034 |
| 30 | 900 | 27000 | 5,477 | 3,107 | 1,477 | 94,25 | 706,9 | 0,033 |
| 31 | 961 | 29791 | 5,568 | 3,141 | 1,491 | 97,39 | 754,8 | 0,032 |
| 32 | 1024 | 32768 | 5,657 | 3,175 | 1,505 | 100,5 | 804,2 | 0,031 |
| 33 | 1089 | 35937 | 5,745 | 3,208 | 1,519 | 103,7 | 855,3 | 0,030 |
| 34 | 1156 | 39304 | 5,831 | 3,240 | 1,531 | 106,8 | 907,9 | 0,029 |
| 35 | 1225 | 42875 | 5,916 | 3,271 | 1,544 | 110,0 | 962,1 | 0,029 |
| 36 | 1296 | 46656 | 6,000 | 3,302 | 1,556 | 113,1 | 1018 | 0,028 |
| 37 | 1369 | 50653 | 6,093 | 3,332 | 1,568 | 116,2 | 1075 | 0,027 |
| 38 | 1444 | 54872 | 6,164 | 3,362 | 1,580 | 119,4 | 1134 | 0,026 |
| 39 | 1521 | 59319 | 6,245 | 3,391 | 1,591 | 122,5 | 1195 | 0,026 |
| 40 | 1600 | 64000 | 6,325 | 3,420 | 1,602 | 125,7 | 1257 | 0,025 |
| 41 | 1681 | 68921 | 6,403 | 3,448 | 1,613 | 128,8 | 1320 | 0,024 |
| 42 | 1764 | 74088 | 6,481 | 3,476 | 1,623 | 132,0 | 1385 | 0,024 |
| 43 | 1849 | 79507 | 6,557 | 3,503 | 1,633 | 135,1 | 1452 | 0,023 |
| 44 | 1936 | 85184 | 6,633 | 3,530 | 1,643 | 138,2 | 1521 | 0,023 |
| 45 | 2025 | 91125 | 6,708 | 3,557 | 1,653 | 141,4 | 1590 | 0,022 |

Продолжение табл. 13

| n | n^2 | n^3 | \sqrt{n} | $\sqrt[3]{n}$ | $\lg n$ | πn | $\frac{1}{4}\pi n^2$ | $\frac{1}{n}$ |
|-----|-------|--------|------------|---------------|---------|---------|----------------------|---------------|
| 46 | 2116 | 97336 | 6,782 | 3,583 | 1,663 | 144,5 | 1662 | 0,022 |
| 47 | 2209 | 103823 | 6,856 | 3,609 | 1,612 | 147,7 | 1735 | 0,021 |
| 48 | 2304 | 110592 | 6,928 | 3,634 | 1,681 | 150,8 | 1810 | 0,021 |
| 49 | 2401 | 117649 | 7,000 | 3,659 | 1,690 | 153,9 | 1888 | 0,02 |
| 50 | 2500 | 125000 | 7,071 | 3,684 | 1,699 | 157,1 | 1964 | 0,02 |
| 51 | 2601 | 132651 | 7,141 | 3,708 | 1,708 | 160,2 | 2043 | 0,02 |
| 52 | 2704 | 140608 | 7,211 | 3,733 | 1,716 | 163,4 | 2124 | 0,019 |
| 53 | 2809 | 148877 | 7,280 | 3,756 | 1,724 | 166,5 | 2206 | 0,019 |
| 54 | 2916 | 157464 | 7,349 | 3,780 | 1,732 | 169,7 | 2290 | 0,019 |
| 55 | 3025 | 166375 | 7,416 | 3,803 | 1,740 | 172,8 | 2376 | 0,018 |
| 56 | 3136 | 175616 | 7,483 | 3,826 | 1,748 | 175,9 | 2463 | 0,018 |
| 57 | 3249 | 185193 | 7,550 | 3,849 | 1,756 | 179,1 | 2552 | 0,018 |
| 58 | 3364 | 195112 | 7,616 | 3,871 | 1,763 | 182,3 | 2642 | 0,017 |
| 59 | 3481 | 205379 | 7,681 | 3,893 | 1,771 | 185,4 | 2734 | 0,017 |
| 60 | 3600 | 216000 | 7,746 | 3,915 | 1,778 | 188,5 | 2827 | 0,017 |
| 61 | 3721 | 226981 | 7,810 | 3,936 | 1,785 | 191,6 | 2922 | 0,016 |
| 62 | 3844 | 238328 | 7,874 | 3,958 | 1,792 | 194,8 | 3019 | 0,016 |
| 63 | 3969 | 250047 | 7,937 | 3,979 | 1,799 | 197,9 | 3117 | 0,016 |
| 64 | 4096 | 262144 | 8,000 | 4,000 | 1,806 | 201,1 | 3217 | 0,016 |
| 65 | 4225 | 274625 | 8,062 | 4,021 | 1,813 | 204,2 | 3318 | 0,015 |
| 66 | 4356 | 287496 | 8,124 | 4,041 | 1,820 | 207,4 | 3421 | 0,015 |
| 67 | 4489 | 300763 | 8,185 | 4,062 | 1,828 | 210,5 | 3526 | 0,015 |
| 68 | 4624 | 314432 | 8,246 | 4,082 | 1,833 | 213,6 | 3632 | 0,015 |
| 69 | 4761 | 328509 | 8,307 | 4,102 | 1,839 | 216,8 | 3739 | 0,014 |
| 70 | 4900 | 343000 | 8,367 | 4,121 | 1,845 | 219,9 | 3849 | 0,014 |
| 71 | 5041 | 357911 | 8,426 | 4,141 | 1,851 | 223,1 | 3959 | 0,014 |
| 72 | 5184 | 373248 | 8,485 | 4,160 | 1,857 | 226,2 | 4072 | 0,014 |
| 73 | 5329 | 389017 | 8,544 | 4,179 | 1,863 | 229,3 | 4185 | 0,014 |
| 74 | 5476 | 405224 | 8,602 | 4,198 | 1,869 | 232,5 | 4301 | 0,013 |
| 75 | 5625 | 421875 | 8,660 | 4,217 | 1,875 | 235,6 | 4418 | 0,013 |
| 76 | 5776 | 438976 | 8,718 | 4,236 | 1,881 | 238,8 | 4537 | 0,013 |
| 77 | 5929 | 456533 | 8,775 | 4,254 | 1,886 | 241,9 | 4657 | 0,013 |
| 78 | 6084 | 474552 | 8,832 | 4,273 | 1,892 | 245,0 | 4718 | 0,013 |
| 79 | 6241 | 493039 | 8,888 | 4,291 | 1,898 | 248,2 | 4902 | 0,013 |

Продолжение табл. 13

| n | n^2 | n^3 | \sqrt{n} | $\sqrt[3]{n}$ | $\lg n$ | πn | $\frac{1}{4} \pi n^2$ | $\frac{1}{n}$ |
|-----|-------|---------|------------|---------------|---------|---------|-----------------------|---------------|
| 80 | 6400 | 512000 | 8,944 | 4,309 | 1,903 | 251,3 | 5027 | 0,012 |
| 81 | 6561 | 531441 | 9,000 | 4,327 | 1,908 | 254,5 | 5153 | 0,012 |
| 82 | 6724 | 551368 | 9,055 | 4,344 | 1,914 | 257,6 | 5281 | 0,012 |
| 83 | 6889 | 571787 | 9,110 | 4,362 | 1,919 | 260,8 | 5411 | 0,012 |
| 84 | 7056 | 592704 | 9,165 | 4,380 | 1,924 | 263,9 | 5542 | 0,012 |
| 85 | 7225 | 614125 | 9,220 | 4,397 | 1,929 | 267,0 | 5674 | 0,012 |
| 86 | 7396 | 636056 | 9,274 | 4,414 | 1,935 | 270,2 | 5809 | 0,012 |
| 87 | 7569 | 658503 | 9,327 | 4,431 | 1,940 | 273,3 | 5945 | 0,011 |
| 88 | 7744 | 681472 | 9,381 | 4,448 | 1,944 | 276,5 | 6082 | 0,011 |
| 89 | 7921 | 704969 | 9,434 | 4,465 | 1,949 | 279,6 | 6221 | 0,011 |
| 90 | 8100 | 729000 | 9,487 | 4,481 | 1,954 | 282,7 | 6362 | 0,011 |
| 91 | 8281 | 753571 | 9,539 | 4,498 | 1,959 | 285,9 | 6504 | 0,0110 |
| 92 | 8464 | 778688 | 9,592 | 4,514 | 1,964 | 289,0 | 6648 | 0,0109 |
| 93 | 8649 | 804357 | 9,644 | 4,531 | 1,968 | 292,2 | 6793 | 0,0108 |
| 94 | 8836 | 830584 | 9,695 | 4,547 | 1,973 | 295,3 | 6940 | 0,0106 |
| 95 | 9025 | 857375 | 9,747 | 4,563 | 1,978 | 298,5 | 7088 | 0,0105 |
| 96 | 9216 | 884736 | 9,798 | 4,579 | 1,982 | 301,6 | 7238 | 0,0104 |
| 97 | 9409 | 912673 | 9,849 | 4,595 | 1,987 | 304,7 | 7390 | 0,0103 |
| 98 | 9604 | 941192 | 9,899 | 4,626 | 1,996 | 311,0 | 7698 | 0,0102 |
| 99 | 9801 | 970299 | 9,950 | 4,626 | 1,996 | 311,0 | 7698 | 0,0101 |
| 100 | 10000 | 1000000 | 10,000 | 4,642 | 2,000 | 314,2 | 7854 | 0,0100 |

Примечание. Логарифм натуральный числа x ($\ln x$) связан с десятичным логарифмом ($\lg x$) следующей зависимостью:

$$\ln x = 2,3 \lg x.$$

3. Тригонометрические функции острого угла

Таблица 14

| Градусы | sin | tg | ctg | cos | Градусы |
|---------|--------|--------|----------|--------|---------|
| 0 | 0,0000 | 0,0000 | ∞ | 1,0000 | 90 |
| 1 | 0,0175 | 0,0175 | 57,290 | 0,9998 | 89 |
| 2 | 0,0349 | 0,0349 | 28,636 | 0,9994 | 88 |
| 3 | 0,0523 | 0,0524 | 19,081 | 0,9986 | 87 |
| 4 | 0,0698 | 0,0699 | 14,301 | 0,9976 | 86 |
| 5 | 0,0872 | 0,0875 | 11,430 | 0,9962 | 85 |
| 6 | 0,1045 | 0,1051 | 9,5144 | 0,9945 | 84 |
| 7 | 0,1219 | 0,1228 | 8,1443 | 0,9925 | 83 |
| 8 | 0,1392 | 0,1405 | 7,1154 | 0,9903 | 82 |
| 9 | 0,1564 | 0,1584 | 6,3138 | 0,9877 | 81 |
| 10 | 0,1736 | 0,1763 | 5,6713 | 0,9848 | 80 |
| 11 | 0,1908 | 0,1944 | 5,1446 | 0,9816 | 79 |
| 12 | 0,2079 | 0,2126 | 4,7046 | 0,9781 | 78 |
| 13 | 0,2250 | 0,2309 | 4,3315 | 0,9744 | 77 |
| 14 | 0,2419 | 0,2493 | 4,0108 | 0,9703 | 76 |
| 15 | 0,2588 | 0,2680 | 3,7321 | 0,9659 | 75 |
| 16 | 0,2756 | 0,2867 | 3,4874 | 0,9613 | 74 |
| 17 | 0,2924 | 0,3057 | 3,2709 | 0,9563 | 73 |
| 18 | 0,3090 | 0,3249 | 3,0777 | 0,9511 | 72 |
| 19 | 0,3256 | 0,3443 | 2,9042 | 0,9455 | 71 |
| 20 | 0,3420 | 0,3640 | 2,7475 | 0,9397 | 70 |
| 21 | 0,3584 | 0,3839 | 2,6051 | 0,9336 | 69 |
| | cos | ctg | tg | sin | |

Продолжение табл. 14

| Градусы | sin | tg | ctg | cos | Градусы |
|---------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 22 | 0,3746 | 0,4040 | 2,4751 | 0,9272 | 68 |
| 23 | 0,3907 | 0,4245 | 2,3559 | 0,9205 | 67 |
| 24 | 0,4067 | 0,4452 | 2,2460 | 0,9135 | 66 |
| 25 | 0,4226 | 0,4663 | 2,1445 | 0,9063 | 65 |
| 26 | 0,4384 | 0,4877 | 2,0503 | 0,8988 | 64 |
| 27 | 0,4540 | 0,5095 | 1,9626 | 0,8910 | 63 |
| 28 | 0,4695 | 0,5317 | 1,8807 | 0,8829 | 62 |
| 29 | 0,4848 | 0,5543 | 1,8040 | 0,8746 | 61 |
| 30 | 0,5000 | 0,5774 | 1,7320 | 0,8660 | 60 |
| 31 | 0,5150 | 0,6009 | 1,6643 | 0,8572 | 59 |
| 32 | 0,5299 | 0,6249 | 1,6003 | 0,8480 | 58 |
| 33 | 0,5446 | 0,6494 | 1,5395 | 0,8387 | 57 |
| 34 | 0,5592 | 0,6745 | 1,4826 | 0,8290 | 56 |
| 35 | 0,5736 | 0,7002 | 1,4281 | 0,8192 | 55 |
| 36 | 0,5878 | 0,7265 | 1,3764 | 0,8090 | 54 |
| 37 | 0,6018 | 0,7536 | 1,3270 | 0,7986 | 53 |
| 38 | 0,6157 | 0,7813 | 1,2799 | 0,7880 | 52 |
| 39 | 0,6293 | 0,8098 | 1,2349 | 0,7771 | 51 |
| 40 | 0,6428 | 0,8391 | 1,1918 | 0,7660 | 50 |
| 41 | 0,6561 | 0,8693 | 1,1504 | 0,7547 | 49 |
| 42 | 0,6691 | 0,9004 | 1,1106 | 0,7431 | 48 |
| 43 | 0,6820 | 0,9325 | 1,0724 | 0,7314 | 47 |
| 44 | 0,6947 | 0,9657 | 1,0355 | 0,7193 | 46 |
| 45 | 0,7071 | 1,0000 | 1,0000 | 0,7071 | 45 |
| | cos | ctg | tg | sin | |

4. Некоторые тригонометрические формулы

Таблица 15

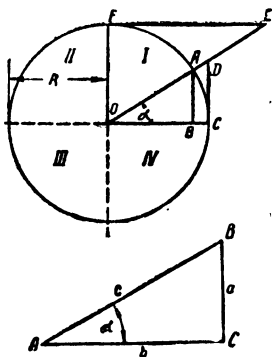
Градусное и угловое измерение углов

| Градусное измерение | 360° | 180° | 90° | φ° |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-----------------|--------------------------|
| Дуговое измерение, радиан* | 2π | π | $\frac{\pi}{2}$ | $\frac{\pi\varphi}{180}$ |

* Радиан — центральный угол дуги, длина которой равна радиусу круга.

Таблица 16

Определения тригонометрических функций острого угла



$$\text{Синус: } \sin \alpha = \frac{AB}{R} = \frac{AB}{OA} = \frac{a}{c}.$$

$$\text{Косинус: } \cos \alpha = \frac{OB}{R} = \frac{OB}{OA} = \frac{b}{c}.$$

$$\text{Тангенс: } \operatorname{tg} \alpha = \frac{CD}{R} = \frac{AB}{OB} = \frac{a}{b}.$$

$$\text{Котангенс: } \operatorname{ctg} \alpha = \frac{EF}{R} = \frac{OB}{AB} = \frac{b}{a}.$$

Глава IV. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

1. Неразветвленная цепь

В любом участке неразветвленной цепи протекает одинаковый по величине ток, который прямо пропорционален напряжению на концах участка и обратно пропорционален его сопротивлению. Величина тока определяется по закону Ома:

1) для цепи постоянного тока

$$I = \frac{U}{R};$$

2) для цепи переменного тока

$$I = \frac{U}{z},$$

где U — напряжение, в ;

R — омическое сопротивление, ом ;

z — полное сопротивление, ом .

Омическое сопротивление проводника зависит от материала и его геометрических размеров:

$$R = \rho \frac{l}{s}.$$

где l — длина проводника, м ;

s — поперечное сечение, мм^2 ;

ρ — удельное сопротивление, $\frac{\text{ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$.

Зависимость омического сопротивления от температуры выражается формулой:

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha (t - 20^\circ)],$$

где R_{20} — сопротивление при 20° , ом ;

R_t — сопротивление при t° , ом ;

α — температурный коэффициент сопротивления.

В цепи переменного тока полное сопротивление в общем случае может быть выражено следующим образом:

$$z = \sqrt{r^2 + (x_L - x_C)^2},$$

где r — активное сопротивление;

$x_L = \omega L = 2\pi fL$ — индуктивное сопротивление, ом;

L — индуктивность, гн;

$x_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$ — емкостное сопротивление, ом;

C — емкость, ф.

Активное сопротивление r в общем случае несколько больше омического сопротивления R :

$$r = K_f R,$$

где K_f — коэффициент, учитывающий увеличение сопротивления при переменном токе, зависящий от частоты, диаметра, проводимости и магнитных свойств проводника.

При промышленной частоте для нестальных проводников K_f принимается равным единице, т. е. полагают $r = R$.

2. Разветвленная цепь

Цепь постоянного тока. Для каждой точки разветвления (узла) согласно первому закону Кирхгофа алгебраическая сумма токов должна быть равна нулю, т. е. сумма

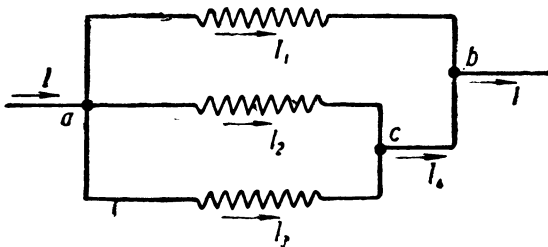


Рис. 1. Разветвленная цепь:

I — общий ток в цепи, I_1 — ток первого ответвления, I_2 — ток второго ответвления, I_3 — ток третьего ответвления, I_4 — суммарный ток второго и третьего ответвлений

токов, притекающих к точке разветвления, должна быть равна сумме токов, оттекающих от нее. Поэтому общий ток разветвленного участка

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_k.$$

Пример (рис. 1):

$$I = I_1 + I_4 = I_1 + I_2 + I_3.$$

Токи в разветвленных участках обратно пропорциональны сопротивлением ветвей или прямо пропорциональны их электрическим проводимостям:

$$I_1 : I_2 : I_3 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \frac{1}{R_3} = g_1 : g_2 : g_3.$$

Цепь переменного тока. Общий ток разветвленного участка

$$I = \sqrt{(I_{a_1} + I_{a_2} + \dots + I_{a_k})^2 + (I_{p_1} + I_{p_2} + \dots + I_{p_k})^2},$$

где

$I_{a_k} = I_k \cos \varphi_k$ — активная составляющая тока в ветви k ;

$I_{p_k} = I_k \sin \varphi_k$ — реактивная составляющая тока в ветви k ;

φ_k — угол сдвига фаз между током и напряжением в ветви k .

3. Трехфазный ток

Соединение звездой (рис. 2). Как правило, в этом случае требуется нулевой провод. Нулевой провод можно не прокладывать лишь в том случае, если к системе подключается равномерная и симметричная нагрузка ($z_a = z_b = z_c$ и $\varphi_a = \varphi_b = \varphi_c$), например трехфазные электродвигатели, печи и т. п. Основные соотношения:

$$U_{\text{фаз}} = \frac{U_{\text{лин}}}{\sqrt{3}}; \quad I_{\text{фаз}} = I_{\text{лин}}.$$

Соединение треугольником (рис. 3). Основные соотношения (только для равномерной и симметричной нагрузки):

$$U_{\text{фаз}} = U_{\text{лин}};$$

$$I_{\text{фаз}} = \frac{I_{\text{лин}}}{\sqrt{3}}.$$

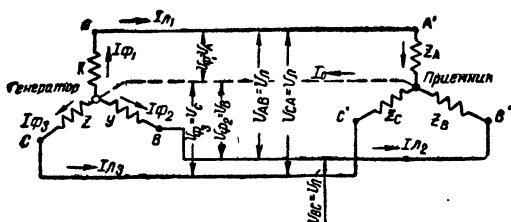


Рис. 2. Схема соединения генератора и приемника электроэнергии звездой с нулевым проводом:

U_A, U_B, U_C — фазные напряжения (U_ϕ),

U_{AB}, U_{AC}, U_{BC} — линейные напряжения (U_L),

$I_{\phi_1}, I_{\phi_2}, I_{\phi_3}$ — фазные токи,

$I_{A_1}, I_{A_2}, I_{A_3}$ — линейные токи,

I_0 — ток в нулевом проводе

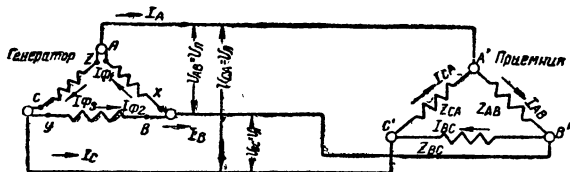


Рис. 3. Схема соединения генератора и приемника энергии треугольником:

U_{AB}, U_{CA}, U_{BC} — линейные напряжения (U_L),

$I_{\phi_1}, I_{\phi_2}, I_{\phi_3}, I_{CA}, I_{BC}, I_{AB}$ — фазные токи (I_ϕ),

I_A, I_B, I_C — линейные токи (I_L)

В случае, если нагрузка имеет значительную несимметричность или неравномерность, линейный ток вычисляется по следующим формулам:

$$I_A = \sqrt{(I_{AB})^2 + (I_{CA})^2 - 2I_{AB} \cdot I_{CA} \cdot \cos(120 - \varphi_{CA} + \varphi_{AB})};$$

$$I_B = \sqrt{(I_{BC})^2 + (I_{AB})^2 - 2I_{BC} \cdot I_{AB} \cdot \cos(120 - \varphi_{AB} + \varphi_{BC})};$$

$$I_C = \sqrt{(I_{CA})^2 + (I_{BC})^2 - 2I_{CA} \cdot I_{BC} \cdot \cos(120 - \varphi_{BC} + \varphi_{CA})}.$$

4. Мощность электрического тока

Мощность цепи постоянного тока:

$$P = UI = I^2R, \text{ вт.}$$

Мощность однофазного переменного тока:

активная $P = UI \cos \varphi = I^2r, \text{ вт.};$

реактивная $Q = UI \sin \varphi, \text{ вар.};$

кажущаяся (полная) $S = UI = \sqrt{P^2 + Q^2}, \text{ ва.}$

Мощность трехфазного тока:

а) для равномерной и симметричной нагрузки

активная $P = \sqrt{3} UI \cos \varphi, \text{ вт.};$

реактивная $Q = \sqrt{3} UI \sin \varphi, \text{ вар.};$

кажущаяся (полная) $S = \sqrt{3} UI = \sqrt{P^2 + Q^2}, \text{ ва.};$

б) для неравномерной нагрузки

$$P = \Sigma P_{\text{фаз}}; \quad Q = \Sigma Q_{\text{фаз}}.$$

5. Коэффициент мощности («косинус фи»)

Коэффициентом мощности называется отношение активной мощности (ватт, киловатт) к кажущейся мощности (вольт-ампер, киловольт-ампер). Коэффициент мощности в общем случае всегда меньше единицы. Только при чисто активной нагрузке (освещение, нагревательные устройства) он равен единице.

Величина коэффициента мощности определяет ту долю кажущейся (полной) мощности генератора или трансформатора, которую они могут отдать энергоприемнику в виде активной мощности.

Низкий $\cos \varphi$ у потребителя приводит к увеличению кажущейся мощности генераторов и трансформаторов, недогрузке соответствующих первичных двигателей, а также к завышению потерь мощности в проводах и увеличению их сечения.

Причинами низкого коэффициента мощности могут быть:

1. Недогрузка асинхронных электродвигателей переменного тока на промышленных предприятиях. При холостом ходе двигателя $\cos \varphi$ равен 0,1—0,3; при номинальной нагрузке — 0,83—0,85. Например, асинхронный электродвигатель мощностью 260 кВт при 1480 об/мин имеет $\cos \varphi = 0,9$; при $3/4$ нагрузки тот же двигатель будет иметь $\cos \varphi = 0,84$; при $1/2$ нагрузки — 0,7, а при $1/4$ нагрузки — 0,5.

2. Неправильный выбор типа электродвигателя, например необоснованное применение закрытого электродвигателя вместо открытого.

3. Увеличение напряжения в сети выше номинального.

4. Некачественный ремонт электродвигателей (неполное заполнение пазов, сильный износ подшипников, увеличение воздушного зазора или неравномерности его по периметру и т. п.).

Все это влечет снижение коэффициента мощности и наносит государству значительный ущерб. Поэтому повышение коэффициента мощности электрических установок является важнейшей народнохозяйственной задачей.

Практика указывает на следующие способы увеличения «косинуса фи»:

1. Правильный выбор типа, мощности и числа оборотов установленных электродвигателей (и особенно вновь устанавливаемых).

2. Полная загрузка электродвигателей по номинальным значениям тока и напряжений.

3. Запрещение работы асинхронных электродвигателей продолжительное время вхолостую.

4. Правильный и качественный ремонт электродвигателей.

5. Применение статических конденсаторов.

6. Замена части асинхронных электродвигателей синхронными.

7. При нагрузке двигателя менее чем на 40—50% целесообразно переключить его с треугольника на звезду (если он нормально работает при включении обмоток треугольником).

6. Тепловое действие тока

Количество тепла, выделяемое постоянным током в однородном проводнике, пропорционально квадрату тока, протекающего через него, сопротивлению проводника и времени, в течение которого ток проходит по проводнику:

$$Q = KI^2 Rt,$$

где K — тепловой эквивалент электрической энергии.

Если Q выразить в малых калориях, то $K = 0,24 \frac{\text{кал}}{\text{дж}}$,

тогда

$$Q = 0,24I^2 Rt = 0,24UIt \text{ кал.}$$

где I — ток, a ;

R — сопротивление, $ом$;

t — время, $сек.$;

U — напряжение, $в$.

7. Электродинамическое действие тока

Для двух параллельных проводников сила, действующая на 1 см каждого из них, прямо пропорциональна произведению токов, текущих по проводникам, и обратно пропорциональна расстоянию между проводниками:

$$F = 2,04 \frac{I_1 \cdot I_2}{a} \cdot 10^{-8},$$

где I_1 и I_2 — ток, a ;

a — расстояние, $см$;

F — сила, $кг$.

8. Электрическое поле в диэлектриках

Тело, обладающее электрическим зарядом, создает в окружающем пространстве электрическое поле, которое может быть обнаружено по его воздействию на другие заряженные тела.

Электрическое поле является формой материи. Сила, действующая в электрическом поле на заряженное тело,

пропорциональна величине его заряда и зависит от интенсивности самого поля.

Отношение этой силы к величине заряда называется *напряженностью поля* (E). В практической системе единиц напряженность поля точечного заряда

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon r^2},$$

где ϵ — коэффициент, характеризующий среду, в которой происходит взаимодействие.

Коэффициент ϵ называют *диэлектрической проницаемостью*; для пустоты в системе абсолютных практических единиц $\epsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-14}$ ф/см; для всех веществ значение ϵ больше, чем для пустоты. Отношение ϵ данного вещества к ϵ_0 называется *относительной диэлектрической проницаемостью* ϵ' .

Напряженность электрического поля в диэлектрике, при которой происходит пробой, называется *электрической прочностью диэлектрика* ($E_{пр}$).

9. Емкость

Совокупность двух проводников, разделенных диэлектриком, называется *конденсатором*.

Емкостью конденсатора называется отношение абсолютной величины заряда Q к разности потенциалов (напряжению) между электродами конденсатора и обозначается буквой C :

$$C = \frac{Q}{U}.$$

Единицей емкости является 1 фарада = 1 кулон/вольт. Емкость конденсатора зависит от геометрических размеров обкладок и от природы разделяющего их диэлектрика.

Общая емкость при параллельно соединенных конденсаторах

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_k,$$

а при последовательном соединении конденсаторов

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_k}.$$

Если емкости всех последовательно соединенных конденсаторов одинаковые, то

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} k,$$

т. е. общая емкость группы из k последовательно соединенных конденсаторов одинаковой емкости в k раз меньше емкости отдельного конденсатора.

Емкость плоского конденсатора

$$C = \frac{\epsilon S}{d},$$

где S — поверхность каждой обкладки, см^2 ;
 d — расстояние между обкладками, см ;
 ϵ — диэлектрическая проницаемость (относительная).
Емкость цилиндрического конденсатора

$$C = \frac{2\pi l}{\ln \frac{d_2}{d_1}},$$

где d_1 и d_2 — диаметры внешнего и внутреннего цилиндров;
 l — длина цилиндра.

10. Электромагнетизм

Электрический ток всегда связан с магнитным полем, а магнитное поле — с электрическим током. Поэтому магнитное поле и электрический ток представляют собой две стороны единого физического явления.

Магнитная индукция B — величина, характеризующая магнитное поле и численно равная силе, с которой поле действует на проводник длиной l м при токе в нем I а

$$B = \frac{F}{Il}, \quad \frac{\text{в} \cdot \text{сек.}}{\text{м}^2},$$

где I — ток, а;
 l — длина проводника, м;
 F — сила, н.

На проводник с током в магнитном поле с магнитной индукцией B действует сила

$$F = 0,102 BIl \cdot 10^{-4}, \text{ кг},$$

если B выражено в гауссах,

Магнитный поток Φ , т. е. совокупность проходящих через тело линий индукции, является всегда полностью замкнутым, так как каждая линия индукции — замкнутая кривая. Для однородного поля он выражается формулой:

$$\Phi = BS,$$

где S — поверхность, имеющая одинаковую индукцию B .
Напряженность магнитного поля H есть отношение магнитной индукции к магнитной проницаемости:

$$H = \frac{B}{\mu}.$$

Напряженность поля связана с током и числом витков катушки соотношением

$$H = \frac{I\omega}{l},$$

где $I\omega$ — намагничивающая сила (ампервитки);
 l — длина катушки.

Электромагнитная индукция — явление, заключающееся в образовании э. д. с. в проводнике, пересекаемом магнитными линиями поля. Величина наведенной (индуктированной) э. д. с. в проводнике длиной l , движущемся в магнитном поле с индукцией B перпендикулярно силовым линиям поля со скоростью v , определяется по формуле

$$E = Blv.$$

Для синусоидального поля наведенная э. д. с. выразится:

$$E = 4,44 f\omega BS \cdot 10^{-8}, \text{ в},$$

где ω — число витков обмотки;
 S — сечение магнитопровода, см^2 ;
 f — частота тока, гц .

Подъемная сила электромагнита постоянного тока (если B выразить в гауссах)

$$F = \frac{SB^2}{8\pi \cdot 981 \cdot 10^3},$$

где F — подъемная сила, кг ,
 B — магнитная индукция, гс ,

11. Силовые и измерительные трансформаторы

Трансформаторами называются электрические аппараты, предназначенные для преобразования электрической энергии одного уровня напряжений в электрическую энергию другого уровня напряжений при одной и той же частоте переменного тока.

Трансформаторы разделяются на *силовые и измерительные*.

Основные соотношения величин для трансформаторов:

1. Коэффициент трансформации

$$K_T = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_{10}}{U_{20}},$$

где ω_1 и ω_2 — число витков первичной и вторичной обмоток;

E_1 и E_2 — э. д. с. первичной и вторичной обмоток;

U_{10} и U_{20} — напряжение на зажимах первичной и вторичной обмоток при холостом ходе, т. е. при разомкнутой вторичной цепи.

2. Коэффициент полезного действия

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_c + P_m},$$

где P_1 — потребляемая активная мощность на стороне первичного напряжения;

P_2 — то же на стороне вторичного напряжения;

P_c — потери в стали;

P_m — потери в меди.

Коэффициент трансформации определяется как отношение показаний двух вольтметров, подключенных к первичным и вторичным зажимам при холостом ходе трансформатора.

Если трансформатор имеет две вторичные обмотки, то он называется *трехобмоточным*.

Потери в стали (P_c) определяются при холостом ходе по показанию ваттметра, включенного в первичную цепь. Потери в стали практически не зависят от нагрузки.

Потери в меди обмоток при номинальной, т. е. полной, нагрузке трансформатора определяются *опытом короткого замыкания* по показанию ваттметра, включенного в первичную цепь.

Опыт короткого замыкания заключается в том, что вторичная обмотка замыкается накоротко, а к первичной

подводится такое пониженное напряжение (*напряжение короткого замыкания U_K*), при котором по обеим обмоткам протекают номинальные токи.

В современных трансформаторах в зависимости от мощности и назначения $U_K = (4 \div 12)\%$ от U_N , а $\eta = (97 \div 99)\%$.

Первичные и вторичные обмотки трехфазных трансформаторов соединяют звездой (Y) или треугольником (Δ).

В СССР приняты следующие схемы и группы соединений обмоток трансформаторов:

$$Y/Y_0 - 12; \quad Y_0/\Delta - 11; \quad Y/\Delta - 11 \text{ и др.}$$

Цифры 12 и 11 указывают группу соединения трансформатора, т. е. на какой угол сдвинута линейная э. д. с. обмотки низшего напряжения относительно линейной э. д. с. обмотки высшего напряжения. Сдвиг вычисляется по часовой стрелке. Цифра 12 указывает группу, когда сдвиг равен нулю, а цифра 11 — когда сдвиг составляет 330° .

Параллельная работа двухобмоточных трансформаторов возможна при:

1) равенстве номинальных первичных и вторичных напряжений, а также напряжений короткого замыкания ($U_{K_1} = U_{K_2}$);

2) тождественности групп соединений трансформаторов;

3) отношении номинальных мощностей не выше 3:1.

Распределение нагрузки между параллельно работающими трансформаторами определяется следующим уравнением:

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{S_{N_1}}{S_{N_2}} \cdot \frac{U_{K_2}}{U_{K_1}}$$

Измерительные трансформаторы применяют для расширения пределов измерения приборов в цепях переменного тока, а в установках высокого напряжения измерительные трансформаторы, кроме того, обеспечивают безопасность.

Трансформатор напряжения по устройству аналогичен силовому трансформатору. Первичная обмотка имеет большое число витков и подсоединяется к сети, напряжение которой необходимо измерить. Вторичная обмотка с малым числом витков рассчитана на номинальное напряжение

100 в. К ней присоединяются обмотки вольтметров, частотомеров, параллельные обмотки ваттметров и других приборов.

Величина напряжения определяется по формуле

$$U_1 = k_T U_2.$$

Вольтметр, предназначенный для постоянной совместной работы с определенным трансформатором напряжения, градуируется на значения первичного напряжения.

Обязательным при включении трансформатора напряжения в высоковольтную сеть является заземление одного конца вторичной обмотки трансформатора и его стального кожуха.

Трансформатор тока предназначен для расширения пределов измерения тока. Первичная обмотка с малым числом витков и большим сечением проводника присоединяется последовательно с приемниками энергии, ток которых измеряется. Вторичная обмотка с большим числом витков и малым сечением проводника замыкается на обмотки измерительных приборов (амперметров, токовых обмоток ваттметров, счетчиков и др.) при последовательном их соединении. Величина вторичного тока равняется 5 а, когда первичный ток равен номинальному значению.

Величина первичного тока определяется формулой

$$I_1 = k_i I_2,$$

где

$$k_i = \frac{I_{1н}}{I_{2н}}.$$

Амперметр, предназначенный для постоянной совместной работы с определенным трансформатором тока, имеет шкалу, градуированную на значения первичного тока.

Обязательным при включении трансформатора тока в высоковольтную цепь является заземление одного зажима вторичной обмотки и кожуха трансформатора. Недопустимо размыкание вторичной цепи трансформатора тока при наличии тока в первичной обмотке.

12. Электрические машины

Асинхронные двигатели

Асинхронные двигатели выполняют с короткозамкнутым или фазным ротором (с контактными кольцами).

Основные соотношения величин для асинхронных двигателей:

1. Скольжение

$$s^0_0 = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \cdot 100,$$

где n_1 — скорость вращающегося поля, об/мин;

n_2 — скорость ротора, об/мин.

Связь между скоростью вращающегося поля n_1 , частотой f и числом пар полюсов p :

$$n_1 = \frac{60f}{p} \text{ об/мин.}$$

Соответствие между числом пар полюсов p и скоростью вращающегося поля n_1 при частоте $f = 50$ гц.

Таблица 17

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|-----|-----|-----|
| p | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| n | 3000 | 1500 | 1000 | 750 | 600 | 500 |

2. Номинальный ток статора электродвигателя

$$I_N = \frac{1000 P_N}{\sqrt{3} U_N \eta_N \cos \varphi_N} \text{ , а,}$$

где P_N — мощность на валу двигателя, квт;

U_N — напряжение на зажимах двигателя, в;

$\cos \varphi_N$ — коэффициент мощности двигателя;

η_N — к. п. д.

Все величины относятся к номинальной нагрузке.

3. Пусковой ток статора ($I_{\text{пуск}}$) короткозамкнутого электродвигателя определяется с учетом значения номинального тока (I_N) и некоторого коэффициента, называемого кратностью пускового тока $\frac{I_{\text{пуск}}}{I_N}$.

Величина $\frac{I_{\text{пуск}}}{I_n}$ приводится в каталогах на электродвигатели и колеблется в зависимости от мощности, скорости и конструкции ротора от 4 до 7.

Пусковой ток электродвигателя с фазным ротором зависит от сопротивления пускового реостата и обычно не превышает величину 2—2,5 от I_n .

Вращающий момент электродвигателя зависит от скольжения и имеет максимум ($M_{\text{макс}}$) при некоторой его величине, называемой *критическим скольжением*.

Номинальный момент электродвигателя (M_n) определяется по формуле

$$M_n = \frac{P_n}{n_n} 975, \text{ кгм,}$$

где P_n — номинальная мощность на валу электродвигателя, кВт;

n_n — номинальная скорость, об/мин.

Пусковой момент короткозамкнутого электродвигателя ($M_{\text{пуск}}$) определяется по номинальному и некоторому коэффициенту, называемому *кратностью пускового момента*

$$\frac{M_{\text{пуск}}}{M_n}$$

Величина $\frac{M_{\text{пуск}}}{M_n}$ приводится в каталогах на электродвигатели и колеблется в зависимости от мощности, скорости и конструкции ротора от 1,1 до 2,2.

Пусковой момент электродвигателя с фазным ротором при соответствующем выборе пускового реостата может быть равным максимальному.

Максимальный момент ($M_{\text{макс}}$) соответствует критическому скольжению, т. е. предельно допустимой нагрузке, и определяется по номинальному моменту (M_n) и некоторому коэффициенту, называемому *кратностью максимального момента*

$$\frac{M_{\text{макс}}}{M_n}$$

Величина $\frac{M_{\text{макс}}}{M_n}$ приводится в каталогах на электродвигатели и колеблется в зависимости от мощности, скорости и конструкции ротора от 1,8 до 3,0.

Вращающий момент асинхронного двигателя зависит от напряжения сети. Приближенно можно считать, что он пропорционален квадрату напряжения:

$$M = kU^2.$$

Асинхронные двигатели с фазным ротором, более сложные в эксплуатации, более дорогие и имеющие пониженные технико-экономические показатели по сравнению с короткозамкнутыми, предпочитают последним лишь в следующих случаях:

- 1) при необходимости регулирования скорости;
- 2) при особенно тяжелых условиях пуска

$$M_{\text{пуск}} > (1,5-2) M_n;$$

3) при относительно больших мощностях, когда пуск короткозамкнутого двигателя вызывает недопустимые колебания напряжения.

В некоторых случаях, когда требуется ступенчатое изменение скорости электродвигателя, применяют так называемые *многоскоростные асинхронные двигатели* (двух-, трех- и четырехскоростные). В этих двигателях имеются одна или две усложненные обмотки статора (с дополнительными выводами), переключение которых позволяет изменять число пар полюсов.

Машины постоянного тока

Машины постоянного тока могут работать в качестве генераторов или электродвигателей.

Основные закономерности генераторного режима ($E > U$):

1. Электродвижущая сила

$$E = \frac{p}{a} \cdot \frac{N}{60} \Phi n = k_E \Phi n$$

где p — число пар полюсов машины;
 a — число пар параллельных ветвей обмотки якоря;
 N — число проводников в пазах якоря;
 Φ — поток главных полюсов, в · сек;
 n — скорость, об/мин.

2. Напряжение на зажимах якоря

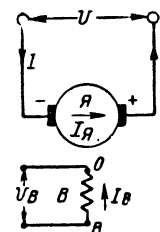
$$U = E - I_a R_a,$$

где I_a — ток якоря, а;
 R_a — сопротивление цепи якоря, ом.

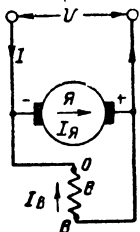
Основные соотношения в машинах постоянного тока

| Тип машины | Генератор | Электродвигатель |
|--|---|--|
| Машина параллельного возбуждения (шунтовая машина) — рис. 4, а | $I_a = I + I_\theta$ $U = E - I_a R_a$ $\Phi = f(I_\theta)$ | $I = I_a + I_\theta$ $n = \frac{k_E \Phi}{U - I_a R_a}$ $\Phi = f(I_\theta)$ |
| Машина последовательного возбуждения (серьез-машина) — рис. 4, б | $I = I_a = I_\theta$ $U = E - I (R_a + R_\theta)$ $\Phi = f(I)$ | $I = I_a = I_\theta$ $M = k_M \Phi I_a$ $n = \frac{k_E \Phi}{U - I (R_a + R_\theta)}$ $\Phi = f(I)$ |
| Машина смешанного возбуждения (компаунд-машина) — рис. 4, в | $I_a = I + I_\theta$ $U = E - I_a (R_a + R_c)$ $\Phi = \Phi_{ш} + \Phi_c$ $\Phi_{ш} = f(I_\theta); \Phi_c = f(I_a)$ | $I = I_a + I_\theta$ $n = \frac{k_E (\Phi_{ш} + \Phi_c)}{U - I_a (R_a + R_c)}$ $\Phi_{ш} = f(I_\theta); \Phi_c = f(I_a)$ |

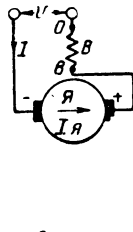
Генераторы постоянного тока



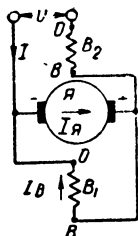
С независимым возбуждением



С самовозбуждением параллельного возбуждения

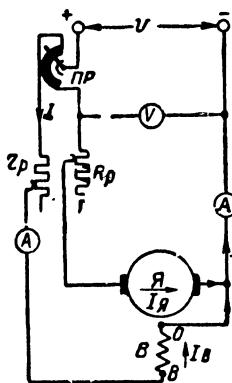


С самовозбуждением последовательного возбуждения

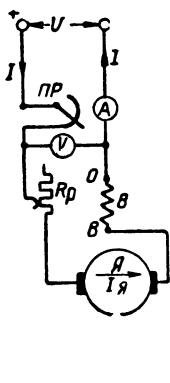


Смешанного возбуждения

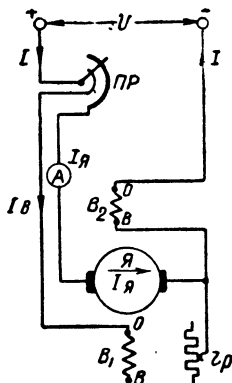
Двигатели постоянного тока



параллельного возбуждения



последовательного возбуждения



Смешанного возбуждения

Рис. 4. Принципиальные схемы генераторов и двигателей постоянного тока:

U — напряжение на зажимах генератора (двигателя); $I_{Я}$ — ток якоря генератора (двигателя); I_B — ток обмотки возбуждения; I — ток внешней цепи генератора (двигателя); Я — якорь; B , B_1 , B_2 — обмотки возбуждения; R_p — реостат в цепи якоря; r_p — реостат в цепи возбуждения; $Пр$ — пусковой реостат

Основные закономерности двигательного режима ($U > E$).

1. Вращающий момент

$$M = \frac{p}{a} \cdot \frac{N}{2\pi} \Phi I_{\text{я}} = k_M \Phi I_{\text{я}},$$

где $I_{\text{я}}$ — ток, протекающий по обмотке якоря.

2. Противозлектродвижущая сила

$$E_n = U - I_{\text{я}} R_a$$

или

$$E_n = k_E \Phi n,$$

где U — напряжение на зажимах якоря;

R_a — сопротивление якорной цепи.

3. Скорость вращения

$$n = \frac{E_n}{k_E \Phi} = \frac{U - I_{\text{я}} R_a}{k_E \Phi}.$$

Машины постоянного тока по схеме подключения обмотки возбуждения разделяются на:

машины параллельного возбуждения (рис. 4, а);

машины последовательного возбуждения (рис. 4, б);

машины смешанного возбуждения (рис. 4, в).

Основные расчетные соотношения в машинах постоянного тока приведены в табл. 18.

Глава V. ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

1. Условные графические обозначения в электрических схемах

(по ГОСТ 7624—55).

Размеры и толщина линий условных обозначений принимаются в зависимости от назначения и общих размеров чертежа схемы. Обмотки, катушки и контакты, находящиеся в главных цепях и в цепях возбуждения, должны вычерчиваться более толстыми линиями, чем находящиеся в цепях управления.

В зависимости от размещения цепей схемы на чертеже обозначения, установленные данным стандартом, могут

быть повернуты на необходимый угол (например 90°) против часовой стрелки.

При однолинейном изображении, если это потребуется, количество проводов (шин, фаз) дается числом черточек, пересекающих под углом 45° обозначение провода (шины, фазы) на одном из его концов, или цифрой.

Буквенные или цифровые обозначения контактов и зажимов машин, аппаратов и пр. должны соответствовать стандартам или техническим условиям, утвержденным в установленном порядке.

Все обозначения аппаратов даны в *положении отсутствия напряжения во всех цепях схемы и отсутствия всяких внешних механических воздействий на аппараты*. Это положение называется *нормальным*, соответственно с чем все контакты разделяются на *нормально закрытые* (т. е. замкнутые при невозбужденном аппарате и при отсутствии внешнего механического воздействия), сокращенно обозначаемые НЗ, и на *нормально открытые* (т. е. разомкнутые при невозбужденном аппарате и при отсутствии внешнего механического воздействия), сокращенно обозначаемые НО. Для аппаратов с двумя катушками, действующими на контакты в противоположных направлениях, нормальное положение оговаривается на чертеже. Направление (на схемах) силы, действующей на аппараты, принято сверху вниз — для горизонтального расположения цепей схемы и слева направо — для вертикального расположения цепей схемы.

Направление замедленного движения контактов с выдержкой времени соответствует направлению острия треугольника в обозначении контакта.

Наиболее употребительные из условных обозначений в электрических схемах, принятых ГОСТ 7624—55, приведены в табл. 19 (см. стр. 48). Эти обозначения применяются в принципиальных и монтажных схемах как в однолинейном, так и в трехлинейном изображении.









2. Условные графические обозначения на чертежах электрического оборудования















В планах и разрезах электросилового и осветительного оборудования, в чертежах кабельных раскладок наружных электрических сетей и т. п. применяются условные обозначения по ГОСТ 7621—55, выдержки из которого приводятся в табл. 20 (см. стр. 68).

Условные графические обозначения в электрических схемах
(по ГОСТ 7624—55)











| Наименование | Обозначение |
|--|-------------|
| 1. Род тока и напряжения | |
| Постоянный ток Напряжение постоянного тока | |
| Переменный ток Напряжение переменного тока | |
| Постоянный и переменный ток (для измерительных приборов, аппаратов, машин и т. п., пригодных для обоих родов тока, для синхронных машин) | |
| Положительная полярность | |
| Отрицательная полярность | |
| 2. Виды соединений обмоток | |
| Однофазная обмотка с двумя выводами | |
| Однофазная обмотка с двумя выводами и с выведенной нейтральной (средней) точкой | |

Продолжение табл. 19

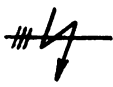
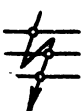
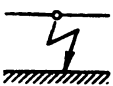
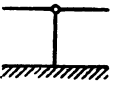








| Наименование | Обозначение |
|--|---|
| Соединение обмоток двух фаз в открытый треугольник (питание от сети трехфазного тока) |  |
| Три однофазные обмотки, каждая с двумя выводами |  |
| Трехфазная обмотка с соединением в звезду |  |
| Трехфазная обмотка с соединением в звезду с выведенной нейтральной (средней) точкой |  |
| Трехфазная обмотка с соединением в двойную звезду с отдельными нейтральными (средними) точками |  |
| Трехфазная обмотка с соединением в треугольник |  |
| Трехфазная обмотка с соединением трех фаз в разомкнутый треугольник |  |
| Трехфазная обмотка с соединением в зигзаг |  |

| Наименование | Обозначение | |
|---|---|---|
| | однолинейное | многолинейное |
| 3. Провода, шины и их соединения | | |
| Провод электрической цепи |  | |
| Провод, соединенный с нейтральной (средней) точкой |  | |
| Провод экранированный |  | |
| Провода двухпроводной электрической цепи |  |  |
| Провода четырехпроводной электрической цепи трехфазного тока |  |  |
| Соединение электрическое (металлическое), зажим (варианты а и б) |   | |
| Провода пересекающиеся, без электрического (металлического) соединения |  |  |
| Провода пересекающиеся, электрически (металлически) соединенные и провода ответвляющиеся (варианты а и б) |   |   |










Продолжение табл. 19

| Наименование | Обозначение | |
|---|--|---|
| | однолинейное | многолинейное |
| Шина |  | |
| Шины трехфазной четырехпроводной системы (варианты а и б) | а  б  |  |
| Ответвление от шин (варианты а и б) | а  б  | |
| Накладка, соединяющая два отрезка шин |  | |
| Повреждение изоляции |  | |
| Заземление (соединение провода с землей) |  | |
| Замыкание на землю проводов двух фаз (двойное) |  | |


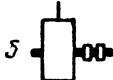










Продолжение табл. 19

| Наименование | Обозначение | |
|---|---|---|
| | однолинейное | многолинейное |
| Замыкание проводов трехфазное |  |  |
| Пробой изоляции провода на корпус |  | |
| Соединение провода с корпусом |  | |
| Контакт аппарата, выведенный на сборку зажимов, например панели (варианты а и б) | <p>а </p> <p>б </p> | |
| Перемычка на сборке зажимов (варианты а и б) | <p>а </p> <p>б </p> | |
| 4. Машины вращающиеся | | |
| Машина вращающаяся (без указания исполнения ротора или якоря). Общее обозначение (варианты а и б) | <p>а </p> <p>б </p> | <p></p> <p></p> |

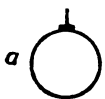
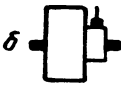


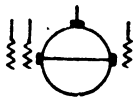
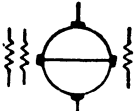






Продолжение табл. 19

| Наименование | Обозначение | |
|---|---|---|
| | однолинейное | многолинейное |
| Электродвигатель асинхронный трехфазный с короткозамкнутым ротором |  |  |
| Электродвигатель асинхронный трехфазный с фазовым ротором (выводы ротора допускается делать влево или вниз) |  |  |
| Электродвигатель асинхронный трехфазный с короткозамкнутым ротором, двухскоростной, 100 кВт при 1500 об/мин и 50 кВт при 750 об/мин |  <i>100/50</i> <i>1500/750</i> |  <i>100/50</i> <i>1500/750</i> |
| Сельсин с однофазным статором (выводы ротора допускается делать влево или вниз) | |  |
| Сельсин с однофазным ротором (выводы ротора допускается делать влево или вниз) | |  |
| Сельсин дифференциальный (выводы ротора допускается делать влево или вниз) | |  |






Продолжение табл. 19

| Наименование | Обозначение | |
|--|---|---|
| | однолинейное | многолинейное |
| Синхронная машина трехфазного тока (варианты <i>a</i> и <i>б</i>) |  <p><i>a</i></p>  <p><i>б</i></p> |   |
| Синхронная машина трехфазного тока с выведенной нейтральной (средней) точкой с указанием обмотки возбуждения |  |  |
| Синхронная машина трехфазного тока с выведенными 6 концами фаз обмотки статора и с указанием обмотки возбуждения |  |  |
| Синхронная машина однофазная с возбуждением от постоянных магнитов |  |  |
| Синхронный реактивный электродвигатель (без обмотки возбуждения постоянного тока и без постоянных магнитов) переменного тока |  |  |

Продолжение табл. 19

| Наименование | Обозначение | |
|---|--|--|
| | однолинейное | многолинейное |
| Машина постоянного тока (варианты <i>a</i> и <i>б</i>) |   |   |
| Усилитель электромашинный с поперечным полем и не- сколькими (например тремя) обмотками управления |  |  |
| Машина постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов |  |  |
| Электродвигатель коллектор- ный однофазный последова- тельного возбуждения |  |  |
| Электродвигатель коллектор- ный трехфазный последова- тельного возбуждения |  |  |

Продолжение табл. 19

| Наименование | Обозначение | |
|--|--|---|
| | однолинейное | многолинейное |
| Электродвигатель коллекторный однофазный репульсионный |  |  |
| Электродвигатель коллекторный трехфазный репульсионный |  |  |
| Электродвигатель коллекторный трехфазный параллельного возбуждения, с питанием в ротор с регулированием скорости передвижением щеток |  |  |
| Преобразователь одноякорный шестифазный |  |  |
| Преобразователь, состоящий из асинхронного электродвигателя трехфазного тока с короткозамкнутым ротором и генератора постоянного тока (варианты а и б) | <i>а</i>  |  |
| | <i>б</i>  |  |




Продолжение табл. 19

| Наименование | Обозначение | | |
|---|--------------|---------------|-----------------------------------|
| | однолинейное | многолинейное | многолинейное с указанием обмоток |
| 5. Трансформаторы и автотрансформаторы | | | |
| Трансформатор однофазный без сердечника | | | |
| Трансформатор однофазный с сердечником | | | |
| Трансформатор однофазный трехобмоточный с сердечником | | | |
| Вывод нейтральной (средней) точки на одной обмотке у однофазного трансформатора с сердечником | | | |
| Два трансформатора напряжения с сердечниками однофазных, соединенных в открытый треугольник | | | |




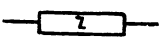
Продолжение табл. 19

| Наименование | Обозначение | | |
|---|--------------|---------------|-----------------------------------|
| | однолинейное | многолинейное | многолинейное с указанием обмоток |
| Трансформатор трехфазный, с сердечником, с соединением обмоток: звезда — звезда, с выведенной нейтральной (средней) точкой у одной из обмоток | | | |
| Трансформатор трехфазный, трехобмоточный, с сердечником, с соединением обмоток: звезда с выведенной нейтральной (средней) точкой на двух обмотках, треугольник на одной обмотке, с регулированием под нагрузкой на одной обмотке | | | |
| Трансформатор напряжения трехфазный, трехобмоточный пятистержневой, с сердечником, с соединением обмоток: звезда с выведенной нейтральной (средней) точкой на двух обмотках и разомкнутый треугольник на одной обмотке. Нейтральные (средние) точки заземлены | | | |

Продолжение табл. 19

| Наименование | Обозначение | | |
|---|--------------|--|-----------------------------------|
| | однолинейное | многолинейное | многолинейное с указанием обмоток |
| Трансформатор тока с одной вторичной обмоткой | |  | |
| Трансформатор тока с двумя вторичными обмотками | |  | |
| Трансформатор тока нулевой последовательности с катушкой подмагничивания, шинный (три вертикальные линии обозначают три фазы) | |  | |

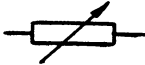

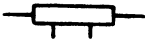






Продолжение табл. 19

| Наименование | Обозначение |
|--|---|
| 6. Приборы измерительные | |
| Прибор измерительный — показывающий * |  |
| Прибор измерительный — регистрирующий (записывающий) * |  |
| Счетчик * |  |
| Шунт для измерительного прибора |  |
| Термоэлемент |  |
| 7. Сопротивления | |
| Сопротивление нерегулируемое Общее обозначение Сопротивление активное Сопротивление омическое |  |
| Сопротивление полное |  |





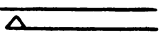
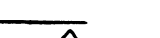
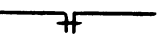
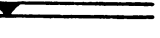




* В графическое обозначение указанных измерительных приборов и счетчиков вписывается буквенное обозначение как например:

| | |
|---------------------------------------|------|
| амперметр | A |
| вольтметр | V |
| ваттметр | W |
| счетчик ватт-часов активных | Wh |
| счетчик вольтампер-часов реактивных | VARh |

Продолжение табл. 19

| Наименование | Обозначение |
|---|---|
| Сопротивление регулируемое Общее обозначение |  |
| Сопротивление регулируемое без разрыва цепи, со скользящим контактом |  |
| Сопротивление с отводами |  |
| Сопротивление индуктивное без сердечника |  |
| Сопротивление индуктивное с сердечником (дроссель) |  |
| Дроссель с катушкой подмагничивания (например с одной) |  |
| Реактор |  |
| Конденсатор нерегулируемый Сопротивление емкостное, нерегулируемое |  |
| Конденсатор регулируемый Сопротивление емкостное, регулируемое |  |

Продолжение табл. 19

| Наименование | Обозначение |
|--|--|
| 8. Контактторы и реле | |
| <p>Катушка контактора (а). Для двух параллельно включенных катушек допускается обозначение (б)</p> | <p>а </p> <p>б </p> |
| <p>Нагревательный элемент теплового реле</p> |  |
| <p>Контакт нормально открытый (НО): (а) общее; (б и в) допустимые в схемах радиотехники и связи</p> | <p>а </p> <p>б </p> <p>в </p> |
| <p>Контакт нормальный закрытый (НЗ): (а) общее; (б и в) допустимые в схемах радиотехники и связи</p> | <p>а </p> <p>б </p> <p>в </p> |
| <p>Контакт нормально открытый (НО) с выдержкой времени при закрывании</p> |  |
| <p>Контакт нормально открытый (НО) с выдержкой времени при открывании</p> |  |
| <p>Контакт нормально открытый (НО) с выдержкой времени при закрывании и открывании</p> |  |


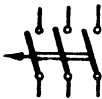


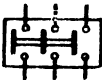




Продолжение табл. 19

| Наименование | Обозначение |
|---|-------------|
| Реле — общее обозначение * | |
| 9. Командоаппараты | |
| Кнопка с самовозвратом с нормально открытым (НО) контактом | |
| Кнопка с самовозвратом с нормально закрытым (НЗ) контактом | |
| Кнопка с самовозвратом с одним нормально открытым (НО) и одним нормально закрытым (НЗ) контактами | |
| Выключатель путевой или конечный с нормально открытым (НО) контактом | |
| Выключатель путевой или конечный с нормально закрытым (НЗ) контактом | |






* В графическое обозначение реле вписывается буквенное обозначение, как например:

| | |
|------------------------------|--|
| реле тока РГ | реле температурное . . . РТ ^о |
| реле напряжения РН | реле струйное РСтр |
| реле мощности РМ | реле газовое РГ |





Продолжение табл. 19

| Наименование | Обозначение | |
|---|---|---|
| | однолинейное | многолинейное |
| 10. Выключатели, переключатели и разъединители | | |
| Выключатель мощности трехполюсный автоматический воздушный (автомат) |  |  |
| Выключатель мощности автоматический воздушный, например: а) максимального тока — $T >$ б) минимального тока — $T <$ в) минимального напряжения — $H <$ |  | |
| Выключатель мощности трехполюсный (с гашением дуги в масле или струей масла, воды, воздуха и т. п.) |  |  |
| Выключатель нагрузки трехполюсный с гашением дуги (разъединитель мощности) |  |  |
| Выключатель трехполюсный Разъединитель трехполюсный |  |  |

Продолжение табл 19

| Наименование | Обозначение |
|--|--|
| 11. Аппараты разные | |
| а) Аппараты сигнализации Звонок электрический |  |
| Сирена электрическая, гудок, ревун |  |
| Лампа сигнальная Примечание. Над обозначением при необходимости добавляется начальная буква слова, указывающего цвет стекла или сигнализируемое состояние, например: Б — белый, К — красный, А — авария, В — включено и т. п. |  Б  |
| б) Аппараты защиты от перенапряжений и предохранители Разрядник Общее обозначение |  |

Продолжение табл. 19

| Наименование | Обозначение |
|---------------------------------------|---|
| Разрядник трубчатый |  |
| Разрядник вентильный |  |
| Предохранитель плавкий |  |
| в) Электромагниты | |
| Электромагнит с параллельной обмоткой |  |

Продолжение табл. 19


















| Наименование | Обозначение |
|---|---|
| Электромагнит с последовательной обмоткой |  |
| Электромагнит трехфазного тока |  |
| г) Печи электрические | |
| Дуговая печь Общее обозначение |  |
| Печь сопротивления Общее обозначение |  |
| Индукционная печь Общее обозначение |  |
| д) Разное | |
| Кабельная разделка |  |
| Лампа осветительная |  |

Таблица 20








**Условные графические обозначения электрического
оборудования и проводок на планах
(по ГОСТ 7621—55)**

| Наименование | Обозначение |
|-----------------------------------|---|
| I. Машины и трансформаторы | |
| Электродвигатель асинхронный |  |
| Электродвигатель синхронный |  |
| Электродвигатель постоянного тока |  |
| Генератор синхронный |  |
| Генератор постоянного тока |  |
| Трансформатор |  |

Продолжение табл. 20

| Наименование | Обозначение |
|--|---|
| 2. Распределительные щиты и сборки | |
| Щит, пульт, шкаф управления |  |
| Щит, сборка распределительная |  |
| Щаф распределительный (силовой и освещения) |  |
| Щиток для подключения передвижных приемников электрической энергии |  |
| Щиток групповой рабочего освещения |  |
| Щиток групповой аварийного освещения |  |
| Щиток сигнальный, табло сигнальное, светофор |  |








Продолжение табл. 20

| Наименование | Обозначение |
|--|---|
| 3. Аппаратура пускорегулирующая, реле | |
| Пускатель |  |
| Реостат |  |
| Командоконтроллер |  |
| Контроллер барабанный |  |
| Реактор |  |
| Ящик с автоматом |  |
| Ящик с рубильником |  |




Продолжение табл. 20

| Наименование | Обозначение |
|---|---|
| Ящик с предохранителями |  |
| Ящик с рубильником и предохранителями |  |
| Ящик с переключателем |  |
| Ящик пусковой высокого напряжения |  |
| Ящик ввода |  |
| Кнопка управления (число точек должно соответствовать числу кнопок) |  |
| Фотоэлемент |  |
| Термометр ртутный с контактами |  |









Продолжение табл. 20

| Наименование | Обозначение |
|------------------------------------|---|
| Термометр сопротивления |  |
| Прибор самопишущий |  |
| Реле |  |
| Счетчик электроэнергии |  |
| Звонок электрический |  |
| Сирена электрическая, гудок, ревун |  |
| 4. Приемники электрической энергии | |
| Печь электрическая сопротивления |  |








Продолжение табл. 20

| Наименование | Обозначение |
|---|---|
| Печь электрическая дуговая |  |
| Печь электрическая индукционная |  |
| 5. Светильники | |
| Светильник «Альфа» |  |
| Светильник «Глубокоизлучатель» эмалированный |  |
| Светильник «Глубокоизлучатель» зеркальный |  |
| Лампа зеркальная |  |
| Светильник «Универсаль» с полуматовым затенителем |  |





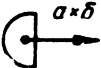


Продолжение табл. 20

| Наименование | Обозначение |
|--|---|
| Светильник «Универсаль» без затенителя |  |
| Светильник «Люцетта» цельного молочного стекла |  |
| Светильник «Люцетта» цельного молочного стекла с арматурой «Альфа» |  |
| Светильник «Люцетта» цельного молочного стекла с фарфоровым патроном |  |
| Светильник «Шар» молочного стекла |  |
| Светильник пылеводонепроницаемый |  |
| Светильник рудничный нормальный с прозрачным стеклом |  |
| Светильник рудничный нормальный с матовым стеклом |  |





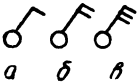


Продолжение табл. 20

| Наименование | Обозначение |
|---|---|
| Светильник повышенной надежности против взрыва без отражателя |  |
| Светильник повышенной надежности против взрыва с отражателем |  |
| Светильник взрывонепроницаемый без отражателя |  |
| Светильник взрывонепроницаемый с отражателем |  |
| Светильник «Кососвет» |  |
| Светильник «Плафон»: а — число ламп; б — мощность лампы, вт |  |
| Светильник местного освещения |  |











Продолжение табл. 20

| Наименование | Обозначение |
|---|---|
| Светильник с люминесцентными лампами: <i>a</i> — число ламп; <i>b</i> — мощность лампы, <i>вт</i> |  |
| Люстра: <i>a</i> — число ламп; <i>b</i> — мощность лампы, <i>вт</i> |  |
| Люстра с люминесцентными лампами: <i>a</i> — число ламп; <i>b</i> — мощность лампы, <i>вт</i> |  |
| Сигнальный фонарь |  |
| Прожектор: <i>a</i> — мощность лампы, <i>вт</i> ; <i>b</i> — угол наклона, град. |  |
| Патрон стенной |  |
| Патрон фарфоровый подвесной |  |






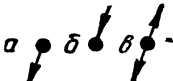
Продолжение табл. 20

| Наименование | Обозначение |
|---|---|
| Подвес с нормальным патроном |  |
| Патрон потолочный |  |
| Розетка штепсельная двухполюсная: а — в нормальном исполнении; б — в герметическом исполнении |  |
| Розетка трехполюсная с четвертым заземляющим контактом: а — в нормальном исполнении; б — в герметическом исполнении |  |
| Выключатель в нормальном исполнении: а — однополюсный; б — двухполюсный; в — трехполюсный |  |
| 6. Сети электрические | |
| Линия силовой распределительной сети переменного тока напряжением до 500 в включительно |  |
| Линия силовой распределительной сети переменного тока напряжением свыше 500 в |  |

Продолжение табл. 20

| Наименование | Обозначение |
|--|--|
| Линия силовой распределительной сети постоянного тока |  |
| Линия сети переменного тока с частотой, отличающейся от 50 гц |  |
| Кабель или провод (гибкие) к передвижному приемнику электрической энергии |  |
| Линия сети рабочего освещения: | |
| а — для чертежей только электроосвещения; | <i>a</i>  |
| б — для чертежей с совмещенными сетями (силовой и осветительной) | <i>b</i>  |
| Линия сети аварийного освещения: | |
| а — для чертежей только электроосвещения; | <i>a</i>  |
| б — для чертежей с совмещенными сетями (силовой и осветительной) | <i>b</i>  |
| Линия сети охранного освещения |  |
| Линия сети 36 в и ниже |  |
| Линия сети контроля, измерения, сигнализации, блокировки и дистанционного управления электроосвещением |  |

Продолжение табл. 20

| Наименование | Обозначение |
|---|--|
| Линия троса |  |
| Линия (например рабочего освещения), подвешенная к тросу |  |
| Линия троллейная |  |
| Линия заземления или зануления |  |
| Заземлители |  |
| <p><i>a</i> — линия уходит вниз; <i>б</i> — линия приходит сверху; <i>в</i> — линия разветвляется и уходит вверх и вниз</p> |  |

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Электротехническими материалами называются материалы, которые используются в электротехнике благодаря их особым свойствам по отношению к электрическому току и магнитному полю. К ним относятся электроизоляционные, проводниковые и магнитные материалы.

В электротехнических устройствах широко применяются также монтажные изделия и материалы.

Глава I. ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ (ДИЭЛЕКТРИКИ)

1. Общие сведения

Электроизоляционными материалами называются материалы, которые используются для образования электрической изоляции токопровода от окружающей среды. Основными свойствами электроизоляционного материала, определяющими его качество, являются удельное электрическое сопротивление материала ρ , объемное ρ_v и поверхностное ρ_s .

Для диэлектриков, применяемых в установках высокого напряжения и конденсаторах, важны также электрическая прочность $E_{пр}$, диэлектрическая проницаемость ϵ и угол диэлектрических потерь δ .

Кроме электрических свойств электроизоляционных материалов, большое значение имеет механическая прочность, нагревостойкость, гигроскопичность и др.

2. Электроизоляционные жидкости

Таблица 21

Основная характеристика изоляционных масел

| Показатель | Трансформаторное масло | Минеральное масло для конденсаторов | Кабельное тяжелое масло | Негорючие синтетические жидкости | | Касторовое масло |
|---|---|--|--|--|--------------------------|--|
| | | | | совол | совтол | |
| Плотность при 20°, г/см ³ | 0,84—0,92 | 0,85—0,89 | 0,90— 0,91 | 1,54—1,58 | 1,51— 1,52 | 0,95— 0,97 |
| Цвет | Соломенно- желтый | Соломен- но-желтый | Темно- желтый | Бесцветный | Бесцвет- ный | Бледно- желтый |
| Температура застывания, град. | —45 | —45 | От —10 до —15 | От —5 до —8 | От —25 до —30 | От —12 до —18 |
| Температура вспышки паров, град. | 135 | 135 | 252—260 | 200—230 | 200—230 | 260—270 |
| $E_{пр}$, при 20° | 15—20 | 20—24 | 12—16 | 14—20 | 14—18 | 14—22 |
| Область при- менения | Трансформа- торы, масля- ные выключа- тели, фарфо- ровые вводы, реостаты | Пропитка бумажных конденсато- ров | Пропит- ка бумаж- ной изоля- ции ка- белей | Пропитка бумажных конденсато- ров, мягчи- тель пласт- массы | Транс- формато- ры | Пропит- ка бумаж- ных конден- саторов |

3. Электроизоляционные смолы

Таблица 22

Основная характеристика естественных смол

| Наименование смол | Плотность кг/м ³ | Температура размягчения, град. | Температура носта, град | Растворимость и растворители | $E_{пр.}$, кв. делсм/мм при 20° | Область применения |
|-------------------|--------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---|--|--|
| Шеллак | 1,00— 1,03 | 65—80 | $20 \cdot 10^{-4}$ | Этиловый и другие спирты | 15—28 | Основа для клеящих лаков (клеяка слюды в миканитах) |
| Копалы | 1,05— 1,08 | 75— 170 | $18 \cdot 10^{-4}$ | Спирты, эфиры; ацетоны и их смеси | 20—35 | Основа для покровных лаков |
| Янтарь | 1,06— 1,09 | 170— 200 | $21 \cdot 10^{-4}$ | В твердом состоянии практически не растворяется ни в одном из растворителей | — | Изоляторы для электроизмерительных приборов |
| Кани- Фоль | 1,07— 1,10 | 50—85 | — | Этиловый спирт, скипидар, ацетон, жидкие углеводороды, минеральные и растительные масла | 10—15 | Загуститель для масляно-канифольных пропиточных масс; основа силикативов для масляных лаков; припой при пайке меди |

Т а б л и ц а 23
Основная характеристика искусственных (синтетических) смол

| Наименование смол | Плотность, г/см ³ | Температура размягчения, град. | Теплопроводность вт/см·град | Растворимость и растворители | $E_{пр.}$ кв.действ. мм при 20° | Область применения |
|---|---------------------------------|--------------------------------------|--|---|---------------------------------------|--|
| Фенольно-формальдегидная | 1,2—1,3 | 60—70 | $(15-18) \cdot 10^{-4}$ | Этиловые и другие спирты, ацетон и эфиры | 10—15 | Слоистые изоляционные пластмассы (гетинакс, текстолит, стеклотекстолит), намотанные изделия (трубки, цилиндры) и прессованные изделия. Смолы ФАФ применяются для высокочастотных устройств |
| Крезольно-формальдегидная | 1,2—1,3 | 65—75 | $(15-18) \cdot 10^{-4}$ | | 15—20 | |
| Фенольно-анилино-формальдегидная (ФАФ) | 1,2—1,4 | 50—70 | $(15-18) \cdot 10^{-4}$ | Этиловый спирт | 15—20 | |
| | | | | | | |
| Меламино-формальдегидная Карбамидные смолы | 1,3—1,5 1,4—1,5 | — — | $(15-18) \cdot 10^{-4}$ $(15-18) \cdot 10^{-4}$ | Водорастворимые и спирторастворимые смолы | 15—18 12—16 | Изоляционные искростойкие пластмассовые детали различного назначения |

Продолжение табл. 23

| Наименование смол | Плотность, г/см ³ | Температура раз- мягчения, град. | Теплопровод- ность, вт см·град | Растворимость и растворители | E_{np} кв.действ мк при 20° | Область применения |
|--|---------------------------------|--|---|--|--|---|
| Поливинилаце- талевые смолы (металвин, вини- флекс) | 1,2— 1,3 | — | — | Крезол, крезол+ сольвент-нафта; целлозольв; смесь амилацетата, изо- амилового спирта, хлорбензола и три- хлорбензола | 35—60 | Основы эмаль- лаков для покры- тия обмоточных проводов |
| Глифталевые смолы (глифтали) | 1,15— 1,38 | 80— 100 | $(12-15) \cdot 10^{-4}$ | Спиртобензолъ- ная, спиртогалу- ольная, смеси. Смесь ароматиче- ских углеводоро- дов | 20—30 | Основы тепло- стойких (до 135°) и маслостойких клея- щих, пропиточных и покровных лаков |

Продолжение табл. 23

| Наименование смол | Плотность, г/см ³ | Температура раз- мягчения, град. | Теплопровод- ность | | Растворимость и растворители | E _{np} , кв.десм. мм при 20° | Область применения |
|---------------------------------|---------------------------------|--|----------------------------|---------|--|--|---|
| | | | вт | см·град | | | |
| Кремний-орга- нические смолы | 1,25— 1,35 | 85— 130 | — | — | Бензол, толуол, кислот и их смеси, лаковый бензин, скипидар | 25—60 | Основы тепло- стойких и водо- стойких пластмасс и лаков различного назначения |
| Полистироль- ные смолы * | 1,05— 1,07 | 90— 115 | (15—16) · 10 ⁻⁴ | — | Бензол, толуол, ксилол, хлоро- форм, четыреххло- ристый углерод | 30—50 | Основа пласт- масс, пленок и ла- ков для приборо- строения и радио- техники |

* Полистирольные смолы относятся к типу термопластичных смол, а все предыдущие — к тер-
моэластичным.

4. Битумы и асфальты

Битумы и асфальты — вещества, близкие к смолам. Характерными особенностями битумов являются: черный цвет, термопластичность, высокая водостойкость и химическая инертность.

В табл. 24 приводятся основные данные широко применяемых битумов, асфальтов и асфальтитов.

Таблица 24

Основная характеристика битумов

| Битумы | ГОСТ или ТУ | Температура размягчения, град. | Температура вспышки, град. (не ниже) | $E_{пр}$ | Область применения |
|--|---------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|---|
| | | | | $\frac{кв}{действ}$ мм при 20° | |
| Нефтяные; марка БН-III | ГОСТ 1544— 52 | 50 | 200 | } От 10 до 25 | Для изготовле- ния компаундов, т. е. пропиточных и заливочных соста- вов (кабельных составов), заливки катушек электри- ческих машин и аппаратов, изгото- вления изоляци- онных лаков и т. п. |
| марка БН-IV | ГОСТ 6617— 53 | 70 | 230 | | |
| марка БН-V | То же | 90 | 230 | | |
| Нефтяные специаль- ные: марка В | ГОСТ 3508— 47 | 110— 125 | 260 | } От 12 до 30 | |
| Г | То же | 125— 135 | 260 | | |

Продолжение табл. 24

| Битумы | ГОСТ или ТУ | Температура размягчения, град. | Температура вспышки, град. (не ниже) | $E_{пр}$ | | Область применения |
|-----------------------|------------------------|--------------------------------------|--|---------------------|---------------------------|---|
| | | | | $\frac{кв}{действ}$ | $\frac{мм}{при 20^\circ}$ | |
| Печорский асфальт | ВТУ МПСМ 1951 г. | 120— 160 | — | } От 10 до 20 | | Для защитной пропитки деревян- ных опор от гние- ния |
| Садкинский асфальт | — | 145— 220 | — | | | |

5. Воскообразные диэлектрики

Таблица 25

Основная характеристика воскообразных диэлектриков

| Диэлект- рики | Плотность при 20° , $г/см^3$ | Температура плавления, град. | Растворитель | $E_{пр}$ | | Область применения |
|------------------|--|------------------------------------|--|---------------------|---------------------------|--|
| | | | | $\frac{кв}{действ}$ | $\frac{мм}{при 20^\circ}$ | |
| Парафин | 0,78— 0,92 | 45—70 | Бензол, толуол, кси- лол, бензин, серный эфир, мине- ральное масло и др. | 15—25 | | Пропитка хлопчато- бумажной и бумажной изоляции, например, в конденса- торах, про- питка дере- ва |

Продолжение табл. 25

| Диэлектрики | Плотность при 20°, г/см ³ | Температура плавления, град. | Растворитель | $\epsilon_{пр}$ | Область применения |
|-------------|--------------------------------------|------------------------------|--|------------------------------------|---|
| | | | | $\frac{кв\ действ}{мм}$ при 20° | |
| Церезин | 0,90— 0,94 | 65—85 | Бензол, толуол, ксилол, бензин, серный эфир, минеральное масло и др. | 15—20 | Входит как составная часть залывочных составов. Самостоятельное применение — для пропитки волокнистых материалов (бумага, дерево) |
| Галовакс | 1,55— 1,65 | 110— 130 | То же | 10—15 | Пропитка бумажных конденсаторов |
| Олеовакс | 0,97— 0,99 | 80—85 | В органических растворителях нерастворим | 8—12 | Пропитка бумажных конденсаторов |

Примечания. 1. Все воскообразные материалы при переходе из жидкого состояния в твердое (при застывании) дают значительную объемную усадку, которая лежит в пределах от 15 до 20%

2. Олеовакс может представлять собой твердое хрупкое тело или густую мазь. Меньшие значения относятся к жидкому олеоваксу.

6. Лаки и эмали

Таблица 26

Основная характеристика электроизоляционных лаков и эмалей

| Наименование лака или эмали (по основе) | № лака или марка | Цвет пленки | Разбавители | Температура сушки, град. | Время сушки, час. | Область применения |
|---|------------------|---------------|--|--------------------------|-------------------|--|
| Масляные лаки | 152 | Светло-желтый | Уайт-спирит и ксилол в соотношении 1:5 | 20 105 | 24 1 | В качестве покровного лака обмоток машин и аппаратов при спешных ремонтах и в других случаях. Лак маслястойкий |
| | 202 | То же | Лаковый ке-росин | 210 | 10—12 | Для лакировки электротехнической стали и как покровный |
| | 241 | То же | Лаковый ке-росин, соль-вент-нафта | 105 | 5 мин. | Пропитка хлопчатобумажных и шелковых тканей с целью получения гибкой изоляции (лакотканей). Лак маслястойкий |

Продолжение табл. 26

| Наименование лака или эмали (по основе) | № лака или марка | Цвет пленки | Разбавители | Температура сушки, град. | Время сушки, час. | Область применения |
|---|------------------|---------------|---|--------------------------|------------------------------|---|
| Масляные лаки | 321 | Светло-желтый | Лаковый кетосин, соль-вент-нафта | 90 | 3 мин. | Маслостойкий лак для пропитки обмоток электрических машин и трансформаторов |
| | 802 | " | Бензин | 105 | 3 мин. | |
| Масляно-битумные лаки | 441 | Черный | Лаковый кетосин, толуол, бензол | 20 | Липкий в течение 30—50 суток | Для склейки слюды в производстве микаленты |
| | 447 | То же | Лаковый кетосин, бензин, толуол, бензол и др. | 105 | 6—8 | Пропитка обмоток электрических машин Водостойкий лак |
| | 458 | " | То же | 105 | 2—3 | |
| | 460 | То же | То же | 105 | 10 | Пропитка обмоток электрических машин влагостойкого исполнения |

Продолжение табл. 26

| Наименование лака или эмали (по основе) | № лака или марка | Цвет пленки | Разбавители | Температура сушки, град. | Время сушки, час. | Область применения |
|---|------------------|---------------|---|--------------------------|-------------------|---|
| Масляно-битумные лаки | 318 | Черный | Лаковый кетосин, толуол, бензол, бензин и др. | 90 | 15—18 | Пропитка обмоток электрических машин при ремонтах |
| | 462П | То же | То же | 20 | 2—3 | Покровный лак холодильной сушки (при 20°) для защиты обмоток электрических машин |
| | 462К | " | " | 20 | 2—3 | Для склейки слюды при получении гибких миканитов |
| Глифталевые лаки | 1155 | Светло-желтый | Этиловый спирт, бензол, толуол | 20 | 0,5—1,0 | Клеящие лаки для слюды в производстве твердых миканитов. Пленки твердые, неэластичные |
| | 1156 | То же | То же | 20 | 0,3—0,5 | |
| | 1157 | Желтый | " | 20 | 0,5—1,0 | |

Продолжение табл. 26

| Наименование лака или эмали (по основе) | № лака или марка | Цвет пленки | Разбавители | Температура сушки, град. | Время сушки, час. | Область применения |
|---|------------------|-------------------|--------------------------------------|--------------------------|-------------------|---|
| Бакелитовые лаки | 30% | Красно-коричневый | Этиловый спирт | 200 | 0,7 | Покровные лаки для изоляционных деталей из пластмасс, тоководущих деталей и в производстве гетинакса и текстолита. Пленки хрупкие |
| | 40% | То же | То же | 200 | 0,85 | |
| | 50% | " | " | 200 | 1,0 | |
| Кремний-органические лаки | ЭФ-3 | Светло-коричневый | Толуол, смесь из бензина и скипидара | 200 | 1—2 | Пропиточный лак для электрических машин и аппаратов с нагревостойкой (стеклянной и слюдяной) изоляцией |
| | ЭФ-5 | То же | То же | 200 | 1,5—2 | Клеящий лак для слюды в производстве стекломиканитов, микалент и микафолия |

Продолжение табл. 26

| Наименование лака или эмали (по основе) | № лака или марка | Цвет пленки | Разбавители | Температура сушки, град. | Время сушки, час. | Область применения |
|---|------------------|-------------|--|--------------------------|-------------------|--|
| Эмали на глифталевых лаках | СПД | Серый | Лаковый кетосин, соль-вент-нафта, бензол, толуол | 105 | 0,8—1,0 | Маслостойкие и дугостойкие покрытия обмоток электрических машин, аппаратов |
| | СВД | То же | То же | 20 | 12—18 | То же |
| | КДП | Красный | Смесь из бутилацетата, этилацетата и толуола | 105 | 2—3 | Маслостойкие, дугостойкие и бензостойкие покрытия обмоток и различных изоляционных и токоведущих деталей |
| | КВД | То же | То же | 20 | 20—24 | То же |

Продолжение табл. 26

| Наименование лака или эмали (по основе) | № лака или марка | Цвет пленки | Разбавители | Температура сушки, град. | Время сушки, час. | Область применения |
|---|------------------|-------------|----------------|--------------------------|-------------------|---|
| Кремний-органические эмали | ПКЭ-15 | — | Бензол, толуол | 200 | 1—2 | В качестве покрытия лобовых частей обмоток электрических машин, секций и катушек электрических аппаратов с нагревостойкой изоляцией |
| | ПКЭ-14 | — | | 200 | 2—3 | |
| | ПВЭ-170 | — | То же | 20 105 | 24 0,5 | |

7. Пропиточные и заливочные составы

Т а б л и ц а 27

Основная характеристика пропиточных и заливочных составов

| Марка состава или название | Составные части | Температура, град. | | Объемная усадка, % (не более) | ρ при 20°, О.Ж.С.М | E пр, кВ Действ / мм при 20° | Область применения |
|----------------------------|---|-----------------------------|----------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------|--|
| | | размягчения (капельпадения) | растрескивания | | | | |
| № 225 | Битум БН-V 75 ч., льняное масло 10 ч. и канифоль 15 ч. | 120— 125 | —20 | 6—8 | 10 ¹³ —10 ¹⁵ | 15—20 | Пропитка волоконной изоляции обмоток электрических машин (статоры) |
| МБ-90 | Битум БН-III 20 ч., битум БН-V 80 ч. | 90—95 | —10 | 7—9 | 10 ¹⁴ —10 ¹⁶ | 10—12 | Для заливки кабельных муфт напряжением до 3 кв и вводов для кабелей напряжением до 10 кв, монтируемых в отапливаемых помещениях или над землей |

Продолжение табл. 27

| Марка состава или название | Составные части | Температура, град. | | Объемная усадка, % (не более) | ρ при 20°, $\frac{\text{О.М.}}{\text{С.М}}$ | $E_{пр}$, $\frac{\text{кв. действ. Л.М.}}{\text{при 20°}}$ | Область применения |
|----------------------------|--|----------------------------|----------------|-------------------------------|--|---|---|
| | | размягчения (каплепадения) | растрескивания | | | | |
| МБ-70 | Битум БН-III 50 ч., БН-V 50 ч. | 70—73 | —12 | 7—9 | 10^{14} — 10^{16} | 8—10 | Применяется для тех же муфт, но находящихся в земле или в холодных помещениях |
| МК-45 | Канифоль 75 ч., минеральное масло 25 ч. | 45—52 | —8 | 5—7 | 10^{13} — 10^{15} | 8—12 | Заливка кабельных муфт и полостей в аппаратах напряжением до 35 кВ |
| МК-1 | Канифоль 30 ч., минеральное масло 70 ч. | 35—38 | —12 | 4—6 | 10^{13} — 10^{15} | 8—15 | То же, но более розостойкая |
| МБМ-1 (Э-3) | МБ-70 85 ч., МБ-90 75 ч., минеральное масло 40 ч. | 50—60 | —40 | 7—9 | 10^{14} — 10^{16} | 10—12 | Заливка полостей вводов в наружных установках |

Продолжение табл. 27

| Марка состава или название | Составные части | Температура, град. | | Объемная усадка, % (не более) | ρ при 20°, <i>О.Ж.С.И.</i> | E пр, <i>кв. действ. М.Ж.</i> при 20° | Область применения |
|----------------------------|--|----------------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|
| | | размягчения (каплепадения) | рас-трес-кивания | | | | |
| Церезино-канифольный | Церезин 70 ч., канифоль 30 ч. | 70 — 80 | — 45 | 4 — 6 | 10 ¹⁵ — 10 ¹⁶ | 18 — 20 | Заливка конденсаторов и электрических аппаратов |
| Битумно-масляный кварцевый | Битум 60 ч., минеральное масло 10 ч., кварцевая мука 30 ч. | 125 — 130 | — 65 | 6 — 8 | 10 ¹³ — 10 ¹⁵ | 12 — 15 | Заливка полостей в различных электрических аппаратах, обеспечивающая повышенную теплопроводность |
| МБМ-2 | Битум БН-III, минеральное масло | — 55 | — 45 | — | — | — | Заливка чугунных кабельных муфт |

8. Изоляционные бумаги

Таблица 28

Основная характеристика изоляционных бумаг

| Тип бумаги, ГОСТ | Марка бумаги и толщина | Разрывное усилие при ширине полоски 15 мм, кг (не менее) | | | Удлинение при разрыве, % (не менее) | | | Характеристика пробивной прочности $U_{пр}$, кв или $E_{пр}$, $\frac{\text{квдейств}}{\text{мм}}$ | Область применения |
|------------------------------|----------------------------|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---|--|--------------------|
| | | в продольном направлении | в поперечном направлении | в продольном направлении | в поперечном направлении | в продольном направлении | в поперечном направлении | | |
| Кабельная, ГОСТ 645—41 | К-08 | 9 | 4,5 | 2 | 6 | $E_{пр} = 80$ — | Кабели с пропиткой маслом или масляной канфиольной массой | | |
| | К-12 | 16 | 7 | 2 | 6 | $\frac{\text{кв}}{\text{с.м}}$ | | | |
| | К-17 | 22 | 11 | 2 | 6 | -100 | | | |
| Телефонная, ГОСТ 3557—47 | КТ, 0,05 мм | 5,5 | 2,4 | 2 | 4 | — | Телефонные кабели и в производстве микафолия | | |
| | | — | — | — | — | — | — | | |
| Конденсаторная, ГОСТ 1908—57 | 7 μ 8 μ 10 μ 12 μ | — | — | — | — | 280 | Бумажные конденсаторы | | |
| | | — | — | — | — | 310 | | | |
| | | — | — | — | — | 350 | | | |
| | | — | — | — | — | 380 | | | |

Продолжение табл. 28

| Тип бумаги, ГОСТ | Марка бумаги и толщина | Разрывное усилие при ширине полоски 15 мм, кг (не менее) | | | Удлинение при разрыве, % (не менее) | | | Характеристика пробивной прочности $U_{пр}$, кв или $E_{пр}$, кв $\frac{действ}{мм}$ | Область применения |
|-----------------------------------|------------------------|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---|---|--------------------|
| | | в продольном направлении | в поперечном направлении | в поперечном направлении | в продольном направлении | в поперечном направлении | в поперечном направлении | | |
| Конденсаторная, ГОСТ 1908—57 | 15 μ | — | — | — | — | — | 430 | Бумажные конденсаторы | |
| | 22 μ | — | — | — | — | — | 460 | | |
| | 24 μ | — | — | — | — | — | 560 | | |
| Пропиточная, ГОСТ 3441—55 | 0,12 мм | 6,0 | 3,0 | — | — | — | $E_{пр}=5$ | Для изготовления слоистых изоляционных материалов | |
| | 50 μ 70 μ | 3,2 4,5 | 2,0 2,7 | — | — | — | $E_{пр}=8$ | | |
| Намоточная, ГОСТ 1931—42 | 50 μ | 3,2 | 2,0 | — | — | — | Для изготовления намоточных изоляционных изделий (трубки, цилиндры) | | |
| | 70 μ | 4,5 | 2,7 | — | — | — | | | |
| Микалентная, ГОСТ 6500—53 | 0,02 мм | 3,1 | 1,01 | 2,16 | 2,1 | — | Для наклеек листовоч слюды при изготовлении слюдяных лент | | |
| | — | — | — | — | — | — | | | |
| Оклеечная для стали, ГОСТ 1201—52 | 0,033 мм | 1,5 | — | — | — | — | Для оклейки электротехнической стали магнитопроводов | | |
| | — | — | — | — | — | — | | | |

7*

9. Электрокартоны и фибры

Таблица 29

Основная характеристика электрокартонов и фибры

| Наименование или марка | Толщина материала и допуски по толщине, мм | Теплопроводность, $\frac{\text{вт}}{\text{см}\cdot\text{град}}$ | $E_{пр}$ кв. действия | | Область применения |
|---|--|--|-----------------------|--|---|
| | | | на гладком месте | после одного перегиба в продольном направлении | |
| Картон электроизоляционный ЭВ (по ГОСТ 2824—56) | 0,1 ± 0,015 | 0,0015—0,0018 | 11 | 6 | Изоляционные прокладки в электрических машинах (пазовая изоляция и др.) с последующей пропиткой лаками. Каркасы катушек |
| | 0,15 ± 0,022 | | 11 | 6 | |
| | 0,2 ± 0,030 | | 11 | 6 | |
| | 0,3 ± 0,030 | | 11 | 6 | |
| | 0,4 ± 0,040 | | 10 | 5 | |
| | 0,5 ± 0,050 | | 10 | 5 | |
| | 1,0 ± 0,100 | | 8 | — | |
| | 1,25 ± 0,125 | | 8 | — | |

Продолжение табл. 29

| Наименование или марка | Толщина материала и допуски по толщине, мм | Теплопроводность $\frac{\text{вт}}{\text{см} \cdot \text{град}}$ | $E_{пр}$ кв действ мм | | Область применения |
|------------------------|--|---|--------------------------|--|---|
| | | | на гладком месте | после одного перегиба в продольном направлении | |
| ЭМ (по ГОСТ 4194—58) | 1,5 ± 0,150 | 0,0012—0,0016 | 8 | — | Изоляционные прокладки в трансформаторах и маслонаполненных аппаратах |
| | 1,75 ± 0,175 | | 8 | — | |
| | 2,0 ± 0,200 | | 8 | — | |
| | 2,5 ± 0,250 | | 7,5 | — | |
| | 3,0 ± 0,300 | | 7,5 | — | |
| | 0,5 ± 0,05 | | 47 | — | |
| | 1,0 ± 0,10 | | 34 | — | |
| | 1,5 ± 0,15 | | 30 | — | |
| | 2,0 ± 0,20 | | 26 | — | |
| | 2,5 ± 0,20 | | 22 | — | |
| 3,0 ± 0,20 | 19 | — | | | |

Продолжение табл. 29

| Наименование или марка | Толщина материала и допуски по толщине, мм | Теплопроводность, $\frac{\text{вт}}{\text{см} \cdot \text{град}}$ | $E_{пр}$ кВ действ | | Область применения |
|-------------------------|--|---|--------------------|--|---|
| | | | на гладком месте | после одного перегиба в продольном направлении | |
| Фибра (по ГОСТ 6910—54) | От 0,5 до 25; допуски от $\pm 0,1$ до $\pm 1,0$ мм | 0,011—0,014 | 0,7 | 4,0 | Распорки и клинья в электрических машинах. Детали в электрических аппаратах низкого напряжения. Дугогасящий материал (фибробакели-товые разрядники) |
| Литеройд | От 0,1 до 0,5 | 0,010—0,012 | 10 | 8 | Прокладки и шайбы в электрических машинах и аппаратах |

10. Хлопчатобумажные ленты и лакоткани

Хлопчатобумажные ленты применяются при изоляции электрических машин и при ремонтных работах

Таблица 30

Основная характеристика хлопчатобумажных лент
(по ГОСТ 4514—48)

| Наименование | Ширина, мм | Толщина, мм | Разрывные усилия по всей шири- не, кг | Удлинение, % (не менее) | Вес 100 пог. м, г |
|--------------|---------------|----------------|--|----------------------------|-------------------------|
| Киперная | 10 ± 0,5 | 0,45 ± 0,02 | 14 | 9 | 187 |
| | 12 ± 0,5 | | 17 | | 232 |
| | 15 ± 1,0 | | 21 | | 284 |
| | 20 ± 1,5 | | 26 | | 368 |
| | 25 ± 1,5 | | 32 | | 464 |
| | 30 ± 2,0 | | 37 | | 549 |
| | 35 ± 2,0 | | 43 | | 645 |
| | 40 ± 2,0 | | 48 | | 729 |
| | 50 ± 2,0 | | 59 | | 910 |
| Тафтяная | 10 ± 0,5 | 0,25 ± 0,02 | 9 | 8 | 100 |
| | 12 ± 0,5 | | 11 | | 120 |
| | 15 ± 1,0 | | 13 | | 152 |
| | 20 ± 1,5 | | 16 | | 199 |
| | 25 ± 1,5 | | 18 | | 244 |
| | 30 ± 1,5 | | 21 | | 291 |
| | 35 ± 2,0 | | 23 | | 336 |
| | 40 ± 2,0 | | 26 | | 384 |
| | 50 ± 2,0 | | 32 | | 480 |
| Миткалевая | 12 ± 0,5 | 0,22 ± 0,02 | 12 | 5 | 126 |
| | 16 ± 1,0 | | 16 | | 168 |
| | 20 ± 1,5 | | 19 | | 209 |
| | 25 ± 1,5 | | 23 | | 253 |
| | 30 ± 1,5 | | 27 | | 297 |
| | 35 ± 2,0 | | 31 | | 340 |
| Батистовая | 12 ± 0,5 | 0,18 ± 0,22 | 8 | 5 | 100 |
| | 16 ± 1,0 | | 11 | | 128 |
| | 20 ± 1,5 | | 13 | | 152 |

Таблица 31

Основная характеристика электроизоляционных лакокрасок

| Классификация по основе | Марка | Применяемый лак | Цвет | Номинальная толщина, мм | Характерные свойства |
|-------------------------------------|-------|---------------------|---------------|------------------------------|--|
| Хлорпентабумажная (по ГОСТ 2214—46) | ЛХ1 | Масляный | Светло-желтый | 0,15; 0,17; 0,20; 0,24 | Повышенные электрические свойства |
| | ЛХ2 | То же | То же | 0,15; 0,17; 0,20; 0,24; 0,30 | Нормальная |
| | ЛХМ | То же | То же | 0,17; 0,20; 0,24 | Повышенная масло-стойкость |
| | ЛХС | То же | То же | 0,17; 0,20 | Специальная |
| | ЛХЧ1 | Масляно-асфальтовый | Черный | 0,15; 0,17; 0,20; 0,24 | Низкая маслостойкость, повышенная влагостойкость |
| | ЛХЧ2 | | | | |

Продолжение табл. 31

| Классификация по основе | Марка | Применяемый лак | Цвет | Номинальная толщина, мм | Характерные свойства |
|-----------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------|--|---|
| Шелковая (по ГОСТ 2214-46) | ЛШ1 | Масляный | Светло-желтый | 0,10; 0,15 | Повышенные диэлектрические свойства |
| | ЛШ2 | То же | То же | 0,08; 0,10; 0,12; 0,15 | Нормальная |
| | ЛШС1 | То же | То же | 0,12 | Специальная с улучшенными характеристиками |
| | ЛШС2 | То же | То же | 0,12 | Специальная |
| | ЛШС | То же | То же | 0,06; 0,04; 0,05 | Специальная, тонкая |
| Стеклопленочная (по ГОСТ 5937-56) | Стекло-лакоткань черная | Лак № 10 ВЭИ | Черный | 0,11; 0,12; 0,13; 0,15; 0,17; 0,20; 0,25 | Повышенная теплоустойчивость (130°) |
| | ЛСК-7 | Кремний-органический К-44 | Светло-желтый | 0,11; 0,15 | Высокие теплоустойчивость (180°) и влагостойкость |

11. Материалы на основе асбеста

Таблица 32

Основная характеристика асбестовых изделий

| Вид изделия | Толщина, мм | $\frac{E_{пр.}}{кв \text{ действ.}} \text{ мм}$ | Область применения |
|-------------------------------------|---|---|--|
| Бумага | 0,2±0,03 0,3±0,04 0,4±0,05 0,5±0,05 | 3,0—6,0 | Изоляция электромашин, витковая изоляция сердечников полюсов, подбандажная и др. |
| Картон | 2; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11 и 12; отклонение ±0,3 | 2,0—4,5 | Изоляция электромашин и аппаратов |
| Лента | 0,3; 0,4; 0,5 и 0,6; отклонение ±0,05 | 2,0—4,0 | Изоляция катушек электромашин и аппаратов с повышенной нагревостойкостью |
| Асбестоцемент (доски), ГОСТ 4248—52 | 4—40 | 0,3—0,8; у пропитанного 2,0—3,0 | Распределительные щиты, основания электрических аппаратов, дугостойкие перегородки |
| Аццид, ГОСТ 4248—52 | 4—40 | 1,5—2,0 | То же |

12. Слюда

При устройстве изоляции электрических машин и аппаратов в настоящее время наиболее часто применяются следующие материалы на основе слюды.

Микалента — гибкий в холодном состоянии материал, выпускаемый в виде узких (20—30 мм) лент. Микалента состоит из одного слоя листочков слюды, оклеенных с обеих сторон тонкой микалентной бумагой.

Разновидностями микаленты являются *микашелк* и *стекломикалента*.

Микашелк — материал, состоящий из одного слоя шипаной слюды, наклеенной на полотно из натурального шелка, оклеенное с другой стороны микалентной бумагой.

Стекломикалента — материал, состоящий из одного слоя шипаной слюды, склеенной кремний-органическим лаком с бесщелочной стеклотканью, покрывающей слой слюды с одной или двух сторон. Стекломикалента характерна повышенной нагревостойкостью (до 200°).

Микалекс — неорганическая пластмасса, обладающая высокой теплостойкостью (до 450°) и стойкостью к электрической дуге. Он поддается всем видам механической обработки.

Таблица 33
Основная характеристика слюды (по ГОСТ 7134—57)

| Вид слюды | Плотность, кг/дм ³ | Нагревостойкость, град. | Теплопроводность, вт/с.м.град | $E_{пр}$ $\frac{кв}{мм}$ при 20° | Область применения |
|-----------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---|
| Мусковит | 2,7—2,87 | До 500—600 | 0,0042—0,0048 | 100—138 | Слюдяные конденсаторы, внутриламповая изоляция, миканиты, микафольи, микаленты, микалекс |
| Флогопит | 2,68—2,89 | До 800—900 | 0,0050—0,0061 | 95—132 | Изоляционные шайбы и прокладки в электрических приборах, аппаратах и коллекторах, в слюдяных материалах |

13. Минеральные диэлектрики

К минеральным диэлектрикам относится мрамор, шифер, талько-хлорит. Эти материалы применяются для изготовления панелей распределительных щитов и щитков, силовых и осветительных сборок, распределительных и групповых пунктов.

При хранении мраморные доски укладывают на ребро и, чтобы избежать царапин, между ними прокладывают деревянные рейки.

Основная характеристика минеральных диэлектриков приведена в табл. 34.

Таблица 34

Основная характеристика минеральных диэлектриков

| Наименование материала | Плотность, г/см ³ | Предел прочности, кг/см ² | | Наибольшая допустимая температура, град. | Водопоглощаемость за 24 часа, % | $\frac{E_{пр}}{кв}$ действ мм |
|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------|--|---------------------------------|-------------------------------------|
| | | при растяжении | при статическом изгибе | | | |
| Мрамор (по ГОСТ 4416—48) | 2,5— | 200— | 100— | 100— | 0,08— | 2,0—3,5 |
| | 2,8 | 300 | 200 | 120 | 0,40 | |
| Шифер | 2,7— | 170— | 500— | 200— | 0,5—1,5 | 0,8—2,0 |
| | 2,9 | 250 | 600 | 250 | | |
| Талько-хлорит (по ГОСТ 879—52) | 2,9— | 150— | 80— | 600— | 0,4—1,2 | 0,6—1,5 |
| | 3,0 | 180 | 150 | 1000 | | |

Приведенные в таблице материалы применяются в качестве изоляционных прокладок в электромашинах (двигателях, трансформаторах и др.).

Текстолит, дельта-древесина могут применяться также в качестве панелей на электрощитах при отсутствии жиробразования на контактных шпильках аппаратов, размещенных на этих панелях, и при напряжениях до 250 в. Указанные материалы поступают в виде листов, цилиндров и круглых стержней и должны храниться в сухом месте при температуре 15—18°.

14. Пластмассы и резины

Таблица 35

Основная характеристика слоистых изоляционных пластмасс

| Материал | Марка | Плотность, кг/дм ³ | Удельная ударная вязкость, кг·см/см ² | Сопотвляющие, раскалыванию, кг | Предел прочности при растяжении, кг/см ² | Предел прочности при статическом нагибе, кг/см ² | Теплостойкость, град. | Водопоглощение, мг/дм ³ мощь за 24 часа | Теплопроводность, вт/см·град |
|----------------------------|-------|----------------------------------|--|-----------------------------------|---|--|--------------------------|--|---------------------------------|
| Гетинакс (по ГОСТ 2718-54) | А | 1,3-1,4 | 13-15 | 200-250 | 800-1200 | 1100-1200 | 150-180 | 0,3-1,5 | 0,0017- 0,00173 |
| | Б | 1,25-1,4 | 13-15 | 150-200 | 700-1200 | 800-1200 | 150-180 | 0,2-0,5 | |
| | В | 1,3-1,4 | 20-25 | 170-200 | 1000-1600 | 1300-1700 | 150-200 | 0,3-0,6 | |
| | Вс | 1,3-1,4 | — | — | 800-1200 | — | 150-180 | 0,3-0,7 | |
| | Г | 1,3-1,4 | 15-20 | 200-250 | 900-1300 | 1300-1500 | 150-180 | 0,25-0,5 | |
| | Д | 1,3-1,4 | 20-25 | 180-200 | 900-1500 | 1400-1700 | 150-180 | 0,3-0,6 | |
| | Ав | 1,3-1,4 | — | — | 800-1600 | — | 125 | 0,3-0,5 | |
| | Бв | 1,3-1,4 | — | — | 800-1500 | — | 150 | 0,3-0,45 | |
| | Вв | 1,3-1,4 | — | — | 800-1500 | — | 125 | 0,3-0,5 | |
| | Гв | 1,3-1,4 | — | — | 800-1500 | — | 125 | 0,3-0,5 | |
| | Дв | 1,3-1,4 | — | — | 800-1500 | — | 130 | 0,5 | |

Продолжение табл. 35

| Материал | Марка | Плотность, кг/дм ³ | Удельная ударная вязкость, кг·см/см ² | Сопровождающие раскалыванию, кг | Предел прочности при растяжении, кг/см ² | Предел прочности при статическом изгибе, кг/см ² | Теплостойкость, град. | Водопоглощение за 24 часа, г/дм ³ | Температура испытания, град |
|---|----------|----------------------------------|--|------------------------------------|---|--|--------------------------|--|-----------------------------------|
| Текстолит (по ГОСТ 2910—54) | А | 1,3—1,37 | 20—35 | 300—400 | 600—900 | 900—1200 | 135—170 | 0,3—0,6 | 0,0017— |
| | Б | 1,3—1,38 | 25—40 | 300—450 | 650—750 | 1200—1400 | 125—150 | 0,3—0,6 | |
| | ВЧ | 1,3—1,37 | — | — | 500—800 | — | 125—150 | 0,25—0,55 | 0,00172 |
| | Г | 1,3—1,37 | 27—40 | 300—400 | 650—900 | 1200—1400 | 125—150 | 0,3—0,6 | 0,00172— —0,00175 |
| | СТ | 1,6—1,7 | 50—70 | 130—150 | 900—1350 | 1100—1500 | 185—200 | 0,3—0,55 | |
| СВФЭ-2 | 1,6—1,85 | — | — | 1300—2000 | — | — | 200 | 0,15—0,45 | |
| Левья-древесная (по ГОСТ1853—51), Асбоперекстолит | — | 1,25—1,4 | 70—90 | — | 2200—3000 | 2600—3300 | 150—170 | 0,6—2,8 | 0,00162— 0,00165 |
| | — | 1,6—1,8 | 16—20 | 280—300 | 500—800 | 800—1000 | 150—180 | 0,5—0,8 | |

Таблица 36

Основная характеристика изоляционных резин
(по ГОСТ 2068—54)

| Тип | Предел прочности при разрыве, кг/см ² | Относительное удлинение при разрыве, % | $E_{пр}$ кв. действие мм при 20° и 50 гц | Теплостойкость, град. | Морозостойкость, град. | Область применения |
|-------|--|--|--|-----------------------|------------------------|--|
| РТИ-0 | 60—150 | 350—600 | 25—45 | До | — | Изоляция токопроводящих жил в проводах и кабелях |
| РТИ-1 | 40—70 | 300—500 | 20—40 | 60—70 | — | |
| РТИ-2 | 35—60 | 250—450 | 15—30 | До | — | |
| РТИ-3 | 20—45 | 225—400 | 10—15 | 60—70 | — | Амортизирующие изоляционные прокладки |
| РШ | 50—75 | 250—320 | 10—15 | | —35 | Защитные шланги в кабелях и уплотняющие изоляционные прокладки |
| РШМ | 55—80 | 255—350 | 10—15 | До | —50 | |
| РШН | 60—90 | 300—600 | 10—15 | 60—70 | —30 | |
| РЗ | 20—40 | 150—300 | — | До | — | Заполнение промежутков между жилами в кабелях |

15. Воздействие кислот, щелочей и газов на проводниковые и изоляционные материалы

Электротехнические материалы в рабочем состоянии могут подвергаться воздействию различных сред. Отношение проводниковых и изоляционных материалов к воздействию различных кислот, щелочей и газов дано в табл. 37.

Глава II. ПРОВОДНИКОВЫЕ И МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1. Проводниковые материалы

Металлические проводниковые материалы могут быть разделены на материалы высокой проводимости и материалы высокого сопротивления. Для изготовления кабелей, проводов, шнуров, обмоток используются материалы высокой проводимости. При изготовлении реостатов, нагревательных приборов, ламп накаливания и т. п. используются металлы и сплавы высокого сопротивления. В современной электротехнике наибольшее значение из проводниковых материалов имеют медь, алюминий, сталь, вольфрам, молибден, платина, ртуть и сплавы высокого сопротивления (константан, манганин, нихром, фехраль и др.). Значительна роль таких проводниковых материалов, как уголь и угольные изделия.

Основная характеристика металлических проводниковых материалов приведена в табл. 38, а сплавов высокого электрического сопротивления — в табл. 39.

2. Магнитные материалы

В электрических машинах и аппаратах применяются *магнитно-мягкие* и *магнитно-жесткие* ферромагнитные материалы.

Магнитно-мягкие материалы имеют малые потери на гистерезис и применяются для изготовления сердечников трансформаторов электрических машин, приборов и аппаратов (листовая электротехническая сталь, пермаллой). Магнитно-жесткие материалы имеют большую остаточную индукцию и применяются для изготовления постоянных магнитов (мартенситовые стали с содержанием кобальта и хрома и железо-никель-алюминиевые сплавы).

Сортамент листовой электротехнической стали приведен в табл. 40, а марки и характеристика железо-никелевых сплавов и сплавов для постоянных магнитов — в табл. 41 и 42.

Таблица 38

Основная характеристика металлических проводниковых материалов

| Наименование | Плотность, г/с.ж ³ | Температура плавления, град. | Предел прочности при растяжении при 20°, кг/мм ² | Удельное электрическое сопротивление при 20°, Ом·мм ² /м | Область применения |
|--------------|-------------------------------|------------------------------|---|---|--|
| Алюминий | 2,698—2,703 | 657—660 | 8—25 | 0,0263—0,0288 | Провода, кабели и шины |
| Альдрей | 2,70 | 1100 | 30—38 | 0,0298—0,0322 | То же. |
| Бронза | 8,3—8,9 | 885—1050 | 31—135 | 0,021—0,052 | Бронза (преимущественно кадмиевая) для контактов, фосфористая для пружин |
| Вольфрам | 19,3—20,0 | 3370—3400 | 100—300 | 0,053—0,055 | Нити ламп накаливания, нагревостойкие электроды в лампах, контакты |
| Золото | 19,3 | 1063 | — | 0,0220—0,0235 | Контакты в сплавах с серебром. |
| Латунь | 8,4—8,7 | 900—960 | 30—70 | 0,0310—0,0790 | Контакты, зажимы |

Продолжение табл. 38

| Наименование | Плотность, г/см ³ | Температура плавления, град. | Предел прочности при растяжении при 20°, кг/мм ² | Удельное электрическое сопротивление при 20°, Ом·мм ² /м | Область применения |
|--------------|------------------------------|------------------------------|---|---|---|
| Медь | 8,71—8,89 | 1083 | 27,0—44,9 | 0,01752—0,01820 | Провода, кабели и шины |
| Молибден | 10,2 | 2570—2630 | 80—250 | 0,048—0,054 | Электровакуумная техника (аноды, катоды и сетки электроламп) |
| Никель | 8,8—8,9 | 1452 | 40—70 | 0,0703—0,0790 | Катоды электронных ламп, а также аноды и сетки |
| Олово | 7,3 | 232 | 2—5 | 0,0014—0,120 | Припой при лужении и пайке. Фольга для электродов |
| Платина | 21,4 | 1773 | 15—35 | 0,09—0,105 | Термопары, нагревательные спирали печей, контакты электроприборов |

Продолжение табл. 38

| Наименование | Плотность, г/см ³ | Температура плавления, град. | Предел прочности при растяжении при 20°, кг/мм ² | Удельное электрическое сопротивление при 20°, Ом·мм ² /м | Область применения |
|--------------|------------------------------|------------------------------|---|---|---|
| Ртуть | 13,54—13,55 | —38,9 | — | 0,958 | Электроды в терморегуляторах, ртутных выпрямителях |
| Сталь | 7,80 | 1400—1530 | 70—75 | 0,103—0,137 | Провода, кабели и шины, конструктивный материал |
| Серебро | 10,5 | 960,5 | 15—30 | 0,0160—0,0162 | Контакты электроприборов и аппаратов |
| Свинец | 11,34 | 327,4 | 0,95—2,0 | 0,217—0,222 | Защитные оболочки кабелей, вставки предохранителей и пластины аккумуляторов |
| Цинк | 7,1 | 419,4—430,0 | 14—29 | 0,0535—0,0625 | Антикоррозийные покрытия (цинк-алюминиевые сплавы), контакты |
| Чугун | 7,2—7,6 | 1200 | 12—32 | 0,40—0,501 | Сопrotивление реостатов. Конструктивный материал |

Т а б л и ц а 39

Основная характеристика сплавов высокого электрического сопротивления

| Наименование | Плотность, g/cm^3 | Температура плавления, град. | ρ при 20°, $ом \cdot мм^2/м$ | Температурный коэффициент сопротивления при 20°, $1/град$ | Темперопроводность, $вт/см \cdot град$ | Коэффициент линейного расширения, $1/град$ | Наибольшая рабочая температура, град. | Область применения |
|-----------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------------|---|--|--|---------------------------------------|---|
| Константан | 8,7—8,9 | 1260—1275 | 0,45—0,48 0,46—0,52 | 5·10 ⁻⁶ | 0,225 | (1,22—1,40) 10 ⁻⁵ | 450—500 | Реостаты и сопротивления приборов низкого класса точности. Нагревательные элементы с температурой 400—450°. Термоэлектроды в паре с медью и железом |
| Манганин | 8,14—8,4 | 920—960 | 0,42—0,48 0,43—0,50 | (3—6) 10 ⁻⁵ | 0,235 | (2,0—2,3) 10 ⁻⁵ | 250—300 | Эталонные сопротивления, магазины сопротивлений и сопротивления приборов высокого класса точности |
| Нейзильбер | 8,3—8,5 | 1050 | 0,30—0,35 0,40—0,45 | (28—30) 10 ⁻⁵ | 0,375 | (1,8—2,2) 10 ⁻⁵ | 200—250 | Реостаты |
| Нихром (X15H60) | 8,2—8,25 | 1380—1390 | 1,02—1,18 | 0,17·10 ⁻³ | 0,12 | (1,3—1,4) 10 ⁻³ | 1000 | Лабораторные и промышленные печи с рабочей температурой до 900° |

Продолжение табл. 39

| Наименование | Плотность, g/cm^3 | Температура плавления, град. | ρ при 20°, $ом \cdot мм^2/м$ | Температурный коэффициент сопротивления при 20°, $1/град$ | Темперопроводность, $гт$ | $см \cdot град$ | Коэффициент линейного расширения, $1/град$ | Наибольшая рабочая температура, град. | Область применения |
|-------------------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------|-----------------|--|---------------------------------------|--|
| Нихром (Х20Н80) | 8,4 | 1400 | 1,02—1,27 | 0,15·10 ⁻³ | 0,13 | — | (1,4—1,5) 10 ⁻⁵ | 1050 | Лабораторные и промышленные печи с рабочей температурой до 1000° |
| Фехраль (Х13Ю4) | 7,2—7,4 | 1450—1480 | 1,1—1,25 | 0,05·10 ⁻³ | — | — | (1,4—1,5) 10 ⁻⁵ | 850 | Бытовые электронатривательные приборы и промышленные печи с рабочей температурой до 650° |
| Нихром (Х20Н80Т) | 8,0 | 1510—1520 | 1,02—1,7 | 0,14·10 ⁻³ | — | — | (1,4—1,6) 10 ⁻⁵ | 1200 | Промышленные печи с рабочей температурой до 1150° |
| Нихром (Х20Н60Т3) | 8,0 | 1520—1530 | 1,18—1,30 | 0,08·10 ⁻³ | — | — | (1,3—1,5) 10 ⁻⁵ | 1200 | То же |
| Х25Н20 или Н23Н18 ЭИ595 ЭИ626 | 7,4 7,27 7,19 | — | 0,92 1,38 1,43 | 0,38·10 ⁻³ 0,07·10 ⁻³ 0,035·10 ⁻³ | — | — | — | 800 1200 1300 | Промышленные печи |

Таблица 40

Сортамент листовой электротехнической стали
(по ГОСТ 802—54).

| Марка стали | Основные размеры, мм | | |
|--|----------------------|--------|-------|
| | толщина | ширина | длина |
| Э11 | 1,0 | 750 | 1500 |
| | 1,0 | 860 | 1720 |
| | 1,0 | 1000 | 2000 |
| Э11, Э12, Э21 | 0,50 | 600 | 1200 |
| | 0,50 | 670 | 1340 |
| | 0,50 | 750 | 1500 |
| | 0,50 | 860 | 1720 |
| | 0,50 | 1000 | 2000 |
| Э31 | 0,50 | 750 | 1500 |
| | 0,50 | 860 | 1720 |
| | 0,50 | 1000 | 2000 |
| Э31, Э34, Э41, Э42, Э43, Э44, Э45, Э46, Э47, Э48 | 0,35 | 750 | 1500 |
| Э41, Э42, Э43 | 0,35 | 1000 | 2000 |
| Э310, Э320, Э330 | 0,50 | 600 | 1500 |
| | 0,50 | 750 | 1500 |
| Э310, Э320, Э330, Э340, Э370 | 0,35 | 240 | 1500 |
| | 0,35 | 750 | 1500 |
| Э340, Э370 | 0,20 | 240 | 1500 |
| Э41, Э42, Э43 | 0,50 | 750 | 1500 |
| | 0,50 | 860 | 1720 |
| | 0,50 | 1000 | 2000 |
| Э44, Э45, Э46, Э47, Э48 | 0,10 | 700 | 1400 |
| | 0,10 | 700 | 720 |
| | 0,15 | 700 | 1400 |
| | 0,15 | 700 | 720 |
| | 0,20 | 700 | 1400 |
| | 0,20 | 700 | 720 |

Примечание. Электротехническая сталь применяется в качестве магнитопроводов электродвигателей, трансформаторов и т. д. Обозначения в марках электротехнической стали:

Э — электротехническая сталь;

1 — слаболегированная кремнием (содержание кремния 0,5%);

2 — среднелегированная кремнием (содержание кремния 1%);

3 — повышенолегированная кремнием (содержание кремния 3%);

4 — высоколегированная кремнием (содержание кремния 4—4,5%).

Вторая цифра в обозначении марки стали указывает на гарантированные магнитные и электрические свойства сталей.

Третья цифра (0) указывает на то, что сталь холоднокатаная.

Т а б л и ц а 41

Характеристика железо-никелевых сплавов

| Наименование сплавов | Химический состав | Удельное сопротивление, Ом·мм ² /м | Магнитное насыщение, эс | Коэрцитивная сила, э | Применение |
|------------------------|--|---|-------------------------|----------------------|---|
| Пермаллой классический | 78,5% Ni; ост. Fe | 0,16 | 10700 | 0,025 | Магнитные экраны, сердечники, реле постоянного тока |
| Мо-пермаллой | 78,5% Ni; 3,8% Mo; ост. Fe | 0,55 | 8500 | 0,03 | |
| Мегапермаллой | 65% Ni; 10% Mn; ост. Fe | 0,58 | 8500 | 0,09 | |
| Мумсталь | 76% Ni; 6% Cu; 2% Mo; 0,8% Mn; ост. Fe | 0,42 | 8500 | 0,04 | |

Т а б л и ц а 42

Характеристика сплавов для постоянных магнитов

| Наименование сплава или марка | Химический состав | Магнитное насыщение, гс | Коэрцитивная сила, э |
|-------------------------------|-------------------|-------------------------|----------------------|
|-------------------------------|-------------------|-------------------------|----------------------|

Высококоэрцитивные сплавы (по ГОСТ 4402—48)

| | | | |
|-----------------|---|-------|-----|
| Ални 1(АН1) | 22% Ni; 11% Al; 0,15% Si; 0,03% C; | 7000 | 250 |
| Алниси (АНК) | 0,35% Mn; ост. Fe 33% Ni; 13,5% Al; 1% Si; 0,03% C; | 4000 | 750 |
| Алнико (АНКО1) | 0,35% Mn; ост. Fe 18% Ni; 10% Al; 12% Co; 6% Cu; 0,15% S; 0,03% C; | 6800 | 500 |
| Магнико (АНКО4) | 0,35 Mn; ост. Fe 13,5% Ni; 9% Al; 24% Co; 3% Cu; 0,15% Si; 0,03% C; 0,35% Mn; ост. Fe | 12300 | 500 |

Мартенситовые стали (по ГОСТ 6862—54)

| | | | |
|---------|---|-------|-----|
| ЕХ | 0,95—1,1% C; 1,3—1,6% Cr | 9000 | 58 |
| Е7В6 | 0,68—0,78% C; 0,3—0,5% Cr; 5,2—6,2% W; | 10000 | 62 |
| ЕХ5К5 | 0,9—1,05% C; 5,5—6,5% Cr; 5,5—6,5% Co; | 8500 | 100 |
| ЕХ9К15М | 0,9—1,05% C; 8—10% Cr; 13,5—16,5% Co; 1,2—1,7% Mo | 8000 | 170 |

Глава III. МОНТАЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ И МАТЕРИАЛЫ

Выполнение электромонтажных работ требует специальных монтажных изделий и материалов. В их число входят конструкционная сталь, крепежные металлоизделия (шурупы, винты, болты, скобы и др.), стальные трубы, изоляционные трубки и другие изделия, а также вспомогательные материалы (паяльные флюсы, изоляционные ленты, вязальная проволока и др.).

В табл. 43—56 приведены сведения об этих изделиях и материалах.

Таблица 43

Сталь угловая равнобокая (по ГОСТ 535—58)

| Ширина полок, мм | 25 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------------------|
| Толщина по- лок, мм | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 6 6 8 |
| Строительная длина, м | 6 | 6 | 6 | 6; 9 | 6; 9 | 6; 9 |
| Вес 1 пог. м, кг | 1,12 | 1,78 | 2,10 | 2,42 | 2,97 | 3,77 4,47 5,42 9 |

Таблица 44

Сталь листовая тонкая
(по ГОСТ 501—58)

| | | | | |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----|
| Толщина, мм . . . | 1 | 1,5 | 2 | 3 |
| Ширина, мм . . . | 710—1100 | 710—1250 | 710—1400 | |
| Строительная длина, м | 1,42—2,0 | 1,42—2,5 | 1,42—2,8 | |
| Вес 1 м ² , кг | 8 | 12 | 16 | 24 |

Таблица 45

Полоса стальная
(по ГОСТ 535—58)

| | | | | | | | | |
|----------------------|-------|-------|------|------|-----|------|------|------|
| Толщина, мм . . . | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 |
| Ширина, мм | 25 | | 30 | | 35 | | 40 | |
| Вес 1 пог. м, кг | 0,785 | 0,981 | 0,94 | 1,18 | 1,1 | 1,37 | 1,25 | 1,57 |

Таблица 46

Лента стальная

| Показатели | Холоднокатаная (по ГОСТ 503—58) | | | Горячекатаная (по ГОСТ 6009—58) | | | | | | | |
|-------------------|------------------------------------|------|------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 1,5 | 2 | 1,5 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Толщина, мм . . . | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 1,5 | 2 | 1,5 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Ширина, мм . . . | 10 | 15 | 20 | 20 | 25 | 30 | 30 | 35 | 35 | 40 | 40 |
| Вес 1 пог. м, кг | 0,08 | 0,12 | 0,16 | 0,24 | 0,29 | 0,39 | 0,35 | 0,47 | 0,55 | 0,82 | 0,68 |
| | | | | | | | | | 0,82 | 0,68 | 0,94 |

Таблица 47

Проволока стальная (по ГОСТ 502—58)

| Показатели | Проволока стальная (по ГОСТ 502—58) | | | | | | |
|---|-------------------------------------|---------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | 0,7 | 1,0 | 1,4 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Диаметр, мм . . . | 0,7 | 1,0 | 1,4 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Площадь сечения, мм ² | 0,385 | 0,785 | 1,54 | 7,068 | 12,566 | 19,635 | 28,270 |
| Вес 1 пог. м, кг | 0,003 | 0,00617 | 0,012 | 0,055 | 0,098 | 0,154 | 0,222 |

Таблица 48

Проволока стальная вязальная (по ОСТ 11458—39)

| | | | | |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Диаметр, мм | 0,7 | 1 | 1,4 | 2 |
| Вес 1 пог. м, кг | 0,0036 | 0,0063 | 0,0121 | 0,0247 |

Таблица 49

Винты для дерева (шурупы)

С полукруглой головкой (по ГОСТ 1144—41)

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|
| Диаметр, мм | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 |
| Длина, мм | 26 | 30 | 40 | 40 | 40 | 50 | 60 | 60 | 60 | 70 | 70 | 70 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| Вес 1000 шт., кг | 1,79 | 2,03 | 2,60 | 4,45 | 5,45 | 9,9 | 6,41 | 11,6 | 21,2 | 7,38 | 13,4 | 24,2 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|

С потайной головкой (по ГОСТ 1145—41)

| | | | | | | |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Диаметр, мм | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 8 |
| Длина, мм | 26 | 35 | 45 | 60 | 85 | 85 |
| Вес 1000 шт., кг | 2,67 | 3,56 | 4,54 | 6,01 | 28,7 | 28,7 |

Таблица 50

Трубы стальные водогазопроводные (газовые)
(по ГОСТ 3262—55)

| | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|
| Номинальный диаметр, дюйм | 3/8 | 1/2 | 3/4 | 1 | 1 1/4 | 1 1/2 | 2 | 2 1/2 | 3 |
| Условный проход, мм | 10 | 13 | 19 | 25 | 32 | 38 | 50 | 65 | 76 |
| Наружный диаметр, мм | 17,0 | 21,25 | 26,75 | 33,5 | 42,25 | 48,0 | 60,0 | 75,5 | 88,5 |
| Внутренний диаметр, мм | 12,5 | 15,75 | 21,25 | 27,0 | 35,75 | 41,0 | 53,0 | 68,0 | 80,5 |
| Толщина стенки, мм | 2,25 | 2,75 | 2,75 | 3,25 | 3,25 | 3,5 | 3,5 | 3,75 | 4,0 |
| Вес 1 пог. м, кг | 0,82 | 1,25 | 1,63 | 2,42 | 3,13 | 3,84 | 4,88 | 6,64 | 8,34 |

Таблица 51

Трубы тонкостенные стальные электросварные
(по ГОСТ 1753—53)

| | | | | | | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|-----------|-----------|------|------|------|
| Наружный диаметр, мм | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 51 | 60 | 76 |
| Внутренний диаметр, мм | 8 | 13 | 18 | 23 | 28 | 38 | 49 | 58 | 74 |
| Вес 1 пог. м, кг . . . | 0,22 | 0,34 | 0,47 | 0,59 | 0,71 | — | — | — | — |
| Внутренний диаметр, мм | — | — | 16 | 21 | 26 | 36 | 47 | 56 | 72 |
| Вес 1 пог. м, кг . . . | — | — | 0,89 | 1,13 | 1,38 | 1,87 | 2,42 | 2,86 | 3,65 |
| Внутренний диаметр, мм | — | — | 14 | 19 | 24 | 34 | 45 | 54 | 70 |
| Вес 1 пог. м, кг . . . | — | — | — | — | Около 1,9 | Около 2,7 | 3,55 | 4,0 | 5,4 |

Таблица 52

Муфты стальные прямые для газовых труб
(по ГОСТ 3262—55)

| Номинальный диаметр, Оуи.м | 3/8 | 1/2 | 3/4 | 1 | 1 1/4 | 1 1/2 | 2 | 2 1/4 | 3 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Условный проход, мм | 10 | 13 | 19 | 25 | 32 | 38 | 50 | 65 | 76 |
| Длина муфты, мм | 30 | 35 | 40 | 40 | 45 | 50 | 60 | 65 | 70 |
| Толщина стенки, мм | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 |
| Наружный диаметр, мм | 22,22 | 27,63 | 33,12 | 41,03 | 43,69 | 57,58 | 69,39 | 86,97 | 99,67 |
| Вес 1 шт., кг | 0,038 | 0,066 | 0,11 | 0,19 | 0,24 | 0,45 | 0,63 | 1,1 | 1,3 |

Таблица 53

Трубки изоляционные с металлической оболочкой
(НКТП 7826—644)

| Внутренний диаметр, мм | Наружный диаметр, мм | Толщина стальной оцинкованной ленты, мм | Число трубок в одной пачке, шт. | Вес одной пачки, кг |
|------------------------|----------------------|---|---------------------------------|---------------------|
| 9 | 12,5 | 0,19 | 75 | 30 |
| 11 | 15,0 | 0,19 | 75 | 40 |
| 13 | 17,0 | 0,19 | 40 | 24 |
| 16 | 21,0 | 0,21 | 40 | 30 |
| 23 | 28,0 | 0,21 | 25 | 30 |
| 29 | 34,5 | 0,23 | 20 | 32 |
| 36 | 42,0 | 0,23 | 20 | 35 |

Таблица 54

Трубки изоляционные полутвердые резиновые
(по ГОСТ 3747—47)

| Внутренний диаметр, мм | | Толщина стенки, мм | | Вес 1 м трубки, кг (не более) |
|------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------|
| номинальный | допустимое отклонение | номинальная | допустимое отклонение | |
| 5 | $\pm 0,5$ | 2,0 | $\pm 0,3$ | 0,06 |
| 7 | $\pm 0,5$ | 2,0 | $\pm 0,3$ | 0,08 |
| 9 | $\pm 0,75$ | 2,2 | $\pm 0,4$ | 0,115 |
| 11 | $\pm 1,0$ | 2,2 | $\pm 0,4$ | 0,14 |
| 13 | $\pm 1,0$ | 2,5 | $\pm 0,5$ | 0,175 |
| 16 | $\pm 1,2$ | 2,5 | $\pm 0,5$ | 0,21 |
| 23 | $\pm 1,5$ | 3,0 | $\pm 0,5$ | 0,40 |
| 29 | $\pm 1,5$ | 3,5 | $\pm 0,5$ | 0,55 |
| 36 | $\pm 1,5$ | 3,5 | $\pm 0,5$ | 0,65 |

Таблица 55

Трубки полихлорвиниловые тонкостенные

| | | | | | | | |
|------------------------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Внутренний диаметр, мм . . . | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 | 8 | 10 |
| Толщина стенок, мм | 0,8 | 0,85 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,2 |
| Вес 1000 м, кг | 14 | 16 | 18 | 20 | 30 | 40 | 60 |

Таблица 56

Трубы стеклянные (по ГОСТ 8738—58)

| условный, дюйм | Диаметр | | Ориентировочный вес 1 пог. м, кг |
|-------------------|----------------|--------------|-------------------------------------|
| | внутренний, мм | наружный, мм | |
| ¼ | 7—10 | 14—15 | 1,0 |
| ½ | 13—16 | 20—21 | 1,5 |
| ¾ | 19—22 | 27—28 | 1,8 |
| 1 | 22—25 | 31—32 | 2,5 |
| 1¼ | 32—36 | 42—44 | 3,2 |
| 1½ | 36—40 | 47—49 | 4,0 |
| 2 | 48—52 | 60—63 | 5,0 |

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

КАНАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Канализацией электрической энергии называется передача энергии от источников питания по электрическим сетям к энергоприемникам (потребителям).

Электрические сети — система проводников, при помощи которых передается электроэнергия.

Электрические сети разбиваются на три группы:

1) *электропроводки* (совокупность проводов и кабелей для подвода электроэнергии к отдельным приемникам — электродвигателям, лампам и т. п.);

2) *кабельные линии* (линии для передачи электроэнергии отдельным приемникам или их группам, состоящие из одного или нескольких кабелей);

3) *воздушные линии* (устройства для передачи энергии по проводам, проложенным на открытом воздухе и прикрепленным к изоляторам, установленным на опорах или кронштейнах инженерных сооружений).

Глава I. ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ

1. Изолированные провода и шнуры

Таблица 57

Изолированные провода, шнуры с медными и алюминиевыми жилами и резиновой или полихлорвиниловой изоляцией

| Марка | Краткая характеристика | Номинальное напряжение, в | Предел сечения, мм ² |
|-----------|---|---------------------------|--|
| ПРТО-2000 | Провод с медными жилами, с резиновой изоляцией, одно- и многожильный, в общей оплетке из хлопчатобумажной пряжи, для прокладки в стальных трубах* | 2000 | Одножильные 1—500; двух-, трех- и четырехжильные 1—120 |

Продолжение табл. 57

| Марка | Краткая характеристика | Номинальное напряжение, в | Предел сечения, мм ² |
|-----------------------------|--|---------------------------|--|
| АПРТО-2000 | То же, но с алюминиевыми жилами** | 2000 | Одножильные 1—500; двух-, трех- и четырехжильные 1—120 |
| ПРТО-500* | Провод с медными жилами, с резиновой изоляцией, одно- и многожильный, в общей оплетке из хлопчатобумажной пряжи, для прокладки в стальных трубах | 500 | То же |
| АПРТО-500*** | То же, но с алюминиевыми жилами | 500 | |
| ПР-500*** и ПР-3000 | Провод с медными жилами, с резиновой изоляцией, одножильный, в пропитанной оплетке из хлопчатобумажной пряжи | 500 и 3000 | Одножильные 0,75—400 и 1,5—185 |
| АПР-500*** | То же, но с алюминиевыми жилами** | 500 | Одножильные 2,5—400 |
| ПРГ-500*** и ПРГ-3000 | Провод с медными жилами, с резиновой изоляцией, гибкий, одножильный, в пропитанной оплетке из хлопчатобумажной пряжи | 500 и 3000 | Одножильные 0,75—400 и 1,5—185 |
| ППВ | Провод установочный с медными жилами, с полихлорвиниловой изоляцией | 250 | Двух- и трехжильные 0,75—2,5 |

Продолжение табл. 57

| Марка | Краткая характеристика | Номинальное напряжение, в | Предел сечения, мм ² |
|---------|--|---------------------------|--|
| ТПРФ | Провод с медными жилами, с резиновой изоляцией, в трубчатой металлической оболочке | 500 | Одно-, двух-, трех-, четырех- жильные 1—10 |
| ПРП*** | Провод с медными жилами, с резиновой изоляцией, в металлической оплетке | 500 | Одно-, двух-, трех-, четырех- жильные 1—95 |
| ПРД | Провод с медными жилами, с резиновой изоляцией, двухжильный (шнуроподобный) | 220 | 0,5—6 |
| АПН | То же, но с нейритовой изоляцией и алюминиевыми жилами | 220 | 0,5—6 |
| АР | Арматурный провод с медной жилой, с резиновой изоляцией, одножильный | 220 | 0,75 |
| АРД | Арматурный провод с медными жилами, с резиновой изоляцией, двухжильный | 220 | 0,75 |
| ШР-220 | Шнур с медными жилами, с резиновой изоляцией, двухжильный | 220 | 0,5—1,5 |
| ШРП-200 | Шнур с медными жилами, с резиновой изоляцией, двухжильный, подвесной | 220 | 0,75 |

Продолжение табл. 57

| Марка | Краткая характеристика | Номинальное напряжение, в | Предел сечения, мм ² |
|---------|--|---------------------------|---------------------------------|
| ШРО-220 | Шнур с медными жилами, с резиновой изоляцией, двухжильный, в общей оплетке | 220 | 0,5—1,5 |
| ПВ**** | Провод с медной жилой, одножильный, с полихлорвиниловой изоляцией | 500 | 0,75—95 |
| МСПГ | Провод с алюминиевой жилой, одножильный, с полихлорвиниловой изоляцией | 500 | 2,5—95 |
| МСП | Провод гибкий, одножильный, с медной жилой, с полихлорвиниловой изоляцией | 500 | 0,75—95 |
| АПВ | Провод с медной жилой, маслостойкий станочный, в защитной резиновой или совпреновой оболочке | 380 и 500 | Одножильный 1—50 |
| ПГВ | То же, но гибкий | 380 и 500 | То же |

* Двух- и трехжильные провода могут иметь нулевую жилу.

** Провода АПР-500, АПРТО-500 и АПРТО-2000 применяются наравне с проводами ПР-500, ПРТО-500 и ПРТО-2000, за исключением операционных и хирургических помещений, яслей, детских садов, зрелищных и аналогичных помещений с пребыванием значительного количества людей, взрывоопасных помещений, классов В-1 и В-1а, угольных шахт и брикетных обогатительных фабрик. Не применяются также однопроводочные провода этих марок с алюминиевыми жилами на движущихся установках и механизмах, подверженных постоянным сотрясениям и вибрации (вагоны, краны и т. п.)

*** В установках постоянного тока может применяться при напряжении до 1000 в.

**** Провод ПВ предназначен для открытой прокладки на роликах или изоляторах внутри зданий при температуре окружающей среды не выше 10° и не ниже -40°. Допускается прокладка этого провода в трубах.

Таблица 58
2. Выбор установочных материалов к изолированным проводам
 Выбор установочных материалов к изолированным проводам ПР-500, ПРТО-500, АПР, АПВ, ПВ

| Сечение про- вода, мм ² | Внутренний диаметр рези- новых полу- твердых тру- бок, мм | Тип фарфоро- вых втулок | Тип фарфоро- вых воронок | Тип фарфоро- вых роликов | Винты по дереву* | | Закладные закре- пы с винтом по дереву | | Тип фар- форовых изолято- ров | Диаметр кру- ков якоря и полужако- ры | Диаметр вя- зальной про- волоки, мм |
|---------------------------------------|---|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|--------------|--|----------------------|--|--|---|
| | | | | | ди- аметр, мм | длина, мм | тип | размеры винта, мм | | | |
| 1 | 7 | ВФД-9 | В-10 | РП-2,5 | 4-5 | 40 | К411 | 4×35 | Ш-ТЛ-4 | — | 0,7 |
| 1,5 | 7 | ВФД-11 | В-10 | РП-2,5 | 4-5 | 40 | К411 | 4×35 | Ш-ТЛ-4 | — | 0,7 |
| 2,5 | 7 | ВФД-11 | В-10 | РП-2,5 | 4-5 | 40 | К411 | 4×35 | Ш-ТЛ-4 | — | 0,7 |
| 4 | 7 | ВФД-11 | В-10 | РП-6 | 4-5 | 45 | К412 | 4,5×50 | Ш-ТЛ-4 | — | 0,7 |
| 6 | 9 | ВФД-13,5 | В-16 | РП-6 | 4-5 | 45 | К412 | 4,5×50 | ТФ-4 | 13 | 1,0 |
| 10 | 9 | ВФД-13,5 | В-16 | РП-16 | 5 | 60 | К412 | 4,5×50 | ТФ-4 | 16 | 1,0 |
| 16 | 11 | ВФД-16 | В-25 | РП-16 | 5 | 60 | К412 | 4,5×50 | ТФ-4 | 16 | 1,0 |
| 25 | 13 | ВФД-23 | В-35 | РП-35 | 6 | 60 | К413 | 4,5×60 | ТФ-3 | 16 | 1,4 |
| 35 | 16 | ВФД-23 | В-70 | РП-35 | 6 | 60 | К413 | 4,5×60 | ТФ-3 | 18 | 1,4 |
| 50 | 16 | ВФД-23 | В-70 | РП-70 | 8 | 70 | К413 | 4,5×60 | ТФ-2 | 18 | 1,4 |
| 70 | 23 | ВФД-29 | В-95 | РП-70 | 8 | 70 | К413 | 4,5×60 | ТФ-2 | 18 | 2,0 |
| 95 | 23 | ВФД-29 | В-95 | РП-120 | 8 | 80 | К414 | 4,5×70 | АИК-1 | 18 | 2,0 |
| 120 | 29 | ВФД-48 | Кустарного изготовле- ния | РП-120 | 8 | 80 | К414 | 4,5×70 | АИК-1 | 18 | 2,0 |

* Длина винтов указана для прикрепления роликов к нештукатуренному дереву. Для при-
 крепления к оштукатуренному дереву длина винтов увеличивается на толщину штукатурки (20—
 30 мм).

3. Область применения проводов наиболее в различных

| Характер окружающей среды | Марка применяемых | |
|---|-------------------------------|--|
| | открыто на роликах или клицах | открыто на изоляторах |
| Сухое отапливаемое помещение | ПРД, АПР, ПР-500, ПВ | — |
| Сухое неотапливаемое и влажное помещения | АПР, ПР-500, ПВ | АПР, ПР-500, ПВ |
| Сырое и особо сырое помещения | — | АПР, ПР-500, АПВ, ПВ; голый медный или алюминиевый провод на высоте не менее 3,5 м |
| Жаркое помещение | — | АПР, ПР-500, ПВ |
| Пыльное помещение (пыль пожаро- и взрывобезопасная) | — | АПР, ПР-500, ПВ |

Таблица 59

распространенных марок и способы их прокладки
помещениях

проводов при прокладке*

| открыто в изоляционных бумажных трубках | открыто и скрыто в стальных трубах | скрыто в резиновых и полихлорвиниловых трубках | открыто с закреплением скобками |
|---|---|--|---------------------------------|
| АПР, ПР-500, ПВ | ПВ, ПГВ, ПРТО-500, АПРТО-500, ПР-3000, ПРГ-3000 | АПР, ПР-500, ПВ, ППВ** | ТПРФ, ПРП, ПРШП, ППВ |
| — | ПВ, ПГВ, ПРТО-500, АПРТО-500, ПР-3000, ПРГ-3000 | — | ПРШП |
| — | ПВ, ПГВ, ПРТО-500, АПРТО-500, ПР-3000, ПРГ-3000 | — | ПРШП |
| — | ПВ, ПГВ, ПРТО-500, АПРТО-500, ПР-3000, ПРГ-3000 | — | ТПРФ, ПРП, ПРШП |
| АПР, ПР-500, ПВ | ПВ, ПГВ, ПРТО-500, АПРТО-500, ПР-3000, ПРГ-3000 | АПР, ПР-500, ПВ | ТПРФ ПРП, ПРШП |

| Характер окружающей среды | Марка применяемых | |
|---|--|---|
| | открыто на роликах или клипсах | открыто на изоляторах |
| Пожароопасное помещение: а) при напряжении до 250 в по отношению к земле | На тросах по фермам: АПР***, ПР-500, ПВ | Непосредственно по фермам или на тросе: АПР***, ПР-500, ПВ. Проводка непосредственно по деревянным неоштукатуренным поверхностям не допускается |
| б) при напряжении более 250 в по отношению к земле | — | — |
| Взрывоопасное помещение: а) класса В-I и В-Ia | — | — |
| б) класса В-II, В-IIa, В-Iб | — | — |

Продолжение табл. 59

проводов при прокладке*

| открыто в изоляционных бумажных трубах | открыто и скрыто в стальных трубах | скрыто в резиновых и полихлорвиниловых трубах | открыто с закреплением скобками |
|--|--|---|---|
| АПР ***, ПР-500, ПВ | ПВ, ПГВ, ПРТО-500, АПРТО-500***, ПР-3000, ПРГ-3000 | — | ТПРФ, ПРП, ПРШП, СРГ, ВРГ, СРБГ****, ВРБГ**** |
| АПР***, ПР-500, ПВ | ПВ, ПГВ, ПРТО-500, АПРТО-500***, ПР-3000, ПРГ-3000 | — | ТПРФ, ПРП, ПРШП, СРГ, ВРГ, СРБГ****, ВРБГ**** |
| — | ПРТО-500, ПВ, ПГВ | — | СРБГ, ВРБГ |
| — | АПРТО-500 | — | СРБГ, ВРБГ |

| Характер окружающей среды | Марка применяемых | |
|---|--------------------------------|-----------------------|
| | открыто на роликах или клипсах | открыто на изоляторах |
| Чердачное помещение | ПР-500, ПВ | ПР-500, ПВ |
| Вне зданий (прокладка по стенам) | — | АПР, ПР-500 |
| Вибрирующие и трясущиеся электроустановки (краны, насосы, молоты и т. п.) | — | — |

* При отсутствии проводов марок ПРТО и АПРТО допуска АПР, за исключением сырых и особо сырых помещений и наруж чаях, когда для данного вида электроустановки не запрещено при

** Скрыто без изоляционных трубок.

*** Применение проводов и кабелей с алюминиевыми жилами с помощью сварки или пайки.

**** При невозможности механических повреждений проводки.

***** Электропроводки в стальных трубах должны подвергаться помещений классов В-I и $P=0,5$ ати для помещений классов В-1а, уменьшаться более чем на 5—10%.

Продолжение табл. 59

проводов при прокладке*

| открыто в изоляционных бумажных трубках | открыто и скрыто в стальных трубках | скрыто в резиновых и полихлорвиниловых трубках | открыто с закреплением скобками |
|---|---|--|---------------------------------|
| — | ПВ, ПГВ, ПРТО-500, ПР-3000, ПРГ-3000 | — | — |
| — | ПВ, ПГВ, ПРТО-500, АПРТО-500, ПР-3000, ПРГ-3000 | — | ПШП |
| — | ПВ, ПГВ, ПРТО-500, ПР-3000, ПРГ-3000 | — | ПРП, ПШП |

ется прокладка в стальных трубках также проводов марок ПР и ных установок. Провод марки АПР допускается только в тех слу- менение проводов с алюминиевыми жилами.

допускается при условии выполнения их соединений и окончаний

испытанию на плотность соединений при давлении $P=2,5$ ати для В-II и В-IIa. При этом в течение 3—5 мин. давление не должно

Таблица 60

Выбор установочных материалов к изолированным проводам ПРД и шнурам ШР

| Сечение жил провода или шнура, мм ² | Внутренний диаметр резиновой полутвердой трубки, мм | Тип фарфоровой втулки | Тип фарфоровой воронки | Тип фарфорового ролика | Длина винта диаметром 4—4,5 мм с полукруглой головкой для прикреплении роликов, мм | | | Тип закладного крепежа |
|--|---|-----------------------|------------------------|------------------------|--|----------------|-----------------------|------------------------|
| | | | | | по дереву | | по кирпичу или бетону | |
| | | | | | неоштукатуренному | штукатуренному | | |
| До 1,5 | 9 | ВФД-9 | В-16 | РШ-4 | 34—45 | 60—70 | 4×35 | К410 |
| 2,5 | 11 | ВФД-11 | В-25 | РП-2,5* | 34—45 | 60—70 | 4×35 | К410 |
| От 4 до 6 | 13 | ВФД-13 | В-35 | РП-6 | 50—60 | 70—85 | 4×50 | К410 |

* Рекомендуется применять вместо роликов типа РШ-4 при бревенчатых неоштукатуренных стенах.

Таблица 61

Выбор внутреннего диаметра (мм) изоляционных установочных трубок с тонкой металлической оболочкой

| Сечение провода, мм ² | Количество прокладываемых проводов марки ПР-500 и АПР-500 | | |
|----------------------------------|---|-----|----------------|
| | один* | два | три или четыре |
| 1 | 9 | 13 | 16 |
| 1,5 | 11 | 16 | 23** |
| 2,5 | 11 | 16 | 23 |
| 4 | 13 | 23 | 23 |
| 6 | 13 | 23 | 23 |
| 10 | 16 | 23 | 29 |
| 16 | 16 | 23 | 29** |

Продолжение табл. 61

| Сечение провода мм ² | Количество прокладываемых проводов, марки ПР-500 и АПР-500 | | |
|------------------------------------|---|-----|----------------|
| | один* | два | три или четыре |
| 25 | 16 | 29 | 36 |
| 35 | 23 | 29 | 36 |
| 50 | 23 | 36 | — |
| 70 | 29 | — | — |
| 95 | 29 | — | — |
| 120 | 36 | — | — |

Таблица 62

Выбор внутреннего диаметра (мм) резиновых полутвердых трубок для провода марки ПР-500 и АПР-500 при скрытой проводке

| Сечение провода, мм ² | Количество прокладываемых проводов в одной трубке | | |
|-------------------------------------|--|-----|----------------|
| | один | два | три или четыре |
| 1 | 9 | 11 | 16 |
| 1,5 | 9 | 11 | 16 |
| 2,5 | 11 | 13 | 16 |
| 4 | 11 | 16 | 23 |
| 6 | 13** | 16 | 23 |
| 10 | 16** | 23 | 29 |
| 16 | 16 | 23 | 29 |
| 25 | 16 | 29 | 36 |
| 35 | 23 | 29 | — |
| 50 | 23 | 36 | — |
| 70 | 29 | — | — |
| 95 | 29 | — | — |
| 120 | 36 | — | — |

* При переменном токе провод должен быть защищен предохранителем на ток не более 100 а.

** На коротких участках с количеством тупых углов не более двух и на прямых участках (между коробками) длиной не более 5 м применяется трубка ближайшего меньшего диаметра.

Таблица 63

Выбор внутреннего диаметра (дюймы) стальных (газовых) труб для прокладки изолированных проводов

| Сечение провода, мм ² | Количество одножильных проводов марок ПР-500, АПР-500 и ПРТО-500 в трубе* | | | | Один многожильный провод ПРТО в трубе | | |
|----------------------------------|---|-------|-----|--------|---------------------------------------|--------------|----------------|
| | один** | два * | три | четыре | двух-жильный | трех-жильный | четыре-жильный |
| 1,5 | ½ | ½ | ½ | ½ | ½ | ½ | ½ |
| 2,5 | ½ | ½ | ¾ | ¾ | ½ | ¾ | ¾ |
| 4 | ½ | ¾ | ¾ | ¾ | ¾ | ¾ | ¾ |
| 6 | ½ | ¾ | ¾ | ¾ | ¾ | ¾ | ¾ |
| 10 | ½ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16 | ½ | 1 | 1 | 1¼ | 1 | 1¼ | 1¼ |
| 25 | ¾ | 1¼ | 1¼ | 1¼ | 1¼ | 1¼ | 1½ |
| 35 | ¾ | 1¼ | 1¼ | 1½ | 1½ | 1½ | 1½ |
| 50 | 1 | 1½ | 1½ | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 70 | 1 | 2 | 2 | 2½ | 2 | 2 | 2½ |
| 95 | 1¼ | 2 | 2½ | 2½ | 2½ | 2½ | 2½ |
| 120 | 1¼ | 2½ | 2½ | 3 | 2½ | 2½ | 3 |

* Если длина сплошного трубопровода превышает 50 м при наличии не более одного изгиба, 40 м — при наличии двух изгибов и 20 м — при наличии трех изгибов (углы 90° и более), следует устанавливать промежуточные протяжные коробки и лишь в крайнем случае трубы ближайшего большего диаметра.

** При переменном токе провод должен быть защищен предохранителем на ток не более 25 а.

4. Монтажные указания

Общие указания. При выполнении электромонтажных работ по проводкам для осветительных и силовых приемников электроэнергии рекомендуется установить определенную последовательность операций: разметочные работы, пробивные работы, высверливание отверстий, закрепление изолирующих опор, скобок, реек, траверс, труб и т. п., прокладка проводов, соединение проводов, оконцевание проводов.

Для разметки в коммунальных помещениях рационально использовать специальные приспособления: метки со шнурком или рамки для разметки линий на стенах и потолке; деревянные циркули и стальные ленты для разметки на карнизах; специальные шаблоны для одинаковых по архитектурному исполнению помещений. Разметка выполняется точно по уровню и отвесу. Крепление изолирующих опор производится строго симметрично.

Главные требования, предъявляемые к монтажным работам: проводки открытые и в трубопроводах прокладывать параллельно архитектурным линиям помещений; скрытую прокладку трубопроводов выполнять по наикратчайшим направлениям*; трубопроводы прокладывать обязательно с некоторым незначительным уклоном к коробкам; пробивные отверстия должны совпадать с линией проводок.

Все пробивные работы выполнять механизированным инструментом (пневматические и электрические молотки, электросверла с наконечниками твердых сплавов, пробойники и т. п.).

Все операции по закреплению изолирующих опор, скоб, скобок и т. п. выполнять с применением специальных приспособлений: перфорированных монтажных полос типа К200—К203 с пряжками к замкам; закладных креплений с распорной гайкой типа К400—К402 или с волокнистым наполнителем типа К410—К414; профильных монтажных реек для крепления на них клиц типа К100—К102. Стальные трубы при открытой прокладке должны привариваться к металлическим конструкциям.

Все заготовительные работы следует выполнять в электромонтажных мастерских.

При открытой прокладке провода должны быть предварительно выпрямлены. Для выпрямления трубчатых проводов и освинцованных кабелей применяют специальные ручные и верстачные роликовые выпрямители.

Прокладка проводов в трубах производится с расчетом возможности последующей несложной замены их. Стальные (водогазопроводные) трубы должны быть тщательно подготовлены: очищены от грязи, окалины и заусенцев, окрашены изнутри и снаружи.

Гибка труб должна производиться на трубогибочных

* Скрытая проводка проводом марки ППВ выполняется по особым правилам.

станках и специальных передвижных приводах с приспособлениями — трубоотрезными и нарезными головками. При гибке труб необходимо выдерживать следующие радиусы изгибов:

- а) при прокладке в бетонных массивах (фундаментах) не менее 10-кратной величины наружного диаметра трубы;
- б) при открытой прокладке, а также при скрытой прокладке с одним изгибом не менее 6-кратной величины диаметра трубы.

В правилах устройства электроустановок (ПУЭ) приводятся следующие *обязательные требования к соединению проводов*: все соединения должны быть легко доступны для осмотра; натяжение по ответвляемым ветвям при открытой прокладке проводов на изолирующих опорах не должно передаваться на магистральные провода: все виды соединений должны выполняться только в соединительных коробках; категорически запрещаются соединения в трубах (коробки должны закрываться крышками).

При открытой прокладке на изолирующих опорах провода с медными жилами соединяются опрессовкой при помощи специальных гильз и механическими зажимами в пластмассовой оболочке.

При прокладке проводов в трубах соединение и ответвление выполняется механическим путем при помощи специальных кольцевых вкладышей из пластмассы, устанавливаемых в коробках, а также при помощи винтовых соединителей в пластмассовой оболочке (для медных проводов сечением до 4 мм² включительно), устанавливаемых в пластмассовых, чугунных и стальных коробках.

Соединение проводов с алюминиевыми жилами сечением от 16 до 95 мм² выполняется опрессовкой специальными алюминиевыми гильзами типа ГА, а также сваркой или напайкой (в пожаро- и взрывоопасных помещениях только пайкой и сваркой).

Оконцевание проводов. Провода с медными жилами (однопроволочные) сечением до 6 мм² включительно применяются без наконечников и присоединяются непосредственно к арматуре и аппаратуре, а провода больших сечений (10 мм² и выше) применяются только с наконечниками. Однопроволочные алюминиевые жилы должны зачищаться под слоем технического вазелина.

Для оконцевания жил опрессовкой применяются кабельные медные трубчатые (типа ТМО) наконечники, выпускаемые на сечения жил от 16 до 300 мм².

При оконцевании проводов с алюминиевыми жилами применяется наварка или опрессовка специальных алюминиевых наконечников (типа ЛА) на сечения жил от 16 до 240 мм². Опрессовка концов жил многопроволочных медных проводов и шнуров сечением до 4 мм² производится специальными пистонами. Опрессовка соединений выполняется при помощи специальных клещей или гидравлического ручного пресса.

В местах перехода через температурные и осадочные швы необходимо в проводках предусматривать некоторый запас, а на трубах устанавливать компенсаторы.

Вертикальные участки открыто проложенных проводов (исключая спуски к штепсельным розеткам и выключателям в жилищно-коммунальных и бытовых помещениях) защищаются от механических повреждений на высоте 2 м от пола.

На горизонтальных участках трассы в местах, где возможно механическое повреждение проводов, последние должны быть защищены прочным покрытием или заключены в трубы. Цвет окраски покрытий и труб должен отличаться от цвета окраски помещений и трубопроводов производственного назначения.

Проводка проводом ПР обычно выполняется на роликах. Ее применяют для осветительных сетей в промышленных помещениях, коридорах, складских и административных помещениях, коммунально-бытовых и жилых строениях, учреждениях, конторских помещениях и других отапливаемых и неотапливаемых сухих помещениях при напряжении до 500 в.

Последовательность операций:

- 1) разметка мест установки светильников и коммутационных аппаратов (выключателей, штепсельных розеток);
- 2) разметка мест под групповые щитки (определение центров отверстий щитков и нанесение отметок для установки штырей);
- 3) разметка трассы линий;
- 4) монтаж крепежных деталей (одиночное крепление роликов при помощи шурупов или глухарей, крепление планок под ролики, установка винтовых спиралей, установка закрепов и скоб, пробивка проходов и борозд) с применением механизированного инструмента (электросверл, электродолбежников, пневматических молотков с трубчатым пробойником, монтажных пистолетов) или ручного (зубил, скарпелей, шлямбуров, буров, ручных дрелей и т. п.); для

повышения производительности труда при сверлении отверстий в бетонных и железобетонных конструкциях применяются сверла с победитовыми и твердосплавными наконечниками, а для пробивки гнезд и отверстий в бетонных основаниях применяются трубчатые пробойники, в конорку которых впаяны зубья из твердого сплава;

б) раскатка, отмеривание, прямление и прокладка проводов: привязка к конечным роликам и крепление; подтягивание и выполнение ответвлений; натяжка и закрепление с последующей привязкой ко всем промежуточным роликам;

б) монтаж арматуры и коммутационных аппаратов.

В кирпиче, шлакобетоне и бетоне с заполнителем из кирпича или известняка отверстия и борозды выполняются сверлением или пробивкой, а в бетоне с заполнителем из гранита и песчаника — только пробивкой при ударно-поворотном или ударно-вращательном действии с применением электросверл типа И-90, И-38А и И-28, пневматических молотков типа РБ или РМ ударного действия с приспособлением к ним трещоток. Сверла должны быть из твердых сплавов с малым содержанием кобальта (ВК2 или ВК6), а рабочий инструмент ударного действия — из сплавов с высоким содержанием кобальта (ВК9 и ВК15).

Проводка проводом ППВ широко применяется для осветительных сетей в сухих отапливаемых и неотапливаемых помещениях при напряжении до 380 в. Провод прокладывается: открыто по оштукатуренным деревянным или кирпичным поверхностям, по гипсошлаковым и бетонным стенам; скрыто по оштукатуренным деревянным и кирпичным поверхностям.

При открытой и скрытой прокладке проводов следует придерживаться архитектурных линий зданий. Прокладка скрытых проводов в жилых помещениях по кратчайшим линиям не разрешается, так как возможны повреждения ее при навеске гардин, ковров, картин и т. д.

Провода по стенам прокладываются горизонтально на расстоянии 100—200 мм от перекрытия, а при вертикальной прокладке — на расстоянии не менее 100 мм от обрамления окон и дверей.

При открытой прокладке провода крепятся как к штукатурке, так и к затертым бетонным поверхностям с помощью специального клея или стальными гвоздями диаметром 1,5—1,7 мм, длиной 22—23 мм с шляпкой диамет-

ром 3 мм. Гвозди забиваются с шагом 200—250 мм точно по средней линии пленки между жилами.

Для прокладки проводов по деревянным оштукатуренным поверхностям дранку или иную обшивку снимают по всей трассе на ширину, большую ширины провода на 10—15 мм; под провод прокладывается листовой асбест (асбестокартон).

При скрытой проводке под мокрой штукатуркой на кирпичных стенах провода примораживают алебастровым раствором перед оштукатуриванием.

Монтаж проводов марки ППВ не разрешается производить при температуре ниже -15° .

Все соединения и ответвления проводов марки ППВ выполняются в соединительных или ответвительных коробках из пластмассы. Вывод проводов из-под штукатурки должен оформляться фарфоровой воронкой. Ввод в коробки осуществляется через изолирующие втулки в изоляционной трубке (полихлорвиниловой, резиновой) или в подмотке из полихлорвиниловой липкой ленты; при этом разделяющая пленка между жилами двухжильных проводов вырезается, а в трехжильных проводах тонкая пленка разрезается.

В зданиях из сборного железобетона провода марки ППВ прокладывают в щелях между плитами на потолках, а также в каналах железобетонных плит. Для вывода провода из канала к светильнику в плите высверливается отверстие. Ответвительные коробки устанавливают непосредственно на поверхности.

Проводка проводом ПРД (шнуровая) применяется в сухих отапливаемых помещениях при напряжении до 250 в (жилые дома, конторские и административные помещения, школы, больницы и т. п.).

Последовательность операций:

1) разметка мест установки светильников, выключателей, штепсельных розеток, групповых щитков и мест прохода через стены и перегородки;

2) отбивка шнурком линий проводок на потолке и на стенах; разметка мест установки роликов; просверливание отверстий в стенах и перегородках; крепление деревянных розеток;

3) составление плана участков проводки (схема и размеры) и изготовление на стендах заготовок проводки с зарядкой арматуры; крепление участков проводки на роликах по основным направлениям и ответвлениям;

4) установка выключателей и штепсельных розеток, подвешивание или закрепление осветительной арматуры.

Проводка в стальных трубах изолированными проводами в настоящее время выполняется отдельными элементами, собранными в мастерских электромонтажного участка по эскизам, составляемым на основе предварительных замеров трассы участков проводки. Возможна и полная предварительная сборка трубопровода по макету на площадке монтажного участка или в мастерских с последующим разделением макета по блокам, а после доставки блоков на место — полная сборка всего комплекта трубопровода. Практикуется сборка всего трубопровода вместе с коробками, светильниками, выключателями, штепсельными розетками и даже затянутыми проводами.

Такая организация монтажных работ носит название индустриального метода и широко применяется в условиях однотипных участков трубопровода. Это сокращает время электромонтажных работ и по существу является уже сборочной работой для монтажного персонала. При большом фронте и объеме работ такой метод весьма экономичен.

Проводка проводами ТПРФ и ПРП применяется в сухих отапливаемых и неотапливаемых помещениях при напряжении до 380 в.

Прикрепление одиночных проводов, прокладываемых вертикально по стенам и на потолках, на углах и на концах, должно выполняться скобками с двумя лапками. Расстояние между центрами скобок по длине линии около 500 мм. На изгибах скобки устанавливаются по обеим сторонам проводов. Радиус изгиба принимается 6—8-кратным по отношению к внешнему диаметру проводов. Скобы крепятся: по дереву — шурупами с полукруглой головкой, по кирпичу или бетону — шурупами на спиральях с помощью дюбелей или отрезков полихлорвиниловых трубок. Провода марки ТПРФ можно крепить и на «усах».

Проходы через кирпичные и бетонные стены и междуэтажные перекрытия выполняются в газовых (стальных) трубах или в полутвердых резиновых трубках с оконцеванием их втулками. Через деревянные стены допускается непосредственная прокладка провода марки ТПРФ с оконцеванием прохода втулками с обеих сторон стен.

Последовательность операций: раскатка и прямление, отмеривание, укладка на скобы; выполнение изгибов и вводы в коробки; выполнение соединений и ответвлений; оконцевание проводов; окончательное закрепление и рих-

товка линий; подсоединение арматуры и ввод концов провода в коммутационные аппараты.

Проводка в стеклянных трубах применяется для скрытой электропроводки в толстостенных трубах класса СТБ и безнапорных (электротехнических). Допускаются осветительные и силовые проводки в жилых, административно-общественных и иных гражданских зданиях, имеющих огнестойкость не ниже второй степени. Запрещается устройство электрических проводок в стеклянных трубах в хранилищах ответственных фондов, театрально-зрелищных предприятиях, во взрывоопасных помещениях, газораспределительных станциях, газовых котельных, сырых местах, по чердачным перекрытиям.

Стеклянные трубы прокладывают в стенах строго горизонтально или вертикально, а в перекрытиях, где это позволяет конструкция, по кратчайшим расстояниям. Параллельно прокладываемые трубы располагают на расстоянии не менее 10 мм одна от другой.

Обходы углов в местах перехода трубы из одного направления в другое осуществляются отводами заводского изготовления. Такие отводы выпускаются с углами изгиба 90° и 135° и поставляются комплектно со стеклянными трубами.

Соединение прокладываемых труб между собой и с коробками делают в стык с помощью манжет, изготовляемых из резиновой полутвердой или полихлорвиниловой трубки длиной 40—50 мм. При соединении вертикально проложенных труб между ними оставляется зазор 5 мм.

Допускается прокладка стеклянных труб и соединительных частей совместно с трубами и соединительными частями из другого материала, например со стальными трубами или резиновыми полутвердыми трубками.

Прокладка стеклянных труб производится в бороздах аналогично прокладке резиновых полутвердых трубок, т. е. соблюдается та же технологическая последовательность: разметка борозд и мест установки коробок, ящиков, аппаратуры и арматуры; пробивка ниш, борозд и высверливание отверстий для соединительных и ответвительных коробок; при укладке трубы сначала прихватываются, а затем заделываются по всей длине раствором алебаstra или цемента.

По междуэтажным перекрытиям трубы прокладываются в теплоизоляционной подсыпке и защищаются от ме-

ханических повреждений слоем цементного раствора или асфальта.

Затягивание проводов в трубы производят после того, как трубы полностью покрыты защитным покровом и установлены все коробки. Особенностью является соединение коробок со стеклянными трубами, выполняемое карболитовыми втулками с посадкой их на горячую изоляционную массу.

При прокладке стеклянных труб по кирпичным стенам глубину пробиваемой борозды делают на 10 мм больше наружного диаметра трубы для создания надежного защитного покрова.

В случае использования стеклянных труб в качестве магистральных стояков на каждом этаже устанавливают смотровые ящики (коробки). Трубы, выходящие в смотровые ящики и ниши, где устанавливаются групповые щитки и переходные коробки с предохранителями, оконцовываются втулками; втулки ставятся на горячей изолирующей массе.

Проходы через стены выполняются через отверстия в дне ответвительной коробки стеклянной, металлической или резиновой полутвердой трубкой. При переходе из сухого помещения в сырое отверстия заделываются изолирующей массой.

Прокладки стеклянных труб по гипсошлаковым перегородкам производятся до засыпки заполнителя и крепления сухой штукатурки по каркасу перегородки. В этом случае по всей длине соприкосновения труб с деревянными конструкциями устраивается постель из раствора алебаstra толщиной не менее чем на 10 мм и шириной на 30 мм больше диаметра трубы.

Горизонтально прокладываемые трубы крепят к каркасу перегородки раствором алебаstra. При пересечении реек каркаса в последних делают вырезы на 10 мм больше наружного диаметра трубы; вырезы заделывают раствором алебаstra.

Вертикальные спуски стеклянных труб к выключателям и штепсельным розеткам крепят к боковой плоскости стоек каркаса раствором алебаstra или металлическими скобами.

Для предохранения от разрушения во время крепления сухой штукатурки к каркасу стеклянные трубы прокладывают с таким расчетом, чтобы слой гипсошлакового заполнения закрыл их не менее чем на 10 мм.

Для крепления ответвительных коробок на каркасе перегородок устанавливают деревянные бобышки.

Проходы в перегородках выполняются через отверстия в дне ответвительной коробки стеклянной или металлической трубой; применение резиновых полутвердых трубок для этой цели не допускается.

Провода затягиваются в трубы только после засыпки перегородки заполнителем и при креплении сухой штукатурки к каркасу.

Таблица 64

Наибольшие расстояния между точками крепления незащищенных изолированных проводов на изолирующих опорах

| Способ крепления проводов | Допустимые расстояния (м) при сечении проводов, мм ² | | | | | | |
|--|---|-----|-----|-----|----------|-------|------------|
| | до 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16—25 | 35—70 | 95 и более |
| На роликах | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 1 | 1,2 | 1,2 |
| На изоляторах по стенам и потолкам внутри помещений | 1 | 2 | 2 | 2 | 2,5 | 3 | 6 |
| На изоляторах по стенам при наружной электропроводке | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| На изоляторах по фермам, между стенами или опорами: | | | | | | | |
| при медных жилах | 6 | 12 | | | Более 12 | до 25 | |
| при алюминиевых жилах | — | 6 | 6 | 12 | Более 12 | до 25 | |

Таблица 64а

Наименьшие расстояния между осями незащищенных изолированных проводов, проложенных на изолирующих опорах

| Способ крепления проводов | Допустимые расстояния (м) при сечении проводов, мм ² | | | | |
|---------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|
| | до 10 | 16—25 | 35—50 | 70—95 | 120 |
| На роликах или клицах | 0,035 | 0,050 | 0,050 | 0,070 | 0,100 |
| На изоляторах | 0,070 | 0,070 | 0,100 | 0,150 | 0,150 |

Т а б л и ц а 65

Наименьшие допустимые сечения проводов в проводках

| Назначение проводов | Наименьшее сечение (мм ²) проводов | | |
|---|---|------------------|---------------|
| | медных | алюми- ниевых | сталь- ных |
| Проводка осветительных арматур: | | | |
| внутри зданий | 0,5 | — | — |
| вне зданий | 1 | — | — |
| Двухжильные шнуры и провода для подвесных и настольных ламп, а также для присоединения подвижных осветительных арматур и переносных токоприемников | 0,75 | — | — |
| Многожильные шнуры, провода и кабели для присоединения в промыш- ленных установках подвижных переносных токоприемников в легком и среднем защитном резиновом, поли- хлорвиниловом шланге | 1 | — | — |
| То же в тяжелом шланге | 2,5 | — | — |
| Изолированные провода и шнуры для неподвижной прокладки на изо- лирующих опорах, расположенных одна от другой на расстоянии не бо- лее 1 м: | | | |
| при роликах и клицах | 1 | 2,5 | — |
| при изоляторах | 1,5 | 4 | — |
| Изолированные провода для непод- вижной прокладки внутри зданий на изолирующих опорах, расположенных одна от другой на расстоянии: | | | |
| от 1 до 2 м | 1,5 | 4 | — |
| до 6 » | 2,5 | 6 | — |
| до 12 » | 4 | 10 | — |
| свыше 12 » | 6 | 16 | — |
| Голые провода в зданиях | 2,5 | 6 | 10 |

Продолжение табл. 65

| Назначение проводов | Наименьшее сечение (мм ²) проводов | | |
|---|---|------------------|---------------|
| | медных | алюми- ниевых | сталь- ных |
| Голые защищенные провода в зда- ниях | 1,5 | 4 | — |
| Изолированные и защищенные го- лые провода в наружных проводках: | | | |
| — по стенам на изоляторах | 2,5 | 4 | — |
| — во всех других случаях | 4 | 10 | — |
| Голые провода в наружных про- водках во всех случаях | 4 | 16 | 10 |
| Провода для прокладки в трубах | 1,5 | — | — |

Открытые прокладки кабелей СРГ и ВРГ с закреплением скобками допускаются в пожароопасных помещениях при напряжении до 500 в по отношению к земле, а также в сухих, сырых и особо сырых как отопляемых, так и неотапливаемых помещениях. Не допускается прокладка кабеля СРГ в помещениях с большим количеством пара.

Технологические операции по прокладке кабелей СРГ и ВРГ аналогичны приемам и методам проводки проводом ТПРФ.

Отличительными особенностями являются: расстояния между центрами скоб уменьшены при горизонтальной прокладке (для СРГ до 400 мм, а ВРГ до 250—300 мм); радиусы изгибов для СРГ в 8—10, а для ВРГ в 5—6 раз больше внешнего диаметра кабеля. Не допускается применение роликовых выпрямителей во избежание механических повреждений оболочек, в связи с чем изгибы делают вручную. Не допускается нарушение герметичности свинцовой и полихлорвиниловой оболочек кабеля. Поэтому в местах ввода кабелей СРГ и ВРГ в коробки и коммутационную аппаратуру применяются сальники; аппаратура должна быть герметичной.

Монтаж проводов по станочному оборудованию осуществляется в стальных трубах или в гибких металлорукавах.

Прокладка в трубах по станочному оборудованию выполняется так же, как изложенная выше прокладка в газовых (стальных) трубах; к станинам трубы крепятся винтами или сквозными болтами.

Предпочтительней прокладка в гибких металлорукавах, так как монтажные операции с ними значительно легче, чем с трубами (углы, обходы, ввод и т. д.).

Тросовые прокладки в цехах промышленных предприятий применяются для осветительных сетей в цехах промышленных предприятий при наличии сложных конструкций (балок, ферм, стеклянного потолка и т. д.).

Технологическая последовательность выполняемых операций: закрепление опорных концевых конструкций вмазкой их или крепление сквозными болтами; натяжение тросов с помощью специальных струбцинок или болтов; прокладка проводов, осуществляемая на роликах, клицах или изоляторах, укрепляемых на планках, а также на скобах из полосовой стали, устанавливаемых на растяжках или на металлоконструкциях.

Рекомендуется сначала на высоте 1,5—2 м произвести все необходимые работы по монтажу проводов и арматуры, а затем поднять всю тросовую проводку на соответствующую высоту при помощи блоков.

Шинопроводы применяются в промышленных цехах при значительном количестве станков (токарных, фрезерных, шлифовальных и др.), расположенных линейно. Рекомендуется применять как открытые (голые провода или шины), так и закрытые шинопроводы.

Открытые шинопроводы выполняются на высоте, исключающей возможность прикосновения или случайного короткого замыкания металлическими предметами. Голые провода применяются, если сечение провода менее 150 мм² на фазу; при больших величинах сечения на фазу применяются шины (медные или алюминиевые). Провода прокладывают на изоляторах типа ТФ, а шины — на троллейных изоляторах или специальных изолирующих прокладках, укрепляемых на металлоконструкциях. От этих распределительных магистральных линий спускаются ответвления к двигателям станков.

Закрытые шинопроводы прокладываются на высоте 2,5—3,5 м от уровня пола и представляют собой закрытые конструкции, исключающие возможность непосредственного прикосновения к токоведущим шинам и механического их повреждения. Короб шинопровода выполняется из листовой

стали толщиной 1 мм. Секции закрытых шинопроводов делаются нормальными по длине (6 м) или укороченными. Соединение секций осуществляется муфтами. Присоединения выполняются специальными коробками типа ОК-1 (без предохранителей) или типа ОК-2 (с предохранителем Ц-27), а также специальными ящиками типа ЯК-60, имеющими трубчатые предохранители до 60 а, укрепленные на откидной крышке.

В промышленных предприятиях широко применяются также шинопроводы, укладываемые в герметичных коробах непосредственно в полу — по линии установки станков.

Г л а в а II. КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ

1. Общие сведения

Кабели бывают *силовые* (для передачи и распределения электрической энергии по кабельным линиям при напряжении от 1000 в и выше) и *контрольные* (для выполнения полностью или частично сети вторичных соединений). Посредством контрольных кабелей осуществляется взаимное соединение электрических приборов и аппаратов в электрических распределительных устройствах. Контрольные кабели изготавливаются для напряжения до 500 в переменного тока и 1000 в постоянного тока.

Силовые кабели выполняются одно-, двух-, трех- и четырехжильными с медными и алюминиевыми жилами сечением от 2,5 до 185 мм².

Контрольные кабели изготавливаются только с медными жилами. Количество жил от 4 до 37, сечение каждой жилы от 1 до 10 мм².

В качестве изоляции силовых и контрольных кабелей применяется пропитанная бумага или резина, а оболочка делается свинцовой, алюминиевой или неметаллической (полихлорвиниловой). Для питания подвижных электроприемников выпускаются гибкие кабели с резиновой изоляцией в резиновой же шланговой оболочке.

Поверх оболочки большинство кабелей имеют защитные покровы. Виды этих покровов и их назначение приводятся в табл. 66.

Защитные покровы для электрических кабелей

(по ГОСТ 7006—54)

| Тип по- рова | Вид покрова | Преимущественное назначение |
|-----------------|--|--|
| А | Асфальтированный | Для кабелей, прокладываемых внутри сырых помещений со средой, особо агрессивной по отношению к металлическим оболочкам кабелей |
| Аб | Полихлорвиниловый пластикат, асфальтированный | Для кабелей, прокладываемых в земле при отсутствии возможности механических повреждений при прокладке и в эксплуатации |
| Б | Броня из стальных лент и пропитанная кабельная пряжа | Для кабелей, прокладываемых внутри помещений, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям |
| БГ | Броня из стальных лент, покрытых битумным составом и меловым покрытием | Для кабелей, прокладываемых в земле, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям |
| Бв | Броня из стальных лент, покрытых битумным составом и мелом | Для кабелей, прокладываемых в земле в особо агрессивных условиях и в местах, где оболочка подвергается разрушению блуждающими токами |
| БГв | Полихлорвиниловый пластикат и броня из стальных лент, покрытых битумным составом и мелом | Для кабелей, прокладываемых внутри помещений в особо агрессивных условиях |

Продолжение табл. 66

| Тип покр рова | Вид покрова | Преимущественное назначение |
|------------------|--|---|
| П | Стальная оцинкованная проволока и пропитанная кабельная пряжа | Для кабелей, прокладываемых в земле, если кабель подвергается значительным растягивающим усилиям |
| Пв | Полихлорвиниловый пластикат, броня из стальных оцинкованных проволок и пропитанная кабельная пряжа | Для кабелей, прокладываемых в земле в особо агрессивных условиях и в местах, где оболочка подвергается действию блуждающих токов, а также, если на кабель действуют значительные растягивающие усилия |
| ПГ | Броня из стальных оцинкованных проволок | Для кабелей, прокладываемых внутри помещений, в особо агрессивных условиях, если кабели подвергаются значительным растягивающим усилиям |
| ПГв | Полихлорвиниловый пластикат и броня из стальных оцинкованных проволок | Для кабелей, прокладываемых в земле, если кабели подвергаются значительным растягивающим усилиям |
| К | Броня из круглых стальных оцинкованных проволок и пропитанная кабельная пряжа | Для кабелей, прокладываемых в воде |

2. Технические характеристики кабелей

Таблица 67

Кабели силовые с медными и алюминиевыми жилами, с изоляцией из пропитанной бумаги в свинцовой или алюминиевой оболочке (по ГОСТ 340—59, 6515—55)

| Марка | Характеристика | Преимущественное назначение |
|---------------------------------------|--|---|
| СГ*, АСГ*, ААГ и АГ | В свинцовой или алюминиевой оболочке, голый, с медными или алюминиевыми жилами | Прокладка внутри помещений, в туннелях, в каналах при отсутствии механических воздействий на кабель и в нейтральной среде по отношению к свинцу или алюминию |
| СГТ, АСГТ СА* | В усиленной свинцовой оболочке, голый В свинцовой оболочке, асфальтированный | Прокладка в трубах и в блоках Прокладка внутри помещений, в туннелях, в каналах при отсутствии механических воздействий на кабель и в нейтральной среде по отношению к защитному покрову |
| СБ, АСБ, АБ, АБГ, ААБ и ААБГ | В свинцовой или алюминиевой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, с наружным покровом из кабельной пряжи, с медными или алюминиевыми жилами | Прокладка в земле (траншеях) при возможности механических воздействий на кабель, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям |
| СБГ, АСБГ и ААБГ | В свинцовой или алюминиевой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, покрыты- | Прокладка внутри помещений, в туннелях, в каналах, если кабель не подвергает- |

Продолжение табл. 67

| Марка | Характеристика | Преимущественное назначение |
|-----------------|--|--|
| СП | <p>ми битумным составом, с медными или алюминиевыми жилами</p> <p>В свинцовой оболочке, бронированный плоскими стальными оцинкованными проволоками, с наружным покровом из кабельной пряжи</p> | <p>ся значительным растягивающим усилиям, в нейтральной среде по отношению к свинцу и алюминию</p> <p>Прокладка в земле (траншеях) при возможности механических воздействий на кабель, если кабель подвергается значительным растягивающим усилиям</p> |
| СПГ, АПГ и ААПГ | <p>В свинцовой или алюминиевой оболочке, бронированный с плоскими стальными оцинкованными проволоками</p> | <p>Прокладка внутри помещений, в шахтах, если кабель подвергается значительным растягивающим усилиям</p> |
| СК | <p>В свинцовой оболочке, бронированный круглыми стальными оцинкованными проволоками, наружный покров из кабельной пряжи</p> | <p>Прокладка под водой</p> |
| ОСБ и АОСБ | <p>Скрученный из трех отдельно изолированных и освинцованных жил, бронированный двумя стальными лентами, с наружным покровом из кабельной пряжи, с медными или алюминиевыми жилами</p> | <p>Прокладка в тех же условиях, что и для кабеля СБ'</p> |

Продолжение табл. 67

| Марка | Характеристика | Преимущественное назначение |
|-----------------|--|--|
| ОСБГ и АОСБГ | Скрученный из трех отдельно изолированных и освинцованных жил, бронированный двумя стальными лентами, покрытыми битумным составом, с медными или алюминиевыми жилами | Прокладка в тех же условиях, что и для кабеля СБГ |
| ОСК и АОСК | Скрученный из трех отдельно изолированных и освинцованных жил, бронированный круглыми стальными оцинкованными проволоками, наружный покров из кабельной пряжи, с медными или алюминиевыми жилами | Прокладка в тех же условиях, что и для кабеля СК |
| СБ-1к и СБ-2к | С одной (1к) или с двумя (2к) контрольными жилами, в свинцовой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, с наружным покровом из кабельной пряжи | Прокладка для трамвайных сетей в тех же условиях, что и для кабеля СБ |
| СБГ-1к и СБГ-2к | С одной (1к) или двумя (2к) контрольными жилами, в свинцовой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, покрытыми битумным составом | Прокладка для трамвайных сетей в тех же условиях, что и для кабеля СБГ |

Продолжение табл. 67

| Марка | Характеристика | Преимущественное назначение |
|--|---|---|
| СБВ, АГВ, ААГВ, СБГВ, АБГВ, ААБГВ, ОСБВ, АБВ, ААБВ, ОСБГВ, СПВ, АПГВ, СПГВ, ААПГВ, СКВ, ОСКВ ОСПВ* | То же, что и для кабелей СБ, СБГ, ОСБ, ОСБГ, СП, СПГ, СК, ОСК, но с обедненно-пропитанной изоляцией, в свинцовой или алюминиевой оболочке | Прокладка на вертикальных и крутонаклонных участках в тех же условиях, что и для кабелей СБ, СБГ, ОСБ, ОСБГ, СП, СПГ, СК, ОСК |
| ОСПГВ* | Скрученный из трех отдельно изолированных и оцинкованных жил, с обедненно-пропитанной изоляцией, бронированный плоскими стальными оцинкованными проволоками, с наружным покровом из кабельной пряжи | Прокладка на вертикальных и крутонаклонных участках в тех же условиях, что и для кабеля СП |
| ОСПГВ* | Скрученный из трех отдельно изолированных и оцинкованных жил, с обедненно-пропитанной изоляцией, бронированный плоскими стальными оцинкованными проволоками | Прокладка на вертикальных и крутонаклонных участках в тех же условиях, что и для кабеля СПГ |

* В ГОСТ 340—59 кабели этих марок не вошли.

Ц*

Таблица 68

**Кабели силовые с медными и алюминиевыми жилами
и резиновой изоляцией (по ГОСТ 438—58)**

| Марка | Характеристика | Преимущественное назначение |
|-------|---|--|
| СРГ | С медными жилами, в свинцовой оболочке | Прокладка внутри помещений, в каналах, туннелях, в местах, не подверженных вибрации, при отсутствии механических воздействий на кабель и в нейтральной среде по отношению к свинцу |
| АСРГ | С алюминиевыми жилами, в свинцовой оболочке | То же, но в среде, нейтральной также по отношению к алюминию |
| СРБ | С медными жилами, в свинцовой оболочке, бронированный двумя стальными лентами с защитным наружным слоем | Прокладка в земле (траншеях), если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям |
| АСРБ | То же, но с алюминиевыми жилами | То же |
| СРБГ | С медными жилами, в свинцовой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, с противокоррозийной защитой | Прокладка внутри помещений, в каналах, туннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям |
| АСРБГ | То же, но с алюминиевыми жилами | То же |
| СРП | С медными жилами, в свинцовой оболочке, бронированный плоскими стальными оцинкованными проволоками | Прокладка в земле (траншеях); если кабель подвергается значительным растягивающим усилиям |

Продолжение табл. 68

| Марка | Характеристика | Преимущественное назначение |
|-------|---|--|
| АСРП | То же, но с алюминиевыми жилами | Прокладка в земле (траншеях), если кабель подвергается значительным растягивающим усилиям |
| СРПГ | С медными жилами, в свинцовой оболочке, бронированный плоскими стальными оцинкованными проволоками | Прокладка внутри помещений в каналах, туннелях, если кабель подвергается значительным растягивающим усилиям |
| АСРПГ | То же, но с алюминиевыми жилами | То же |
| ВРГ | С медными жилами, в полихлорвиниловой оболочке | Прокладка внутри помещений, в каналах, туннелях при отсутствии механических воздействий на кабель и при наличии агрессивных сред (кислот, щелочей) и др. |
| АВРГ | То же, но с алюминиевыми жилами | То же |
| ВРБ | С медными жилами, в полихлорвиниловой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, с защитным наружным слоем | Прокладка в земле (траншеях), если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям |
| АВРБ | То же, но с алюминиевыми жилами | То же |
| ВРБГ | С медными жилами, в полихлорвиниловой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, с противокоррозийной защитой | Прокладка внутри помещений, в каналах, туннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям |

Продолжение табл. 68

| Марка | Характеристика | Преимущественное назначение |
|--------|---|---|
| АВРБГ | То же, но с алюминиевыми жилами | Прокладка внутри помещений, в каналах, туннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям |
| НРГ | С медными жилами, в резиновой негорючей оболочке | Прокладка внутри помещений, в каналах, туннелях при отсутствии механических воздействий на кабель |
| АНРГ | То же, но с алюминиевыми жилами | То же |
| НРБ | С медными жилами, в резиновой негорючей оболочке, бронированный двумя стальными лентами, с защитным наружным слоем | Прокладка в земле (траншеях), если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям |
| АНРБ | То же, но с алюминиевыми жилами | То же |
| НРБГ | С медными жилами, в резиновой негорючей оболочке, бронированный двумя стальными лентами, с противокоррозийной защитой | Прокладка внутри помещений, в каналах, туннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям |
| А НРБГ | То же, но с алюминиевыми жилами | То же |

Таблица 69

Кабели контрольные с изоляцией из пропитанной кабельной бумаги в свинцовой или алюминиевой оболочке

(по ГОСТ 4376—53)

| Марка | Характеристика | Преимущественное назначение |
|---------------|---|--|
| КСГ, КАГ | В свинцовой или алюминиевой оболочке, голый | Прокладка внутри помещений, в туннелях, в каналах при отсутствии механических воздействий на кабель и в нейтральной среде по отношению к свинцу или алюминию (для марки КАГ) |
| КСА | В свинцовой оболочке, асфальтированный | Прокладка внутри помещений, в туннелях, в каналах при отсутствии механических воздействий и в нейтральной среде по отношению к защитному покрову |
| КСБ, КАБ | В свинцовой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, с наружным покровом из кабельной пряжи | Прокладка в земле (в траншеях) при возможности механических воздействий на кабель, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям |
| КСБГ, КАБГ | В свинцовой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, покрытыми битумным составом | Прокладка внутри помещений, в туннелях, в каналах, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям |

Продолжение табл. 69

| Марка | Характеристика | Преимущественное назначение |
|-------|--|--|
| КСП | В свинцовой оболочке, бронированный плоскими стальными оцинкованными проволоками, с наружным покровом из кабельной пряжи | Прокладка в земле (в траншеях) при возможности механических воздействий на кабель, если кабель подвергается значительным растягивающим усилиям |
| КСПГ | В свинцовой оболочке, бронированный плоскими стальными оцинкованными проволоками | Прокладка внутри помещений, в шахтах, если кабель подвергается значительным растягивающим усилиям |
| КСК | В свинцовой оболочке, бронированный круглыми стальными оцинкованными проволоками, с наружным покровом из кабельной пряжи | Прокладка под водой |

Таблица 70

Кабели контрольные с резиновой изоляцией
(по ГОСТ 1508—58)

| Марка | Характеристика | Преимущественное назначение |
|-------|----------------------|--|
| КСРГ | В свинцовой оболочке | Прокладка внутри помещений, в каналах, туннелях, в местах, не подверженных вибрации, при отсутствии механических воздействий на кабель и в нейтральной среде по отношению к свинцу |

Продолжение табл. 70

| Марка | Характеристика | Преимущественное назначение |
|-------|---|--|
| КСРБ | В свинцовой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, с защитным наружным слоем | Прокладка в земле (траншеях), если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям |
| КСРП | В свинцовой оболочке, бронированный плоскими стальными оцинкованными проволоками, с защитным наружным слоем | Прокладка в земле (траншеях), если кабель подвергается значительным растягивающим усилиям |
| КСРПГ | В свинцовой оболочке, бронированный плоскими стальными оцинкованными проволоками | Прокладка внутри помещений, в каналах, туннелях, если кабель подвергается значительным растягивающим усилиям |
| КСРК | В свинцовой оболочке, бронированный круглыми стальными оцинкованными проволоками, с защитным наружным слоем | Прокладка под водой |
| КВРГ | В полихлорвиниловой оболочке | Прокладка внутри помещений, в каналах, туннелях при отсутствии механических воздействий на кабель и в условиях агрессивной среды |
| КВРБ | В полихлорвиниловой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, с защитным наружным слоем | Прокладка в земле (траншеях), если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям |

Продолжение табл. 70

| Марка | Характеристика | Преимущественное назначение |
|-------|---|--|
| КВРБГ | В полихлорвиниловой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, с противокоррозийной защитой | Прокладка внутри помещений, в каналах, туннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям |
| КВРПГ | В полихлорвиниловой оболочке, бронированный плоскими стальными оцинкованными проволоками | Прокладка внутри помещений, в шахтах, если кабель подвергается значительным растягивающим усилиям |
| КНРГ | В резиновой негорючей оболочке | Прокладка внутри помещений, в каналах и туннелях при отсутствии механических воздействий на кабель |
| КНРБ | В резиновой негорючей оболочке, бронированный двумя стальными лентами, с наружным защитным слоем | Прокладка в земле (траншеях), если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям |
| КНРБГ | В резиновой негорючей оболочке, бронированный двумя стальными лентами, с противокоррозийной защитой | Прокладка внутри помещений, в каналах и туннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям |
| КНРПГ | В резиновой негорючей оболочке, бронированный плоскими стальными оцинкованными проволоками | Прокладка внутри помещений, в каналах и туннелях, если кабель подвергается значительным растягивающим усилиям |

Таблица 71

Сортамент силовых кабелей в свинцовой оболочке
(по ГОСТ 340—53)

| Марка | Число жил | Номинальное сечение токопроводящих жил (мм^2) при номинальном напряжении, кВ | | | | | |
|---|-----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | до 1 | 3 | 6 | 10 | 20 | 35 |
| СГ, СА СБ, СБГ СП, СПГ СБ-1к, СБ-2к, СБГ-1к, СБГ-2к | 1 | 2,5—800 | 6—625 | 10—500 | 16—500 | 25—400 | 70—300 |
| | 1 | 4—800 | 6—625 | 10—500 | 16—500 | — | — |
| | 1 | 50—800 | 35—625 | — | — | — | — |
| | 1 | 120—800 | — | — | — | — | — |
| СБВ, СБГВ СПВ, СПГВ, СК | 1 | 4—500 | 6—500 | 10—95 | 16—95 | — | — |
| | 1 | 50—500 | 35—500 | 35—95 | 35—95 | — | — |
| СГ, СА, СБ, СБГ СП, СПГ СБВ, СБГВ СПВ, СПГВ | 2 | 2,5—150 | — | — | — | — | — |
| | 2 | 25—150 | — | — | — | — | — |
| | 2 | 4—120 | — | — | — | — | — |
| | 2 | 25—120 | — | — | — | — | — |

Продолжение табл. 71

| Марка | Число жил | Номинальное сечение токопроводящих жил (мм ²) при номинальном напряжении, кВ | | | | | | |
|---|-----------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | до 1 | 3 | 6 | 10 | 20 | 35 | |
| СГ, АСГ, СА, СБ, АСБ, СБГ и АСБГ СГТ СП, СПГ, СК ОСБ, ОСБГ ОСК СБВ, СБГВ, СКВ СПВ, СПГВ, СКВ ОСБВ, ОСБГВ ОСПВ, ОСПГВ, ОСКВ АОСБ, АОСБГ, АОСК | 3 | 2,5—240 | 4—240 | 10—240 | 16—240 | — | — | — |
| | 3 | 2,5—185 | 4—185 | 10—185 | 16—185 | — | — | — |
| | 3 | 25—240 | 25—240 | 16—240 | 16—240 | — | — | — |
| | 3 | — | — | — | — | 25—185 | 70—150 | — |
| | 3 | — | — | — | — | 25—185 | 70—120 | — |
| | 3 | 4—150 | 6—150 | 16—150 | — | — | — | — |
| | 3 | 25—150 | 25—150 | 16—120 | — | — | — | — |
| | 3 | — | — | 16—120 | — | — | — | — |
| | 3 | — | — | 16—95 | 25—95 | — | — | — |
| | 3 | — | — | — | — | — | — | 50—150 |
| СГ, АСГ, СА, СБ, АСБ, СБГ и АСБГ СП, СПГ СБВ, СБГВ СПВ, СПГВ СК, СКВ | 4 | 4—185 | — | — | — | — | — | — |
| | 4 | 16—185 | — | — | — | — | — | — |
| | 4 | 4—120 | — | — | — | — | — | — |
| | 4 | 16—120 | — | — | — | — | — | — |
| | 4 | 25—120 | — | — | — | — | — | — |

Таблица 72

**Сортамент силовых кабелей в алюминиевой оболочке
(по ГОСТ 6515—55)**

| Марка | Число жил | Номинальное сечение жилы (мм ²) при номинальном напряжении, кВ | |
|--|-----------|--|-------|
| | | до 1 | 6 |
| АБ, ААБ | 1 | 35—500 | — |
| АБ, ААБ | 2 | 10—150 | — |
| АГ, ААГ, АБГ, ААБГ, АБ, ААБ, АПГ, ААПГ, АГВ, ААГВ, АБГВ, ААБГВ, АБВ, ААБВ, АПГВ, ААПГВ | 3 | 6—120 | 10—70 |
| АГ, ААГ, АБГ, ААБГ, АБ | 4 | 6—95 | |
| ААБ, АБВ, ААГВ, АГВ | 4 | 6—95 | |
| ААГВ, АБГВ, ААБГВ, АБВ | 4 | 6—95 | |
| АПГ, АПГВ, ААПГ | 4 | 25—95 | |

Таблица 73

**Сортамент силовых кабелей с резиновой изоляцией
(по ГОСТ 433—58)**

| Марка | Число жил | Номинальное сечение жилы (мм ²) при номинальном напряжении, кВ* | | |
|------------|-----------|---|---------|---------|
| | | 0,5 | 3 | 6 |
| СРГ | 1 | 1—240 | 1,5—500 | 2,5—500 |
| АСРГ | 1 | 4—240 | 4—500 | 4—500 |
| ВРГ, НРГ | 1 | 1—240 | — | — |
| АВРГ, АНРГ | 1 | 4—240 | — | — |
| СРГ | 2,3 | 1—185 | 1,5—70 | — |

Продолжение табл. 73

| Марка | Число жил | Номинальное сечение жилы (мм ²) при номинальном напряжении, кВ* | | |
|---|-----------|---|------|---|
| | | 0,5 | 3 | 6 |
| СРБ, СРБГ, СРП, СРПГ, АСРГ, АСРБ, АСРП, АСРПГ | 2,3 | 4—185 | 4—70 | — |
| НРГ, АВРГ, ВРГ, ВРБГ, НРБ, НРБГ, АВРБ, АВРБГ, АНРБ, АНРБГ, АНРГ | 2,3 | 1—185 | — | — |
| | 2,3 | 4—185 | — | — |

* Кабели могут работать при напряжении до 1 кВ в сетях постоянного тока.

Таблица 74

Сортамент контрольных кабелей с изоляцией из пропитанной кабельной бумаги в свинцовой оболочке (по ГОСТ. 4376—53)

| Марка | Число жил при номинальном сечении жилы, мм ² | | | | | |
|-----------------------------|---|---|---|----------------|----------------|-------------------|
| | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | 10 |
| КСГ, КСА КСБ, КСБГ | 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 16, 19, 24, 30, 37 | | | 4, 6, 7, 8, 10 | | |
| КСП, КСПГ | 12, 14, 16, 19, 24, 30, 37 | 10, 12, 14, 16, 19, 24, 30, 37 | 8, 10, 12, 14, 16, 19, 24, 30, 37 | 6, 7, 8, 10 | | 4, 6, 7, 8, 10 |
| КСК | 10, 12, 14, 16, 19, 24, 30, 37 | | 8, 10, 12, 14, 16, 19, 24, 30, 37, | 6, 7, 8, 10 | 4, 6, 7, 8, 10 | |

Таблица 75

**Сортамент контрольных кабелей с изоляцией
из пропитанной бумаги в алюминиевой оболочке
(по ГОСТ 6526—55)**

| Марка | Число жил при номинальном сечении жилы, мм ² | | | | | |
|----------------------|---|---|---|------------------|---|---------|
| | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | 10 |
| КАГ, КАБ, КАБГ | 7, 8, 10, 12, 14, 16, 19, 24, 30, 37 | | 5, 6, 7, 8, 10 12, 14 16, 19 24, 30, 37 | 4, 6, 7, 8 10 | | 4, 6, 7 |
| КАП, КАПГ | 12, 14, 16, 19, 24, 30, 37 | 10, 12, 14, 16, 19, 24, 30, 37 | 8, 10, 12, 14, 16, 19, 24, 30, 37 | 6, 7, 8, 10 | | 4, 6, 7 |

Таблица 76

**Сортамент контрольных кабелей с резиновой изоляцией
(по ГОСТ 1508—49)**

| Марка | Число жил при номинальном сечении жилы, мм ² | | | | | | |
|---|---|---|-----|-----|---|----------------|----|
| | 0,75 | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | 10 |
| КСРГ, КСРБ, КСРБГ, КНРГ, КНРБ, КНРБГ, КВРГ, КВРБ, КВРБГ | 4, 5, 6, 7, 8, 10, 14, 19, 24, 30, 37 | | | | | 4, 6, 7, 8, 10 | |

Продолжение табл. 76

| Марка | Число жил при номинальном сечении жилы, мм ² | | | | | |
|-------------------------|---|--|---|----------------|-------------------|------|
| | 0,75 | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 6—10 |
| КСРП, КСРПГ, КСРК | 10, 14, 19, 24, 30, 37 | 8, 10, 14, 19, 24, 30, 37 | 6, 7, 8, 10, 14, 19, 24, 30, 37 | 6, 7, 8, 10 | 4, 6, 7, 8, 10 | |
| КНРПГ, КВРПГ | 6, 7, 8, 10, 14, 19, 24, 30, 37 | 5, 6, 7, 8, 10, 14, 19, 24, 30, 37 | 4, 5, 6, 7, 8, 10, 14, 19, 24, 30, 37 | 4, 6, 7, 8, 10 | | |

3. Концевые заделки и соединения кабелей

При прокладках кабелей наиболее ответственными и сложными операциями являются концевые заделки и соединения кабелей. Применяющаяся при этом кабельная аппаратура и арматура может быть разделена на четыре группы:

1) арматура для оконцевания кабелей (концевые муфты, воронки и сухие разделки);

2) арматура для соединения между собой отдельных строительных длин кабелей (соединительные муфты);

3) арматура для секционирования кабельных линий и предотвращения перетекания из секции в секцию пропиточной массы (стопорные и полустопорные муфты);

4) аппаратура для поддержания в заданных пределах давления масла или газа в кабельных линиях, работающих под повышенным давлением

Конструкция арматуры выбирается в зависимости от типа изоляции кабеля, рода тока, номинального напряжения и конструкции кабеля, числа и сечения токопроводящих жил и условий окружающей среды.

Аппаратура, применяемая для оконцевания кабелей:

1) на напряжение до 10 кв: а) в сухих помещениях с нормальной средой — сухие разделки и концевые воронки; б) в сырых помещениях — концевые муфты для наружной установки;

2) на напряжение до 1 кв на открытом воздухе — концевые муфты и стальные концевые воронки (с установкой их в ящиках, шкафах и т. п.);

3) на напряжение свыше 1 кв на открытом воздухе — концевые чугунные муфты (например конструкции научно-исследовательского института кабельной промышленности — НИИКП).

Для оконцевания масло- и газонаполненных кабелей в стальных трубах под давлением применяется специальная арматура. Аппаратура, применяемая для соединения отдельных строительных длин кабелей:

1) кабели с пропитанной бумажной изоляцией в свинцовой, алюминиевой и многослойной полихлорвиниловой оболочке: а) при напряжении до 1 кв — чугунные муфты, заливаемые битумной массой; при напряжении 6 и 10 кв — свинцовые муфты с изоляцией внутри роликами и рулонами, защищаемые от механических повреждений чугунными крышками;

2) кабели с вязкой пропиткой и отдельно оцинкованными жилами при напряжении 35 кв — свинцовые или латунные муфты с изоляцией роликами и рулонами и защищенные крышками.

Оконцевание и соединение алюминиевых жил кабелей являются наиболее сложными операциями в кабельных работах, так как при их выполнении образуются пленки окиси и возможен перегрев изоляции. Электромонтажными организациями применяются следующие способы:

1. Для соединения и ответвления жил сечением 6 и 10 мм² кабелей напряжением до 1 кв — электросварка переменным током методом контактного разогрева; соединение производится в обойме при вертикальном положении жил с применением двухполюсных клещей. Электросварка

в разъемных угловых формах применяется также для оконцевания кабелей напряжением до 1 кв при сечении жил от 16 до 240 мм².

2. Для кабелей напряжением до 35 кв с многопроволочными жилами (от 16 до 400 мм² — оконцевание жил алюминиевыми литыми наконечниками с применением одного электрода.

3. Соединение жил производится также в открытой желобчатой форме с предварительным сплавлением концов жил в монолитные стержни.

4. Оконцевание алюминиевыми литыми наконечниками (при вертикальном положении жил) или соединение и ответвление жил кабелей (в открытой желобчатой форме с предварительным сплавлением концов в сплошной стержень) напряжением до 35 кв и сечением жил от 10 до 240 мм² — газовой сваркой при помощи бензино-кислородного или ацетилено-кислородного аппарата.

5. Для соединения жил кабелей напряжением до 35 кв с сечением жил от 25 до 240 мм² широко применяется опрессовка клещами местным вдавливанием или сплошным обжатием (с помощью специальных клещей для жил до 50 мм² или гидропресса для жил сечением выше 50 мм²).

6. Соединения и ответвления жил кабелей до 35 кв с однопроволочными жилами сечением от 2,5 до 10 мм² — пайкой способом трения припоями с подготовкой жил внахлестку и образованием желобка; этим же способом и этими же припоями производится оконцевание, соединение и ответвление жил кабелей сечением от 16 до 240 мм².

Соединения жил кабелей небольших сечений производятся пайкой в медных гильзах (для кабелей напряжением 6, 10, 20 и 35 кв), местной опрессовкой в цельнотянутых или точеных медных гильзах (для кабелей напряжением до 1 кв) или сплошной опрессовкой (для кабелей напряжением от 1 до 3 кв).

Оконцевание производится при помощи наплавляемых медных наконечников (при отсутствии оборудования для опрессовки) или их наварки (для кабелей напряжением до 10 кв), а также методом «сплошной» или местной опрессовки (для кабелей напряжением до 10 кв).

При необходимости соединения алюминиевых жил кабелей с медными жилами применяется пайка в стальных формах припоем с предварительным облуживанием или опрессовкой в медно-алюминиевых гильзах.

Концевые заделки кабелей в воронках:

1) силовых кабелей: а) в конусных воронках для внутренних установок напряжением до 10 кВ внутри сухих помещений (воронки овальной или круглой формы из кровельного железа типа ВО или ВК по чертежам НИИКП); б) в специальных стальных воронках для четырехжильных кабелей напряжением до 1 кВ, устанавливаемых на мачтах наружного освещения;

2) контрольных кабелей: а) в стальных воронках с заливкой кабельной массой МК-45 или МБМ-1 — при монтаже оконцеваний в неотапливаемых помещениях; б) в пластмассовых воронках — для контрольных кабелей с бумажной пропитанной изоляцией с числом жил до 16 при сечении их до 2,5 мм², заливка воронок массой марки МК-45 или МБМ-1 при температуре не более 140°.

Сухие концевые заделки в настоящее время получили широкое применение в кабельных прокладках силовых трехжильных кабелей с бумажной изоляцией напряжением до 10 кВ. Сухие концевые заделки выполняются следующими способами:

1) при помощи липких или нелипких полихлорвиниловых лент и лаков для кабелей напряжением 3—10 кВ, а также для кабелей напряжением 1 кВ, когда исключена возможность их продолжительной перегрузки током;

2) при помощи липких или нелипких стеклотент и лака марки К-44 для предельно нагружаемых и перегружаемых током кабелей напряжением до 1 кВ при монтаже их в сухих помещениях;

3) при помощи триацетатной пленки и маслостойкой лакоткани для предельно нагружаемых и перегружаемых током кабелей напряжением до 1 кВ, прокладываемых по вертикали и под углом;

4) в свинцовых или полихлорвиниловых перчатках в зависимости от ряда применяемых лент;

5) с применением эпоксидных компаундов для кабелей до 10 кВ во всех случаях их монтажа; этот способ в настоящее время получил наиболее широкое применение, так как по всем эксплуатационным характеристикам он является наиболее качественным (температурная стойкость от 45 до 100°, влаго- и маслостойкость, эластичность в исходном состоянии, стойкость к внутренним давлениям в кабеле до 4—5 ат, механическая стойкость).

Таблица 77

Гильзы для соединения медных жил опрессовкой
(по ГОСТ 7388—55),



| Сечение жилы, мм ² | Тип гильзы | Размеры, мм | | | | Вес 1000 шт., кг |
|-------------------------------|------------|-------------|---------|-----|-----|------------------|
| | | d_1^* | d_2^* | L | R | |
| 16 | ГМО—16 | 5 | 7 | 34 | 1,0 | 5,8 |
| 25 | ГМО—25 | 7 | 10 | 45 | 1,5 | 16,2 |
| 35 | ГМО—35 | 8 | 11 | 47 | 1,5 | 18,8 |
| 50 | ГМО—50 | 10 | 13 | 52 | 2,0 | 25,1 |
| 70 | ГМО—70 | 12 | 15 | 60 | 2,0 | 34,0 |
| 95 | ГМО—95 | 14 | 18 | 64 | 2,0 | 57,5 |
| 120 | ГМО—120 | 16 | 22 | 65 | 2,5 | 104,0 |
| 150 | ГМО—150 | 18 | 24 | 70 | 2,5 | 123,0 |
| 185 | ГМО—185 | 19 | 25 | 75 | 3,0 | 139,0 |
| 240 | ГМО—240 | 22 | 28 | 80 | 3,5 | 168,0 |
| 300 | ГМО—300 | 23 | 30 | 85 | 4,0 | 220,0 |

* Гильзы изготавливаются из тянутых мягких медных труб по ГОСТ 617—53. Допуск на отклонения по ГОСТ 617—53.

Продолжение табл. 78

| Сечение жилы, мм ² | Тип наконечника* | Размеры, мм | | | | | | | | Вес 1000 шт., кг |
|-------------------------------------|---|-------------|-------|-------|-------|-----|------|--------------------|-----|---------------------|
| | | d_1 | d_2 | l_1 | l_2 | s | b | D | L | |
| 35 | $\frac{\text{ТМО-35-8}}{\text{ТМО-35-10}}$ | 8 | 11 | 21** | 24 | 2,0 | 20** | $\frac{8,5}{10,5}$ | 39 | 19,0 |
| | $\frac{\text{ТМО-50-8}}{\text{ТМО-50-10}}$ | 10 | 13 | 23 | 24 | 2,4 | 20** | $\frac{8,5}{10,5}$ | 45 | 24,3 |
| 70 | $\frac{\text{ТМО-70-10}}{\text{ТМО-70-12}}$ | 12 | 15 | 27 | 30 | 2,3 | 25 | $\frac{10,5}{13}$ | 52 | 33,8 |
| | $\frac{\text{ТМО-95-10}}{\text{ТМО-95-12}}$ | 14 | 18 | 29 | 30 | 3,3 | 28 | $\frac{10,5}{13}$ | 56 | 57,0 |
| 120 | $\frac{\text{ТМО-120-12}}{\text{ТМО-120-16}}$ | 16 | 22 | 31 | 36 | 5,0 | 34 | $\frac{13}{17}$ | 63 | 111,0 |

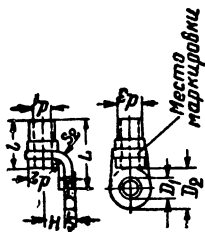
Продолжение табл. 78

| Сечение жилы, мм ² | Тип наконечника* | Размеры, мм | | | | | | | | Вес 1000 шт., кг |
|-------------------------------|------------------|-------------|-------|-------|-------|-----|-----|--------------------|-----|------------------|
| | | d_1 | d_2 | l_1 | l_2 | s | b | D | L | |
| 150 | ТМО-150-12 | 18 | 24 | 33 | 36 | 5,4 | 34 | $13 \frac{13}{17}$ | 65 | 146,0 |
| | ТМО-150-16 | 19 | 25 | 35 | 41 | 5,4 | 36 | $13 \frac{13}{17}$ | 72 | |
| 185 | ТМО-185-12 | 22 | 28 | 37 | 47 | 5,6 | 40 | $17 \frac{17}{21}$ | 78 | 212,0 |
| | ТМО-185-16 | 23 | 30 | 40 | 50 | 6,0 | 45 | $17 \frac{17}{21}$ | 83 | |
| 240 | ТМО-240-16 | | | | | | | | | 253,0 |
| | ТМО-240-20 | | | | | | | | | |
| 300 | ТМО-300-16 | | | | | | | | | 253,0 |
| | ТМО-300-20 | | | | | | | | | |

* Первое число в обозначении указывает сечение (мм²) жилы кабеля, а второе — диаметр отверстия (мм) в контактных ушках наконечника.

** Допуск $\pm 0,5$ мм; для всех остальных цифр этой графы допуск ± 1 мм.

Таблица 79
Наконечники алюминиевые литые для оконцевания алюминиевых жил сваркой или пайкой
 (по ГОСТ 7387—55)



| Сечение жилы, мм ² | Тип наконечника* | Размеры, мм | | | | | | | | | | Вес 1000 шт., кг |
|-------------------------------|------------------|-------------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|--------|----------|-----------|------------------|
| | | d_1 | d_2 | d_3 | l | s_1 | s_2 | D_1 | D_2 | L^{**} | H^{***} | |
| 16 | ЛА-16-6 | 6,0 | 15 | 11 | 23 | 5 | 4 | 6,5 | 17**** | 35 | 11 | 1,45 |
| | ЛА-16-8 | | | | | | | 8,5 | 20 | 36 | | |
| | ЛА-25-6 | 7,5 | 15 | 11 | 23 | 5 | 4 | 6,5 | 17**** | 35 | 11 | 1,45 |
| 25 | ЛА-25-8 | | | | | | | 8,5 | 20 | 36 | | |
| | ЛА-35-8 | 8,5 | 18 | 14 | 27 | 5 | 4 | 8,5 | 24**** | 42 | 13 | 2,5 |
| | ЛА-35-10 | | | | | | | 10,5 | | | | |

Продолжение табл. 79

| Сечение жилов, мм ² | Тип наконеч- ника* | Размеры, мм | | | | | | | | | | Н*** | L** | D ₃ | D ₁ | s ₃ | s ₁ | l | d ₃ | d ₂ | d ₁ | K2 Pec 1000 шт. |
|-----------------------------------|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----|----|------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|---|----------------|----------------|----------------|--------------------------|
| | | d ₁ | d ₂ | d ₃ | l | s ₁ | s ₃ | D ₁ | D ₃ | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | ЛА-50-8 | 10,0 | 18 | 14 | 27 | 5 | 4 | 8,5 | 24**** | 42 | 13 | 2,5 | | | | | | | | | | |
| | | 10,5 | | | | | | 10,5 | | | | | | | | | | | | | | |
| 70 | ЛА-70-8 | 12,0 | 22 | 18 | 28 | 7 | 6 | 8,5 | 28**** | 46 | 15 | 3,7 | | | | | | | | | | |
| | | 10,5 | | | | | | 10,5 | | | | | | | | | | | | | | |
| 95 | ЛА-95-10 | 13,5 | 22 | 18 | 28 | 7 | 6 | 10,5 | 28**** | 46 | 15 | 3,7 | | | | | | | | | | |
| | | 13,0 | | | | | | 13,0 | | | | | | | | | | | | | | |
| 120 | ЛА-120-12 | 15,0 | 26 | 22 | 32 | 8 | 7 | 13,0 | 34**** | 54 | 17 | 5,8 | | | | | | | | | | |
| 150 | ЛА-150-12 | 17,0 | 26 | 22 | 32 | 8 | 7 | 13,0 | 34**** | 54 | 17 | 5,8 | | | | | | | | | | |
| 185 | ЛА-185-16 | 19,0 | 32 | 28 | 38 | 10 | 9 | 17,0 | 40**** | 60 | 20 | 8,7 | | | | | | | | | | |
| 240 | ЛА-240-16 | 22,0 | 32 | 28 | 38 | 10 | 9 | 17,0 | 40**** | 60 | 20 | 8,7 | | | | | | | | | | |

* Первое число в обозначении указывает сечение жилы (мм²), а второе — диаметр отверстия (мм) в наконечнике для присоединения его к зажимам аппаратов, двигателей и т. п.

** Допустимое отклонение В, по ОСТ 1010.

*** Допустимое отклонение $\pm 0,5$ мм.

**** Допустимое отклонение ± 1 мм.

Таблица 80

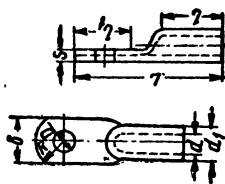
Размеры гильзы (мм) для соединения алюминиевых жил опрессовкой



| Сечение жилы, мм ² | Тип гильзы | l | d | d_1 |
|----------------------------------|------------|-----|------|-------|
| 16 | ГА-16 | 60 | 5,2 | 10 |
| 25 | ГА-25 | 60 | 6,8 | 12 |
| 35 | ГА-35 | 60 | 7,7 | 14 |
| 50 | ГА-50 | 71 | 9,2 | 16 |
| 70 | ГА-70 | 77 | 11,0 | 18 |
| 95 | ГА-95 | 85 | 13,0 | 21 |

Таблица 81

Размеры алюминиевых трубчатых наконечников (мм) для оконцевания алюминиевых жил опрессовкой



| Сечение жилы, мм ² | Тип наконечника | d | d_1 | l_1 | l | s | b | D | L | R |
|-------------------------------|-----------------|------|-------|-------|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| 16 | ТА-16 | 5,2 | 10 | 20 | 32 | 2,6 | 17 | 6,5 | 55 | 10 |
| 25 | ТА-25 | 6,8 | 12 | 20 | 32 | 4,0 | 17 | 8,5 | 60 | 10 |
| 35 | ТА-35 | 7,7 | 14 | 24 | 32 | 5,0 | 20 | 8,5 | 65 | 12 |
| 50 | ТА-50 | 9,2 | 16 | 24 | 37 | 5,0 | 20 | 10,5 | 75 | 12 |
| 70 | ТА-70 | 11,0 | 18 | 30 | 40 | 6,5 | 25 | 10,5 | 85 | 15 |
| 95 | ТА-95 | 13,0 | 21 | 30 | 44 | 7,0 | 28 | 13,0 | 92 | 15 |

Таблица 82

Техническая характеристика заливочных составов

| № п/п | Характеристика | Нормативы для заливочных составов марок | | | | |
|-------|--|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | МК-45 | МБМ-1 | МБМ-2 | МБ-70 | МБ-90 |
| 1 | Однородность, определяемая по ГОСТ 6997—54 (п. 4) | Соответствует | | | | |
| 2 | Вязкость условная, определяемая по вискозиметру с отверстием 5 мм, в градусах Энглера по ГОСТ 2400—51 (не более) | 6 при 130° | 15 при 140° | 15 при 140° | 27 при 150° | 27 при 175° |
| 3 | Температура вспышки, определяемая в открытом тигле по ГОСТ 4333—48, град. (не ниже) | 185 | 170 | 170 | 230 | 230 |
| 4 | Температура каплепадения, определяемая по ГОСТ 6793—53, град. (не ниже) | 45 | 55 | 55 | 70 | 90 |
| 5 | Усадка в %, определяемая по ГОСТ 6997—54 (п. 5) (не более) | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 |
| 6 | Содержание водорастворимых кислот и щелочей, определяемых по ГОСТ 2400—51 (раздел X), а также механических примесей и песка согласно ГОСТ 6997—54 (п. 6) | Отсутствуют | | | | |

Продолжение табл. 82

| № п/п | Характеристика | Нормативы для заливочных составов марок | | | | |
|-------|--|---|----------------|---------|----------------|---------|
| | | МК-45 | МБМ-1 | МБМ-2 | МБ-70 | МБ-90 |
| 7 | Пробивное напряжение переменного тока частотой 50 гц в вольтах в течение минуты, определяемое по ГОСТ 6997—54 (п. 7) (не ниже) | 35000 | 35000 | 35000 | 35000 | 35000 |
| 8 | Зольность, определяемая по ГОСТ 2400—51 | 0,2 | Не нормируется | | | |
| 9 | Морозостойкость, определяемая по ГОСТ 6997—54 (п. 8), град. | Не нормируется | —35 | —35 | Не нормируется | |
| 10 | Температура заливки, град. | 130—140 | 130—140 | 130—140 | 160—170 | 180—190 |

Таблица 83

Заливочные составы на основе битумов для работы при температуре ниже — 45°

| Наименование | Показатели для номеров составов | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Составные части, % по весу: | | | | | | | | | | |
| окисленный битум | 48 | 22 | 30 | 25 | 30 | 10 | 10 | 35 | 20 | 40 |
| битуминсзный состав с температурой каплепадения, 100° | 12 | 38 | 25 | 30 | 20 | 57,5 | 60 | 15 | 40 | — |
| Трансформаторное масло | 40 | 40 | 45 | 45 | 50 | 32,5 | 30 | 50 | 40 | 60 |
| Температура размягчения, град | 100 | 64 | 94 | 69 | 93 | — | — | 76 | 57 | 122 |
| Температура растрескивания град, | —39 | —70 | —61 | —60 | —57 | —56,5 | —53 | —51 | —50 | —57 |

Таблица 84

Припои для пайки алюминиевых оболочек и жил кабелей

| № припоя* | Марка | Химический состав, % | | | | | | | | Температура плавления, град. | Температура накала пайки, град. | Рабочая температура, град. | Коррозия | Технологические свойства | Область применения |
|-----------|-----------------|----------------------|------|------|----------|---------|--------|--------|---------|------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------|--|--|
| | | Олово | Цинк | Мель | Алюминий | Кальций | Сурьма | Свинец | Кремний | | | | | | |
| 1 | А | 40 | 58,5 | 1,5 | — | — | — | — | — | — | 400—500 | — | Крайне незначительная | Хорошо лудит алюминий, дает прочные спаи | Во всех случаях пайки жил средних и крупных сечений То же, но небольших сечений Для пайки средних и крупных жил сечением 16 мм ² и выше Для пайки меди с алюминием |
| 2 | Кадмиевый | 35 | 39 | — | — | 24,5 | 0,5 | 1,0 | — | — | 225—250 | — | — | Легко лудит и паяет алюминий | |
| 3 | Мосэнерго ЦА-15 | — | 85 | — | 15 | — | — | — | 435 | — | — | 550—600 | Значительная | Хрупко, трудно паяет с помощью паяльника | |
| 4 | НИИКП | — | 80 | 8 | 12 | — | — | — | 400—410 | — | — | 550 | — | Легко лудит и паяет | |
| 5 | Мосэнерго ЦО-12 | 12 | 88 | — | — | — | — | — | 392 | — | — | — | — | — | |

* Припой № 1—3 могут применяться без флюсов или с простейшими флюсами в виде раствора канифоли в спирте.

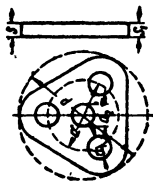
Припой № 3—5 не рекомендуется применять для пайки заземляющих проводов к алюминиевой оболочке кабелей как наиболее тугоплавкие.

4. Выбор установочных материалов для кабелей

Таблица 85

Фарфоровые пластины для чугунных соединительных муфт.

| Тип пластины | Тип муфты | Напряжение кабеля, кВ | Сечение ж/л кабеля, мм ² | Размеры пластин | | | | | |
|--------------|-----------|--------------------------|--|-----------------|-------|-------|-----|-----|-------|
| | | | | d | d_1 | d_2 | p | S | S_1 |
| I II | M-575 | 1 | До 95 | 56 | 20 | 18 | 105 | 11 | 13 |
| | M-750 | 1 | 120—300 | 65 | 31 | 20 | 124 | 11 | 13 |
| | | 2 | 70—240 | | | | | | |



Малогабаритные воронки для трех- и четырехжильных

Воронки изготовляют из кровельного железа толщиной 0,5—0,7 мм и окрашивают снаружи и изнутри черным асфальтовым лаком в один слой. Ушко для заземления приваривается к воронке не менее чем в трех точках или приклепывается двумя заклепками $\varnothing 3$ мм. Вес воронок указан при толщине железа 0,7 мм.

Разделка концов кабелей и заделка их в малогабаритные воронки осуществляются так же, как при воронках нормального габарита.

| Тип воронки | Сечение жил кабелей, мм ² | | Основные размеры разделки кабеля, мм | | | | Вес, кг | |
|----------------|---|---------------------|--|--|---|---------|---------------------|--|
| | трехжиль- ных | четырёх- жильных | ступень свин- цовой оболоч- ки, мм | ступень по- ясной изоля- ции, мм | слой кабель- ной массы над поясной изо- ляцией, мм | воронки | заливочной массы | |
| Вв-М-1 | 1,5—4 | 2,5 | 15 | 10 | 35 | 0,08 | 0,075 | |
| Вв-М-2 | 6—10 | 4—6 | 15 | 10 | 35 | 0,085 | 0,10 | |
| Вв-М-3 | 16—25 | 10—16 | 20 | 10 | 40 | 0,10 | 0,14 | |
| Вв-М-4 | 35—50 | 25—35 | 20 | 10 | 40 | 0,12 | 0,18 | |
| Вв-М-5 | 70—95 | 50—70 | 20 | 15 | 50 | 0,15 | 0,24 | |
| Вв-М-6 | 120—150 | 95—120 | 25 | 15 | 50 | 0,20 | 0,45 | |
| Вв-М-7 | 185—240 | 150—185 | 25 | 15 | 60 | 0,30 | 1,0 | |

Таблица 86

кабелей с бумажной изоляцией напряжением до 1000 в

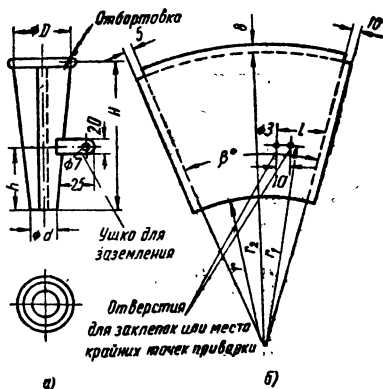


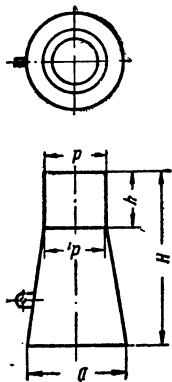
Рис. 5. Малогабаритная воронка для трех- и четырехжильных кабелей с бумажной изоляцией напряжением до 1000 в:

а — общий вид, б — развертка

| Размеры воронок (рис. 5, а), мм | | | | Размеры разверток (рис. 5, б) | | | | |
|---------------------------------|----|-----|----|-------------------------------|----------------|----------------|---------|----|
| D | d | H | h | r | r ₁ | r ₂ | β° | l |
| 40 | 20 | 90 | 50 | 90 | 140 | 180 | 40° | 10 |
| 45 | 25 | 100 | 50 | 125 | 175 | 225 | 36° | 10 |
| 50 | 30 | 115 | 60 | 172 | 232 | 287 | 31° 20' | 20 |
| 55 | 35 | 120 | 60 | 210 | 270 | 330 | 30° | 20 |
| 65 | 45 | 135 | 70 | 305 | 375 | 440 | 26° 40' | 30 |
| 75 | 55 | 160 | 70 | 440 | 510 | 600 | 22° 30' | 50 |
| 90 | 65 | 200 | 90 | 520 | 610 | 720 | 22° 30' | 50 |

Таблица 87

Воронки круглого сечения нормального габарита для трехжильных кабелей с бумажной пропитанной изоляцией напряжением 6 и 10 кв



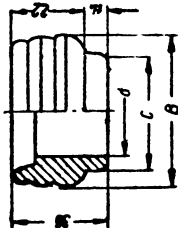
| Тип воронки | Размеры воронок | | | Сечения жил (мм ²) кабелей напряжением | Основные размеры разделок кабеля, мм | | | | Приблизительный вес, кг | | | |
|-------------|-----------------|----|----------------|--|--------------------------------------|--------|-----------------------------------|---|---|--------------|------------------|-----|
| | D | d | d ₁ | | h | H | Высота ступени свинцовой оболочки | Высота ступени поясной изоляции | Высота слоя кабелиной массы над распорной пластиной | Одна воронка | Заливочная масса | |
| Вв-Н-1 | 120 | 35 | 55 | 30 | 225 | 6 кв | 10 кв | До разбор- товки свин- цовой обо- лочке —35, после раз- бортовки — 30 | После раз- бортовки свинцовой оболочки — 20 | — | 0,18 | 0,7 |
| Вв-Н-2 | 145 | 45 | 65 | 50 | 250 | 16 кв | 16 кв | — | — | 35 | 0,24 | 1,0 |
| Вв-Н-3 | 161 | 55 | 77 | 55 | 265 | 25 кв | 25 кв | — | — | 40 | 0,32 | 1,7 |
| Вв-Н-4 | 172 | 60 | 84 | 60 | 295 | 150 кв | 150 кв | — | — | 45 | 0,50 | 2,3 |
| Вв-Н-5 | 190 | 70 | 98 | 70 | 320 | 240 кв | 240 кв | — | — | 50 | 0,55 | 3,1 |

Примечание. К воронке должно быть приварено или приклепано (не менее чем в двух точках) ушко размером 52×20×1 мм для заземления воронки.

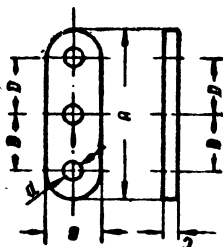
Таблица 88

Фарфоровые ребристые втулки для концевых кабельных воронок нормального габарита

| Тип втулки | Сечение жил кабелей, мм ² | Тип воронок | Размеры втулок, мм | |
|------------|--------------------------------------|---|--------------------|----|
| | | | d | B |
| ВТ-16 | До 16 25—50 70—120 150—185 | Вв-Н-1 и Вв-Н-2 Вв-Н-2, Вв-Н-3 Вв-Н-3, Вв-Н-4 Вв-Н-4, Вв-Н-5 | 12 | 18 |
| ВТ-50 | | | 28 | 38 |
| ВТ-120 | | | 25 | 37 |
| ВТ-185 | | | 30 | 43 |
| | | | | 53 |

Таблица 89
Фарфоровые пластины для концевых кабельных воронок нормального габарита

| Тип воронок | Тип пластины | Размеры пластины, мм | | | | |
|-------------|--------------|----------------------|----|----|----|----|
| | | A | B | C | D | d |
| Вв-Н-1 | РБ-115 | 115 | 36 | 12 | 38 | 16 |
| Вв-Н-2 | РБ-130 | 130 | 42 | 12 | 44 | 22 |
| Вв-Н-3 | РБ-170 | 170 | 60 | 12 | 55 | 28 |
| Вв-Н-4 | РБ-185 | 185 | 61 | 12 | 62 | 31 |
| | РБ-195 | 195 | 68 | 12 | 65 | 33 |



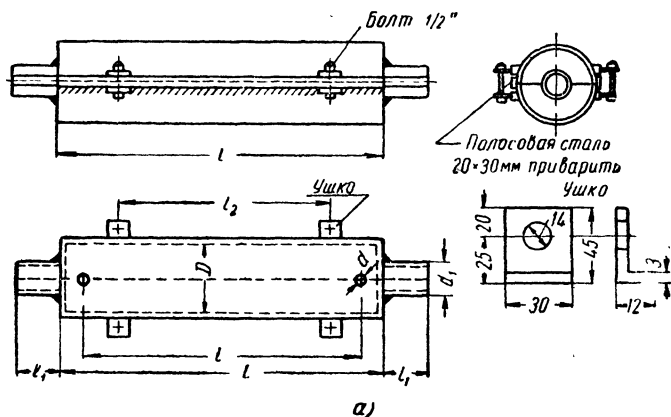
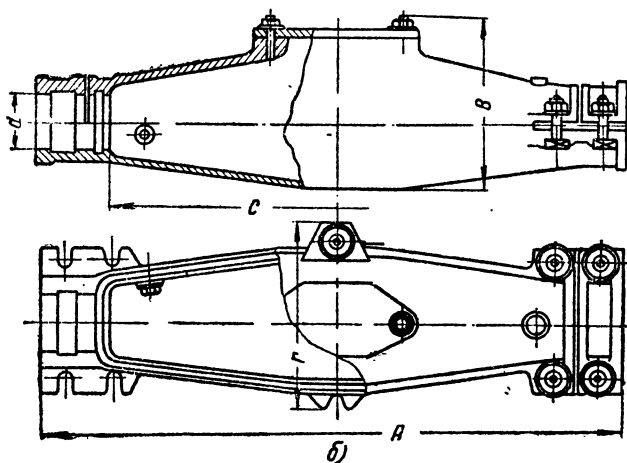


Рис. 6. Защитный покров для свинца
 а — упрощенная негерметичная покрывка,

Свинцовые соединительные муфты

| Сечение жил кабелей (мм ²) при напряжении, кв | | | | Свинцовые муфты* | | | |
|---|---------|--------|---------------|------------------|------------------------|-----------|---------------|
| до 3 | 6 | 10 | 1 | тип | внутренний диаметр, мм | длина, мм | вес 1 шт., кг |
| трехжильные | | | четырежильные | | | | |
| 10—25 | 10 | — | 10—16 | C50×400 | 50 | 400 | 1,9 |
| 35—50 | 16—25 | — | 25—35 | C60×420 | 60 | 420 | 2,4 |
| 70—95 | — | 10 | 50—70 | C70×450 | 70 | 450 | 3,0 |
| — | 35—70 | 16—25 | — | C70×500 | 70 | 500 | 3,3 |
| 120—150 | — | — | 95—120 | C80×470 | 80 | 470 | 3,5 |
| — | 95 | 35—50 | — | C80×520 | 80 | 520 | 3,9 |
| 185—240 | — | — | 150 | C90×500 | 90 | 500 | 4,2 |
| — | 120—150 | 70—120 | — | C90×550 | 90 | 550 | 4,6 |

* Муфты изготовляются из свинца марки С-3.



цовой соединительной муфты:

б — герметичная чугунная покрывка

и защитные покровы для них

Таблица 90

| Упрощенные негерметичные защитные покрывки (рис. 6, а) | | | | | | | Герметичные защитные чугунные покрывки (рис. 6, б) | | | | | |
|--|-----|-----|----------------|----------------|----|----------------|--|-------------|-----|-----|-----|---------------|
| размеры, мм | | | | | | | тип | размеры, мм | | | | вес 1 шт., кг |
| L | D | l | l ₁ | l ₂ | d | d ₁ | | d | A | B | C | |
| 500 | 65 | 400 | 50 | 250 | 25 | 32 | М-750 | 70 | 750 | 570 | 216 | 27,8 |
| 520 | 76 | 420 | 60 | 260 | 25 | 38 | М-750 | 70 | 750 | 570 | 216 | 27,8 |
| 550 | 90 | 450 | 60 | 275 | 25 | 38 | | | | | | |
| 600 | 90 | 500 | 70 | 300 | 25 | 50 | М-830 | 80 | 830 | 630 | 230 | 34,8 |
| 570 | 100 | 470 | 70 | 285 | 25 | 50 | | | | | | |
| 620 | 100 | 520 | 70 | 310 | 25 | 50 | | | | | | |
| 600 | 125 | 500 | 75 | 275 | 25 | 65 | | | | | | |
| 650 | 125 | 550 | 75 | 325 | 25 | 65 | М-925 | 85 | 925 | 700 | 245 | 46,8 |

Таблица 91
Комплекты бумажных роликов и хлопчатобумажной пряжи для монтажа кабелей напряжением до 10 кВ в соединительных свинцовых муфтах

| № комплекта | Сечение жил (мм ²) кабелей напряжением | | Содержание комплекта на одну муфту* | | | | | | | | | | Размеры банок | | |
|-------------|--|---------|-------------------------------------|-------------------------|----------------|---------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|-----|--------------------|---------------------------|---------------|------------|-----|
| | до 3 кВ | 6 кВ | 10 кВ | ролики для изоляции жил | | | ролики для бандаж | | ролики для лент | | количество роликов | количество бумажной пряжи | диаметр, мм | высота, мм | |
| | | | | ширина, мм | длина лент, мм | диаметр роликов, мм | длина лент, мм | количество роликов | количество бумажной пряжи | | | | | | |
| 1 | 10—50 | 10 | — | 125 | 1,5 | 18 | 3 | 10 мм | 25 мм | 5,4 | 31 | 1 | 1 | 100 | 200 |
| 1а**** | 10—50 | — | — | 125 | 1,5 | 18 | 4 | 2 | 1 | 5,4 | 31 | 1 | 1 | 100 | 200 |
| 2 | 70—150 | 16—25 | — | 125 | 2,2 | 21 | 3 | 2 | 2 | 5,4 | 31 | 1 | 1 | 100 | 200 |
| 2а**** | 70—150 | — | — | 125 | 2,2 | 21 | 4 | 2 | 2 | 5,4 | 31 | 1 | 1 | 100 | 200 |
| 3 | 185—300 | 35—70 | 10—16 | 150 | 3,0 | 24 | 3 | 3 | 3 | 5,4 | 31 | 1 | 1 | 100 | 200 |
| 3а**** | 185—240 | — | — | 150 | 3,0 | 24 | 4 | 3 | 3 | 5,4 | 31 | 1 | 1 | 100 | 200 |
| 4 | — | 95—120 | 25 | 150 | 3,7 | 26 | 3 | 2 | 2 | 5,4 | 31 | 1 | 1 | 100 | 200 |
| 5 | — | 150 | 35—50 | 175 | 4,0 | 27 | 3 | 2 | 2 | 5,4 | 31 | 1 | 1 | 100 | 250 |
| 6 | — | 185—240 | 70 | 175 | 4,8 | 29 | 3 | 4 | 2 | 5,4 | 31 | 1 | 1 | 100 | 250 |

* Содержащиеся в банке материалы поставляются на 1—2 муфты в зависимости от их характера.

** Ролики для подмотки имеют длину ленты 3 м и наружный диаметр 24 мм.

*** Одна бобина содержит около 200 г пропитанной хлопчатобумажной пряжи.

**** Комплекты № 1а, 2а и 3а предназначены для четырехжильных кабелей напряжением до 1 кВ, остальные комплекты — для трехжильных кабелей.

Т а б л и ц а 92

Выбор втулок и воронок для оконцевания изоляционных установочных трубок и кабелей марки СРГ

| Количество жил в кабеле и их сечение, мм ² | Типы | |
|---|---------------------|---------------------|
| | фарфоровых втулок * | фарфоровых воронок* |
| 1×1; 1×1,5; 1×2,5 | ВВ-9 | В-2 |
| 1×4; 1×6 | ВТ-Б-2; ВВ-11 | В-2 |
| 2×1; 1×10; 2×2,5; | | |
| 3×1 | ВТ-Б-2; ВВ-13 | В-6 |
| 3×1,5 | ВВ-9; ВВ-16 | В-10 |
| 2×2,5; 2×4; 2×6 | ВВ-11; ВВ-23; | В-16 |
| 3×2,5; 3×4; 3×6 | ВВ-16; ВВ-29 | В-35 |
| 2×10; 3×10 | ВВ-16; ВВ-36 | В-35 |

* Цифры, указанные для каждого типа втулок и воронок, означают внутренний диаметр их отверстия или предельное сечение жилы.

Т а б л и ц а 93

Выбор диаметра (дюймы) стальных (газовых) труб для прокладки одно-, двух- и трехжильных кабелей с резиновой изоляцией марки СРГ *

| Сечение жил кабелей, мм ² | Диаметр труб (дюймы) для кабелей | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|--------------|--------------|---------------------------------|
| | одно-жильных | двух-жильных | трех-жильных | трехжильных с заземляющей жилой |
| 1,5 | 1/2 | 1/2 | 3/4 | 3/4 |
| 2,5 | 1/2 | 3/4 | 3/4 | 3/4 |
| 4 | 1/2 | 3/4 | 3/4 | 3/4 |
| 6 | 1/2 | 3/4 | 3/4 | 1 |

Продолжение табл. 93

| Сечение жил кабелей, мм ² | Диаметр труб (дюймы) для кабелей | | | |
|---|----------------------------------|------------------|------------------|--|
| | одно- жильных | двух- жильных | трех- жильных | трехжиль- ных с за- земляющей жилой |
| 10 | 1/2 | 1 | 1 | 1 1/4 |
| 16 | 1/2 | 1 | 1 1/4 | 1 1/4 |
| 25 | 3/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/2 |
| 35 | 3/4 | 1 1/4 | 1 1/2 | 2 |
| 50 | 1 | 1 1/2 | 2 | 2 |
| 70 | 1 | 2 | 2 | 2 1/2 |

* Если длина сплошного участка трубопровода превышает 50 м при наличии не более одного изгиба, 40 м при наличии двух изгибов и 20 м при наличии трех изгибов (углы 90° и более), следует применять трубы ближайшего большего диаметра.

5. Монтажные указания

Глубина прокладки кабелей в траншеях

Кабели напряжением до 35 кВ вне зависимости от назначения должны прокладываться на глубине не менее 0,7 м.

Прокладка на меньшей глубине при условии дополнительной защиты допускается лишь на участках длиной до 5 м при вводе кабелей в здания, а также в местах пересечения с подземными сооружениями и при обходе их с соблюдением указаний п. 2 табл. 94.

Т а б л и ц а 94

Пересечения кабелей между собой и с различными сооружениями

| Пересекаемое сооружение (объект) | Условия пересечения |
|--|---|
| 1. Кабельные линии в земле | <p>При пересечении между собой кабели должны быть разделены слоем земли толщиной не менее 0,5 м. Указанное расстояние может быть уменьшено до 0,25 м, если кабели на всем участке пересечения плюс по 1 м по каждую сторону от него либо заключены в трубы из огнестойкого материала, либо разделены огнестойкими плитами.</p> <p>Кабели связи, кроме того, должны быть во всех случаях расположены выше силовых кабелей.</p> |
| 2. Трубопроводы и теплопроводы в земле | <p>При пересечении кабелей сильного тока с трубопроводами кабели прокладывают от трубопроводов на расстоянии не менее 0,5 м. При пересечении теплопровода последний на всем протяжении пересечения плюс по 2 м в каждую сторону от кабеля должен иметь такую тепловую изоляцию, чтобы температура почвы в месте прокладки кабелей (при отключенных кабелях) не превышала более чем на 10° высшую летнюю и на 15° низшую зимнюю температуры.</p> |
| 3. Железные электрифицированные и неэлектрифицированные и автогужевые дороги | <p>При пересечении с железными дорогами кабели на участке пересечения плюс по 1 м в каждую сторону от кромок водоотводных канав должны быть проложены в трубах, блоках или туннелях на глубине не менее 1 м от подошвы рельса и не менее 0,5 м от дна водоотливных канав. При отсутствии последних кабе-</p> |

Продолжение табл. 94

Пересекаемое
сооружение (объект)

Условия пересечения

ли прокладываются в трубах, блоках и туннелях на участке пересечения плюс по 2 м в каждую сторону от полотна железной дороги.

При пересечениях кабелями автогужевых дорог указанная прокладка кабелей выполняется на участке пересечения плюс по 2 м в каждую сторону от кромок дороги, причем кабели прокладывают на глубине не менее 1 м от полотна дороги.

При пересечении кабелей с электрифицированными на постоянном токе железными дорогами, а также трамвайными путями блоки и трубы должны быть из изоляционного материала. Место пересечения должно быть на расстоянии не менее 10 м от стрелок и места присоединения к рельсам отсасывающих кабелей.

Пересечения всех дорог выполняются в наиболее узких местах полотна и по возможности под углом 90°

Количество труб или отверстий блоков должно давать возможность прокладки дополнительных кабелей.

Места пересечения кабелей с дорогами обозначаются соответствующими знаками и надписями по обеим сторонам дороги.

При переходе кабельной линии в воздушную кабели выводят на поверхность земли не ближе 3,5 м от подошвы насыпи железной дороги или кромки полотна автогужевой дороги

4. Улицы

При пересечении улиц кабели прокладывают в механически прочных трубах, туннелях или блоках

Продолжение табл. 94

| Пересекаемое сооружение (объект) | Условия пересечения |
|--|---|
| <p>5. Наружные и внутренние капитальные стены зданий, туннелей, каналов, междуэтажные перекрытия, площадки лестничных клеток и т. п.</p> | <p>Кабели прокладываются в механически прочных трубах (металлических, асбестоцементных, гончарных и т. п.) с внутренним диаметром не менее 1,5-кратного наружного диаметра кабелей. При проходке кабелей через наружные стены принимают меры, исключающие проникновение воды из траншей в здания, туннели и т. п. через трубы.</p> |
| <p>6. Каналы и туннели</p> | <p>Проход кабелей через внутренние стены и перегородки может быть осуществлен через открытые проемы, если не требуется полная изоляция одного помещения от другого. Бронированные и небронированные кабели в местах вводов и выводов защищаются от механических повреждений металлическими коробами, стальными трубами и т. п. На высоте 2 м от уровня пола или земли защита кабелей должна быть предусмотрена также на всех других участках, где имеется опасность механических воздействий на кабели при перемещении оборудования, грузов и т. п. В электромашинных помещениях указанная защита обязательна для небронированных кабелей, а для бронированных — только на участках, где по условиям эксплуатации имеется вероятность повреждения кабелей</p> <p>Кабели, пересекающие каналы или туннели, внутри должны быть защищены от механических повреждений, например проложены в металлических трубах. В туннелях и каналах, содержащих теплопроводы, кабели надежно защищаются от перегрева</p> |

Продолжение табл. 94

| Пересекаемое сооружение (объект) | Условия пересечения |
|-------------------------------------|---|
| 7. Трубопроводы внутри и вне зданий | <p>При пересечениях расстояние между кабелями и трубопроводами (за исключением указанных в п. 8) должно быть не менее 0,5 м.</p> |
| 8. Теплопроводы внутри зданий | <p>При меньших расстояниях кабели должны быть защищены от механических повреждений (металлическими трубами, кожухами и т. п.) на участке пересечения плюс по 0,5 м в каждую сторону</p> <p>Расстояние между кабелями, теплопроводами и трубопроводами горячих жидкостей и т. п. должно быть не менее 1 м; при меньшем расстоянии по всей длине пересечения плюс по 1 м в каждую сторону на теплопровод накладывают теплоизоляцию или между теплопроводом и кабелем устанавливают защитный экран</p> |
| 9 Прокладка кабелей в каналах | <p>Вертикальное расстояние в свету между полками при двух и более кабелях:</p> <p>а) для силовых кабелей числом 2—4: при напряжении до 10 кв 150 мм; при напряжении 20—35 кв 200 мм;</p> <p>б) для контрольных кабелей 100 мм.</p> <p>Горизонтальное расстояние в свету между полками при двухстороннем расположении 300 мм.</p> <p>То же, между полками и противоположной стенкой при одностороннем расположении 300 мм.</p> <p>Расстояние между отдельными силовыми кабелями до 10 кв 35 мм (но не менее диаметра кабеля)</p> |

Таблица 95

Установка кабельных конструкций и закрепление на них кабелей

| | |
|--------------------------|---|
| Участки кабельной трассы | Расстояние между опорными конструкциями и места закрепления кабелей |
|--------------------------|---|

Установка конструкций

| | |
|------------------------|---|
| Горизонтальные участки | 1 м — для силовых кабелей; 0,8 м — для контрольных кабелей |
| Вертикальные участки | 2 м — для силовых кабелей; 1 м — для контрольных кабелей |

Закрепление кабелей

| | |
|--|--|
| <p>Вертикальные участки</p> <p>Прямолинейные горизонтальные участки</p> <p>У соединительных муфт</p> <p>На вводах кабелей в концевые муфты, воронки и концевые заделки</p> <p>В местах пересечений температурных швов</p> <p>В местах прохода кабелей через междуэтажные перекрытия, стены и перегородки</p> | <p>На всех конструкциях и с таким расчетом, чтобы была предотвращена деформация свинцовых оболочек и не нарушались соединения жил в муфтах под действием собственного веса кабелей</p> <p>В конечных пунктах участка трассы</p> <p>По обе стороны муфт</p> <p>На расстоянии не более 100 мм от горловин муфт, воронок или заделок</p> <p>По обеим сторонам шва</p> <p>По обеим сторонам перекрытия, стены и перегородки на расстоянии 150—250 мм от поверхности их</p> |
|--|--|

Между голыми оцинкованными кабелями и конструкциями должны быть уложены прокладки из пластмассы, руберойда и т. п. толщиной не менее 2 мм.

Таблица 96

**Наименьшие допустимые радиусы изгиба кабеля
и отдельных жил**

| Типы кабеля | Кратность радиуса изгиба кабеля или жилы по отношению к наружному диаметру их |
|---|---|
| Изгиб кабелей | |
| Силовые кабели с бумажной изоляцией, многожильные, бронированные и небронированные | 15 |
| Силовые кабели с бумажной изоляцией, одножильные, бронированные и небронированные | 25 |
| Силовые кабели с резиновой изоляцией, многожильные и одножильные, бронированные и небронированные | 10 |
| Контрольные кабели с резиновой изоляцией, бронированные | 10 |
| Контрольные кабели с резиновой изоляцией, небронированные | 6 |
| Силовые и контрольные кабели с бумажной изоляцией в алюминиевой оболочке | 20 |
| Силовые и контрольные кабели с резиновой изоляцией в винилитовой оболочке | 10 |
| Изгибы жил | |
| Кабели с бумажной пропитанной изоляцией | 10—12,5 |
| Кабели с резиновой изоляцией | 3 |

Прокладка кабелей при низких температурах

Прокладка кабелей без предварительного подогрева допускается в тех случаях, когда температура воздуха в течение 24 час. до начала прокладки не спускалась, хотя

бы временно, ниже 0° при кабелях с бумажной изоляцией напряжением 20 и 35 кв, ниже -7° при кабелях асфальтированных и бронированных с резиновой изоляцией, ниже -20° при кабелях с голой свинцовой оболочкой и резиновой изоляцией.

Прокладка кабелей с бумажной изоляцией при температуре ниже -10° допускается только для обеспечения пусковых сроков монтируемых объектов с разрешения главного инженера той организации, которая монтирует или будет эксплуатировать данную кабельную сеть, при обязательном подогреве кабеля перед прокладкой и во время прокладки.

Прокладка кабеля с защитной полихлорвиниловой оболочкой при температуре ниже 0° не разрешается.

Таблица 97

**Продолжительность прогрева барабанов с кабелями
в теплом помещении или тепляке**

| Температура воздуха в помещении или тепляке, град. | Продолжительность прогрева барабанов с кабелями |
|---|--|
| От 5 до 10 > 10 > 25 > 25 > 40 | Не менее 3 суток > > 1—1,5 > > > 18 час. |

Пользуясь приведенными в табл. 98 данными, следует помнить:

1. Прогрев кабелей производится переменным током.

2. Прогрев кабелей полным током должен быть прекращен в тот момент, когда температура наружного покрова внешнего ряда витков кабеля достигнет $+20^{\circ}$ при температуре наружного воздуха до -10° и $+30^{\circ}$ при температуре наружного воздуха от -10° до -25° .

Последовательное соединение кабелей нескольких барабанов может быть применено, если источник тока допускает необходимую регулировку напряжения по мере изъятия отдельных барабанов для прокладки кабеля. В случае одновременного прогрева кабелей нескольких последовательно соединенных барабанов после выключения первого

барабана для размотки ток прогревания должен быть уменьшен вдвое по отношению к указанным в табл. 98 значениям.

3. Прогрев одной жилы кабеля, а также двух или трех жил при параллельном соединении их от однофазного источника тока не допускается из-за возможности перегрева броневых покровов и изоляции.

Таблица 98

Величины тока, напряжения и времени, необходимые для прогревания трехжильных кабелей с бумажной пропитанной изоляцией на барабанах

| Сечение жил, мм ² | Максимально допустимые токи при прогревании, а | Ориентировочно необходимое время (мин.) при температуре окружающего воздуха, град. | | | Необходимое напряжение на зажимах трансформаторов (в) при длине кабеля, м | | | | |
|------------------------------|--|--|-----|-----|---|------|------|------|------|
| | | 0 | -10 | -20 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 |
| 10 | 76 | 59 | 76 | 97 | 23 | 46 | 69 | 92 | 115 |
| 16 | 102 | 58 | 73 | 94 | 19 | 38 | 57 | 76 | 95 |
| 25 | 130 | 71 | 88 | 106 | 16 | 32 | 48 | 64 | 80 |
| 35 | 160 | 74 | 93 | 112 | 14 | 28 | 42 | 56 | 70 |
| 50 | 190 | 90 | 112 | 134 | 11,5 | 23 | 34,5 | 46 | 57,5 |
| 70 | 230 | 97 | 122 | 149 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 95 | 285 | 99 | 124 | 151 | 9 | 18 | 27 | 36 | 45 |
| 120 | 330 | 111 | 138 | 170 | 8,5 | 17 | 25,5 | 34 | 42,5 |
| 150 | 375 | 124 | 150 | 185 | 7,5 | 15 | 22,5 | 30 | 37,5 |
| 185 | 425 | 134 | 167 | 208 | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 |
| 240 | 490 | 152 | 190 | 234 | 5,3 | 10,6 | 15,9 | 21,2 | 26,5 |

Глава III. ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ

1. Общие сведения

Воздушные линии (ВЛ) разделяются на линии низкого напряжения (до 1000 в) и линии высокого напряжения (выше 1000 в).

В справочнике приведены сведения по линиям высокого напряжения лишь до 35 кВ включительно.

Воздушные линии должны прокладываться так, чтобы опоры не загораживали входов в здания и въездов во дворы и не затрудняли движения транспорта и пешеходов.

В зависимости от напряжения и назначения воздушные линии разделяются на три класса (табл. 99).

Таблица 99

Классы воздушных линий

| Классы | Номинальное линейное напряжение, кВ | Категория электроприемника |
|--------|-------------------------------------|--|
| I | Выше 35 | Независимо от категории |
| II | 35 35 Выше 1 до 20 | I и II категории III категория Независимо от категории |
| III | 1 и ниже | Независимо от категории |

2. Воздушные линии низкого напряжения

Провода и арматура. Для ВЛ низкого напряжения применяются одно- и многопроволочные медные, алюминиевые и стальные провода.

Предельно допустимые сечения (диаметры) проводов (по механической прочности), приведены в табл. 100 и 101,

Таблица 100

Допустимые сечения (диаметры) проводов ВЛ низкого напряжения

| Материал | Минимальные для однопроволочных и многопроволоч- ных проводов | Максимальные для однопроволоч- ных проводов |
|--|--|---|
| Медь, сечение, мм ² | 6 | 16 |
| Сталь, диаметр, мм | 3 | 5 |
| Алюминий и его сплавы, сечение, мм ² | 16 | — |

Таблица 101

**Минимальные сечения (диаметры) проводов
ответвлений от ВЛ низкого напряжения к вводам в здания**

| Материал | При пролетах до 10 м | При пролетах от 10 до 25 м |
|---|----------------------------|----------------------------------|
| Медь, сечение, мм ² | 2,5 | 4 |
| Сталь, диаметр, мм | 3 | 3 |
| Алюминий и его сплавы, сечение, мм ² | 6 | 10 |

При пересечении ВЛ низкого напряжения с линиями связи и радиотрансляции, другими ВЛ, различными надземными трубопроводами и сооружениями должны применяться только многопроволочные провода.

Соединение проводов должно производиться при помощи специальных соединительных зажимов или сваркой (но не в стык). Соединения проводов из разных металлов выполняются только на опорах.

Крепление проводов на опорах должно быть одинарным. Провода ответвлений должны иметь на опоре глухое крепление.

Расположение проводов на опорах. Расположение проводов на опорах может быть любым, при этом нулевой

провод следует располагать ниже фазных. Если опора используется для установки светильника наружного освещения, то кронштейн для его подвеса должен быть укреплен ниже проводов.

Для крепления проводов применяются штыревые линейные низковольтные изоляторы (типа ТФ и АИК). В местах ответвлений от ВЛ, скрещивания проводов и т. п., когда требуется крепление на одном изоляторе нескольких проводов, следует применять многошейковые изоляторы (типа ШО).

В табл. 102 приведены сведения об установочных материалах для ВЛ низкого напряжения.

Таблица 102

Выбор установочных материалов для ВЛ низкого напряжения

| Сечение провода, мм ² | Тип изоляторов | Тип крюков | Тип штырей | Диаметр вязальной проволоки, мм |
|----------------------------------|--------------------|------------|------------|---------------------------------|
| 4 | ТФ-4, АИК-4, ШО-12 | КН-12 | ШТ-4Д | 0,7 |
| 6 | ТФ-3, АИК-3, ШО-16 | КН-16 | ШТ-4Д | 1,0 |
| 10 | ТФ-3, АИК-3, ШО-16 | КН-16 | ШТ-4Д | 1,0 |
| 16 (Ø4) | ТФ-3, АИК-3, ШО-16 | КН-16 | ШТ-4Д | 1,0 |
| 25 (Ø5) | ТФ-2 АИК-2, ШО-70 | КН-18 | ШТ-3Д | 1,4 |
| 35 (Ø6) | ТФ-2 АИК-2, ШО-70 | КН-18 | ШТ-3Д | 1,4 |
| 50 | ТФ-2, АИК-2 | КН-18 | ШТ-3Д | 1,4 |
| 70 | ТФ-2, ШО-70 | КН-18 | ШТ-2Д | 2,0 |
| 95 | АИК-1 | КН-20 | ШТ-2Д | 2,0 |

Опоры. На воздушных линиях низкого напряжения могут применяться следующие опоры:

а) промежуточные (рис. 7, а), устанавливаемые на прямых участках трассы ВЛ;

- б) анкерные А-образные (рис. 7, в), устанавливаемые на прямых участках ВЛ в опорных точках;
в) угловые А-образные с подкосами или оттяжками

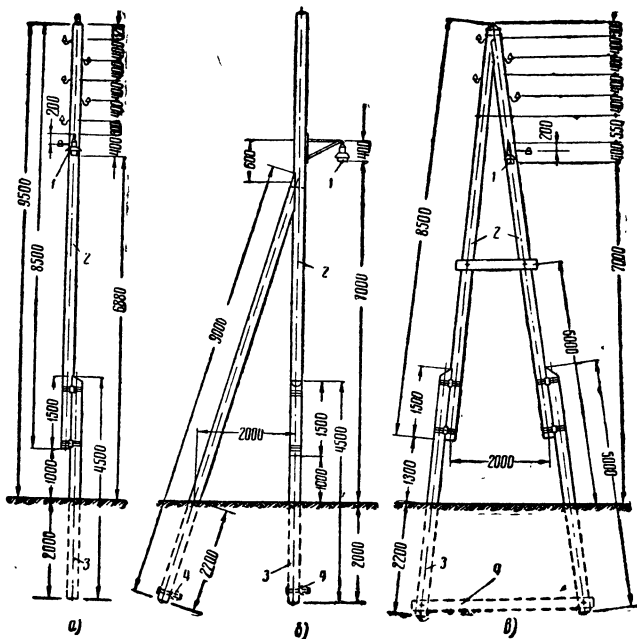


Рис. 7. Общий вид опор линий низкого напряжения:
а — промежуточная, б — угловая с подкосом, в — угловая А-образная; 1 — светильник, 2 — стойка, 3 — пасынок, 4 — ригель

(рис. 7, б и 7, в), устанавливаемые в местах изменения направления трассы ВЛ;

г) концевые, устанавливаемые в начале и конце линии (одностороннее тяжение); обычно в этом случае используются угловые опоры с установкой обеих стоек (для

А-образных опор) или стойки и подкосы в плоскости линии.

Опоры могут быть деревянные, железобетонные и металлические. Деревянные опоры, как правило, применяются с деревянными, металлическими или железобетонными пасынками.

Последние в настоящее время имеют преимущественное распространение. Пасынки обычно берутся длиной 4,5 м.

Высоту стойки можно ориентировочно брать по табл. 103.

Таблица 103

Высота стойки опоры низкого напряжения (м) при высоте пасынка 4,5 м

| Способ подвеса проводов | Климатический район по гололедности* | Высота стойки (м) при числе проводов на опоре | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|------|
| | | 2 | 3 | 4 | 5-6 | 7-8 | 9-10 |
| Одинарный на крюках | I и II | 6,0 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 |
| | III и IV | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 8,5 |
| Двойной на крюках | I и II | 6,0 | 6,5 | 6,5 | 7,5 | 8,0 | 8,5 |
| | III и IV | 6,5 | 7,5 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 8,5 |
| На траверсах . | I и II | — | — | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,5 |
| | III и IV | — | — | 6,5 | 6,5 | 7,5 | 7,5 |

* Согласно ПУЭП—5—20—1959 местности, по которым проходит ВЛ, в зависимости от толщины стенки наблюдаемого гололеда на проводах, разделяются на следующие районы гололедности: I—0,5 см, II—1 см, III—1,5 см, IV—2 см, особый район — свыше 2 см.

Для изготовления опор ВЛ следует применять сосновые бревна не ниже 3-го сорта, пропитанные антисептиком. Диаметр бревен для основных элементов опор (стойки) должен быть не менее 15 см при одноствоечных, 14 см при А-образных опорах, а для вспомогательных элементов — 12 см.

Определение размеров заглубления опор в зависимости от их высоты, количества, сечения проводов и грунтовых условий может быть произведено по табл. 104.

Размеры заглубления анкерных опор должны приниматься на 5% более—для концевых, на 20% более—для угловых по сравнению с величинами, приведенными в табл. 104.

Таблица 104

Размеры заглубления (м) промежуточных опор (без ригелей)

| Грунт | Общее максимальное сечение проводов на опоре, мм ² | При полной высоте опоры от поверхности земли, м | | | |
|--|---|---|-------|---|-------|
| | | до 8,5 | 11—12 | до 8,5 | 11—12 |
| | | Ручная разработка грунта | | Механизированная разработка (автобуром) | |
| Суглинки, супески и глины, насыщенные водой, при расчетном напряжении на грунт 1 кг/см ² | 150 | 1,8 | 2,15 | 1,6 | 1,75 |
| | 300 | 2,3 | 2,5 | 1,8 | 2 |
| | 500 | 2,7 | 2,9 | 2 | 2,3 |
| Глины, суглинки и супески естественной влажности, лёсс сухой, песок мокрый мелкий при расчетном напряжении на грунт 1,5—2 кг/см ² | 150 | 1,5 | 1,8 | 1,4 | 1,5 |
| | 300 | 1,9 | 2,2 | 1,6 | 1,8 |
| | 500 | 2,3 | 2,5 | 1,8 | 2,1 |
| Глина плотная, глина с галькой и валунами, галька с песком, щебень, скальный грунт при расчетном напряжении на грунт 2,5 кг/см ² | 150 | 1,35 | 1,6 | 1,2 | 1,3 |
| | 300 | 1,7 | 2 | 1,4 | 1,6 |
| | 500 | 2,1 | 2,2 | 1,6 | 1,9 |

Пересечения и сближения. Расстояние от проводов при наибольшей стреле провеса до поверхности земли должно быть не менее величин, приведенных в табл. 105.

Т а б л и ц а 105

Расстояния от проводов ВЛ до поверхности земли

| Местность | Наименьшие расстояния, м |
|--|--------------------------|
| Населенная | 6 |
| Ненаселенная | 5 |
| Труднодоступная | 4 |
| Недоступные склоны гор, скалы, утесы | 1, |

При прохождении ВЛ вдоль зданий и строений расстояние по горизонтали от проводов при наибольшем их отклонении должно быть не менее: 1,5 м — до балконов, террас и окон, 1 м — до глухих стен. Прохождение ВЛ над зданиями не допускается.

Расстояние от опор ВЛ до подземных трубопроводов и надземных колонок различного назначения определяется по табл. 106.

Т а б л и ц а 106

Расстояния от опор ВЛ до подземных трубопроводов и надземных колонок

| Трубопроводы и колонки | Наименьшие расстояния, м |
|--|--------------------------|
| Водо-, газо-, паро- и теплопроводы, а также канализационные трубы . | 1 |
| Пожарные гидранты, колодцы (люки) подземной канализации, водоразборные колонки | 2 |
| Бензиновые колонки | 5 |

При пересечении ВЛ низкого напряжения с другой ВЛ более высокого напряжения первая должна располагаться под второй. Наименьшее расстояние между пересекающимися проводами должно быть не менее 2 м.

При пересечении ВЛ низкого напряжения с линиями слабого тока первые располагаются выше последних. Расстояние между пересекающимися проводами должно быть не менее 1,25 м.

Трасса ВЛ низкого напряжения должна находиться от трассы линий связи и сигнализации на расстоянии не менее высоты наибольшей опоры ВЛ или линии связи.

При сближении ВЛ с воздушными линиями связи и сигнализации расстояние по горизонтали между крайними проводами этих линий должно быть не менее 2 м, а в стесненных условиях — не менее 1 м.

Пересечение ВЛ с железными дорогами общего пользования, как правило, рекомендуется выполнять при помощи кабельной вставки.

При пересечении ВЛ с железными дорогами широкой и узкой колеи необщего пользования расстояния проводов при наибольшей стреле их провеса до головки рельсов должны равняться 7,5 м, а до габаритов строений — 1 м.

При пересечении и сближении с автомобильными дорогами должны быть соблюдены следующие расстояния:

а) от проводов при наибольшей стреле провеса до полотна дороги — не менее 6 м;

б) от опоры ВЛ до кювета дороги (или полотна) — не менее высоты опоры, а на участках стесненной трассы — не менее 1,5 м;

в) над тросами, несущими дорожные знаки, — не менее 1 м.

3. Воздушные линии высокого напряжения (свыше 1000 в)

Провода и тросы. Для ВЛ высокого напряжения (I и II класса) должны применяться многопроволочные провода и тросы с сечением не менее приведенных в табл. 107.

В ненаселенной местности для ВЛ класса II* допу-

* См. табл. 99.

Т а б л и ц а 107

**Минимальные сечения проводов и тросов ($мм^2$)
ВЛ высокого напряжения**

| Материал проводов и тросов | Населенная местность и пересечения с сооружениями | | Ненаселенная местность | |
|--|---|--------------|------------------------|--------------|
| | ВЛ I класса | ВЛ II класса | ВЛ I класса | ВЛ II класса |
| | Медь и сталь, $мм^2$ | 25 | 25 | 25 |
| Сталеалюминий, $мм^2$ | 25 | 16 | 25 | 16 |
| Алюминий и его сплав, $мм^2$ | 35 | 35 | 35 | 25 |

скается применение однопроволочных проводов сечением: 10 и 16 $мм^2$ — для медных и 10—28 $мм^2$ (\varnothing 3,5—6 мм) — для стальных.

Не допускается применение однопроволочных проводов диаметром или сечением больше следующих:

- стальные провода диаметром выше 6 мм;
- медные провода сечением выше 10 $мм^2$.

Вблизи морских побережий, соленых гор, химических предприятий и в других местах рекомендуется вместо алюминиевых применять медные или стальные провода.

Расположение проводов и расстояния между ними. На ВЛ высокого напряжения может применяться любое расположение проводов. Наименьшее расстояние между ними приведено в табл. 108.

Крепление проводов к подвесным изоляторам следует производить при помощи поддерживающих или натяжных зажимов, а к штыревым изоляторам — вязальной проволокой или специальными зажимами. Провода и тросы соединяются при помощи специальных зажимов.

Опоры. Опоры для прокладки ВЛ высокого напряжения применяются тех же типов, что для ВЛ низкого напряжения, и могут быть деревянными, металлическими и железобетонными (рис. 8, 9, 10).

Любая часть опоры ВЛ высокого напряжения должна отстоять от электрических кабелей водоканализационных и теплофикационных устройств, а также от наружной бровки кювета дорог не менее чем на 0,7 м (в свету).

Расстояние между проводами ВЛ высокого напряжения по горизонтали

| Климатический район по гололедности | Расстояние между проводами (см) при напряжении | | | |
|-------------------------------------|--|-----|-----|-------|
| | 3—10 кв | | | 35 кв |
| | при пролете, м | | | |
| | 50 | 75 | 100 | 150 |
| I и II | 80 | 80 | 90 | 250 |
| III и IV | 100 | 125 | 175 | 300 |

Примечание. При ослабленном тяжении расстояние между проводами увеличивается на 20%.

На улицах, площадях и в других местах с регулярным движением опоры необходимо устанавливать по возможности так, чтобы не было затруднено автогужевое движение, а также не были загорожены входы в здания и въезды в дома.

На поворотах, перекрестках и в других подобных местах опоры следует защищать отбойными столбами (тумбами) от повреждения их транспортом.

Опоры, установленные на заливаемых поймах рек и озер в целях защиты от ударов льда и подмыва оснований, должны быть либо снабжены ледорезами, либо укреплены на фундаментах специальной конструкции, либо обвалованы выше уровня высоких вод земель с отмосткой откосов.

Опоры надо устанавливать по отвесу и прочно укреплять в грунте. Утрамбовка при засыпке котлованов опор и фундаментов производится послойно через каждые 200—300 мм.

Деревянные опоры нужно изготовлять из сосны или лиственницы. Для опор линий напряжением 35 кв должны применяться бревна из леса не ниже 2-го сорта, напряжением менее 35 кв — из леса не ниже 3-го сорта.

Опоры линий напряжением 20 кв и выше изготовляют-

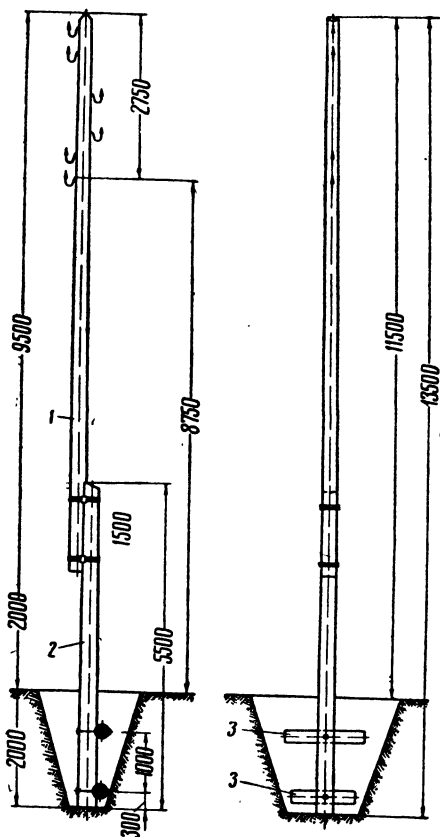


Рис. 8. Промежуточная опора ЛЭП-3;
6 и 10 кв:

1 — стойка, 2 — пасынок, 3 — ригель

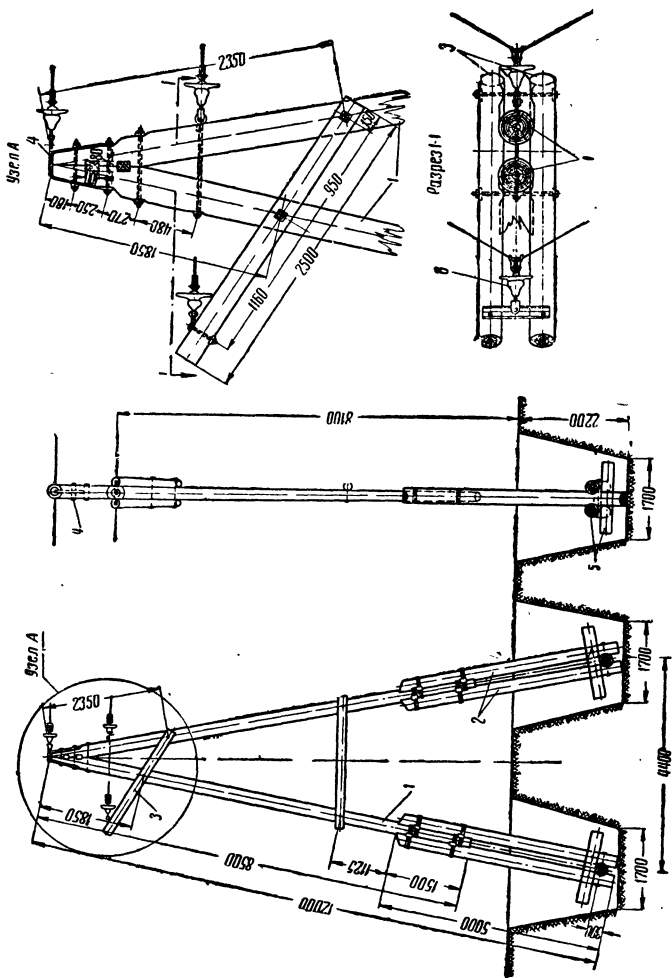


Рис. 10. Угловая опора ЛЭП-3; 6 и 10 кв:

1 — стойка, 2 — пассив, 3 — траверса, 4 — стяжной хомут, 5 — ригель, 6 — изолятор

Все детали опор при сборке необходимо подгонять плотно, без просветов. Глубина врубок не должна быть более 30% диаметра бревна. Зарубы, затесы и отколы допускаются на глубину не более 10% диаметра бревна.

Болты, соединяющие отдельные детали опор, должны плотно входить в отверстия и быть надежно затянуты. Под головки и гайки болтов следует подкладывать квадратные шайбы; древесина под шайбами должна быть тщательно подтесана. Специальные врубки в древесину под шайбу не допускаются.

Для бандажей надо применять мягкую стальную оцинкованную проволоку диаметром 4—6 мм.

Металлические опоры не должны иметь поврежденных сварных швов или погнутых элементов. Наибольшее отклонение стержней конструкции от прямой линии не должно превышать 1:1000 длины стержня. Местные волны в поясах и стержнях могут иметь стрелу не более 1:500 расстояния между узлами.

Металлические подножки опор после установки необходимо выверять по шаблону и уровню. Разность отметок подножек одной и той же опоры не должна превышать 10 мм.

При сдаче бетонных фундаментов под монтаж опор необходимо предъявлять акты испытания контрольных кубиков для каждого фундамента отдельно. Внешние габариты фундаментов, а также отметки отдельных фундаментов широкобазных опор не должны отличаться от проектных размеров более чем на 10 мм. Выступающие над поверхностью грунта части бетонных фундаментов должны быть зажелезнены.

В последнее время при строительстве воздушных линий в СССР начали применять сборные опоры из центрифугированного железобетона. Они изготавливаются в виде отдельных легко транспортируемых трубчатых секций длиной от 3 до 6 м, из которых опоры собираются на трассе линий. Такая конструкция в значительной степени облегчает работы как по доставке секций на трассу, так и по развозке их вдоль трассы.

Технология изготовления секций железобетонных опор заключается в центрифугировании элементов в неразборных формах, выполненных из сварных или цельнотянутых труб. Толщина стенок секций в среднем 4 см. Стойки арми-

руются равномерно распределенными по сечению продольными прутьями и поперечными хомутами или спиралями.

Для продления срока службы деревянных опор разработана и применяется на практике конструкция пустотелых железобетонных пасынков восьми- или девятигранного сечения снаружи и круглого внутри. Такие пасынки легко сопрягаются с деревянными столбами. Для металлических опор разработан метод установки их на железобетонных сваях — фундаментах. Применение таких железобетонных свай значительно ускоряет строительство линий всех типов и напряжений, индустриализирует строительный процесс, избавляет от земляных и бетонных работ на трассе.

Изоляторы и линейная арматура. Штыревые изоляторы должны быть прочно накручены на крюки или штыри при помощи пакли на сурике или укреплены при помощи специальных замазок. Оси штыревых изоляторов следует располагать вертикально.

При двойном подвесе (двойном креплении) проводов на штыревых изоляторах дополнительный изолятор для обводного провода должен быть установлен параллельно изолятору, на котором крепится основной провод. При осуществлении двойного крепления на подвесных изоляторах каждую из двух гирлянд нужно непосредственно крепить к траверсе.

Сборка гирлянд из подвесных изоляторов производится с помощью арматуры, изготовленной на специализированных заводах. Для предупреждения расцепления гирлянд детали сцепной арматуры шплинтуются, а в соответствующие гнезда каждого элемента гирлянды ставятся замки. Должна быть обеспечена шарнирность в сопряжениях арматуры и изоляторов.

Крепление крюков и штырей к опорам и стенам зданий производится жестко, а крепление натяжных элементов рекомендуется выполнять при помощи самозаклинивающихся деталей.

Расстояния от проводов ВЛ до поверхности земли и строений. Расстояния от проводов ВЛ при наибольшей стреле провеса до поверхности земли и полотна железных или шоссейных дорог не должны быть более величин, приведенных в табл. 109.

Пересечения и сближения ВЛ с сооружениями. При пересечении ВЛ с различными сооружениями опоры, ограничивающие пролет, могут быть как анкерного, так и промежуточного типа; в последнем случае опоры должны

**Расстояния от проводов ВЛ высокого напряжения
до поверхности земли и сооружений**

| Местность сооружения | Расстояние (м) при номинальном напряжении линии, кВ | |
|--|---|--------------|
| | от 1 до 20 | от 35 до 110 |
| Ненаселенная, часто посещаемая людьми и доступная для транспорта и сельскохозяйственных машин; расстояние до земли | 6 | 6 |
| Населенные места и территории промышленных предприятий; расстояние до земли | 7 | 7 |
| Пересечение железных дорог постоянного пользования; расстояния до головок рельсов | 7,5 | 7,5 |
| Пересечения автогужевых дорог; расстояние до полотна дороги | 7 | 7 |
| Выступающие части негоряемых зданий и сооружений (не менее) . . . | 2 | 4 |
| Выступающие части сгораемых зданий и сооружений | Сооружение линий не допускается | |

быть проверены на обрыв одного провода. Применение одностоечных деревянных опор для пересекающихся ВЛ высокого напряжения запрещается.

При штыревых изоляторах крепление проводов, проходящих над пересекаемыми сооружениями, должно быть двойным.

Расстояния по вертикали между проводами при пересечении ВЛ меньшего напряжения с линиями более высокого напряжения приведены в табл. 110. ВЛ более высокого напряжения располагаются над проводами ВЛ более низкого напряжения. Расстояния от проводов ВЛ высокого напряжения до проводов линии связи и сигнализации приведены в табл. 111.

Таблица 110

**Расстояния между проводами пересекающихся ВЛ
высокого напряжения**

| Длина пролета | Расстояние между проводами (м) при наименьшем расстоянии от места пересечения до ближайшей опоры ВЛ, м | | | |
|--|--|-----|-----|-----|
| | 30 | 50 | 70 | 100 |
| При пересечении ВЛ 20—35 кв между собой и с ВЛ более низкого напряжения — до 200 м | 3 | 3 | 3 | 4 |
| При пересечении ВЛ 10 кв между собой и с ВЛ более низкого напряжения: | | | | |
| до 100 м | 2 | 2 | — | — |
| 150 м | 2 | 2,5 | 2,5 | — |

Таблица 111

**Расстояние по вертикали от проводов ВЛ высокого
напряжения до проводов линий связи и сигнализации**

| Напряжение ВЛ, кв | Наименьшие расстояния, м | |
|--------------------|---|--|
| | при наличии на ВЛ грозозащитных устройств | при отсутствии на ВЛ грозозащитных устройств |
| До 10 включительно | 2 | 4 |
| 20 | 3 | 4 |
| 35 | 3 | 5 |

На ВЛ, не защищенных тросами и расположенных на деревянных опорах, ограничивающих пролет пересечения, должны устанавливаться трубчатые разрядники (или защитные промежутки).

При параллельном следовании ВЛ высокого напряжения классов I, II и III расстояние между их осями должно быть не менее высоты наиболее высокой опоры. На участ-

ках стесненной трассы эти расстояния могут быть уменьшены: до 2,5 м для ВЛ напряжением до 20 кВ и до 4 м для ВЛ напряжением до 35 кВ. При сближении ВЛ с линиями связи и сигнализации на участках стесненной трассы эти расстояния должны иметь следующие значения: 2 м для ВЛ напряжением до 20 кВ и 4 м для ВЛ напряжением 35 кВ.

Разрядники. Способ установки трубчатых разрядников на опорах должен исключать возможность: а) скопления в них влаги, для чего рекомендуется устанавливать разрядники под углом к горизонтали не менее 15° и с расположением открытого конца ниже закрытого; б) соприкосновения зоны выхлопа разрядника с фарфоровыми и металлическими деталями или деталями из органической изоляции, а также соприкосновения зон выхлопа разрядников разных фаз между собой.

Разрядник устанавливается таким образом, чтобы отчетливо был виден с земли указатель его действия.

Блокировка трубки разрядника не должна иметь повреждения. Рог крепится к разряднику, который должен надежно закрепляться на опоре и иметь хороший электрический контакт с заземлением. Размеры искрового промежутка строго выдерживаются согласно проекту.

Способ установки разрядников на опорах линий 35 кВ и выше должен обеспечивать возможность монтажа и демонтажа разрядников без отключения линии.

При защите разрядниками кабельных муфт корпус последних и свинцовая оболочка кабеля должны быть надежно присоединены к заземлению разрядника.

Окраска и маркировка. Металлические опоры окрашиваются два раза: после изготовления на заводе и после установки. Окраске не подлежат места контактов для заземления и части, заделываемые в бетон. Для окраски должны применяться устойчивые масляные лаки на натуральной олифе или полихлорвиниловые лаки. В местностях, где отсутствует интенсивное загрязнение атмосферы активными газами химических заводов, допускается применение асфальтито-битумного лака на специальном растворителе с добавкой при второй окраске алюминиевой пудры. Окраска должна быть выполнена ровным слоем, пузырьки и подтеки не допускаются.

Металлические подножки опор покрываются каменноугольным лаком или нефтяным асфальтовым битумом. Ни-

жня часть подножников на высоте 15—20 см от основания не окрашивается для лучшего заземления опоры.

На опорах линий электропередачи должны быть нанесены следующие постоянные знаки:

1) на всех опорах — порядковые номера и год установки опоры;

2) на всех анкерных, угловых и смежных опорах с транспозицией — расцветка фаз или их обозначение;

3) на участке трасс с двумя и более линиями и на двухцепной опоре — номер или условное обозначение каждой линии.

Предупредительные плакаты «Не трогать — смертельно» укрепляются на высоте 2,5—3 м от уровня земли. В тех случаях, когда расстояние между опорами не превышает 100 м и линия проходит по ненаселенной местности, предупредительные плакаты могут быть установлены через одну опору; во всех остальных случаях и на переходах плакаты должны быть установлены на каждой опоре; на переходах через дороги предупредительные плакаты должны быть обращены в сторону дороги, в остальных местах — сбоку опоры поочередно с правой и левой стороны.

Вспомогательные сооружения линий электропередачи (молниеотводы, линейные разъединители, переключательные пункты и пр.) должны иметь порядковые номера и обозначения года установки.

Глава IV. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Расчет электрических сетей производится: а) на нагревание, б) на потерю напряжения и в) на экономическую плотность тока.

1. Расчет электрических сетей на нагревание

Расчет электрических сетей на нагревание сводится к подбору проводников таких сечений, допустимые длительные токовые нагрузки которых (таблицы 112—130) равны расчетным токам данного участка сети или больше их. Выбранные таким образом проводники проверяются затем на потерю напряжения.

Ниже приводится несколько примеров расчета.

Пример 1. Рассчитать на нагревание трехфазную кабельную линию, проложенную в земле в одной траншее с тремя другими кабелями для питания цехового распределительного щита, если расчетная мощность $P=100$ квт, напряжение $U=380$ в, $\cos \varphi=0,8$.

Р а с ч е т. Расчетный ток

$$I_p = \frac{100 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} \approx 190 \text{ а.}$$

Поправочный коэффициент на число работающих кабелей, согласно табл. 127, при расстоянии между ними не менее 100 мм (число кабелей 4) составит 0,8.

Выбираем кабель с медными жилами марки СБГ сечением 3×70 мм². Допустимая нагрузка, согласно табл. 116, составляет $285 \cdot 0,8 = 228$ а.

Пример 2. К шинам напряжением 6 кв распределительного устройства необходимо при помощи кабелей, проложенных в каналах, присоединить генератор трехфазного тока мощностью 3750 ква и напряжением 6 кв. Требуется рассчитать заданный генераторный фидер на полную загрузку генератора.

Р а с ч е т. Расчетный ток.

$$I_p = \frac{3750 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 6000} \approx 360 \text{ а.}$$

Линию проектируем выполнить двумя кабелями СБС сечением 3×95 мм². Допустимая нагрузка, согласно табл. 118, составляет $2 \cdot 215 = 430$ а.

Допустимые длительные токовые нагрузки на провода, шнуры и кабели с резиновой или полихлорвиниловой изоляцией. В табл. 112—130 приведены расчетные данные допустимой длительной токовой нагрузки на провода, шнуры и кабели различных сечений.

Допустимые длительные токовые нагрузки на провода с резиновой или полихлорвиниловой изоляцией, шнуры с резиновой изоляцией и кабели в свинцовой или полихлорвиниловой оболочке с резиновой изоляцией, приведенные в

табл. 112—115, приняты из расчета нагрева жил до температуры 55° при окружающей температуре воздуха 25° и земли 15°.

Таблица 112

**Провода с резиновой или полихлорвиниловой изоляцией
и шнуры с резиновой изоляцией с медными жилами**

| Сечение токопроводящей жилы, мм ² | Токовые нагрузки (а) на провода, проложенные | | | | | |
|--|--|----------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | открыто | в одной трубе* | | | | |
| | | два одно- жильных | три одно- жильных | четыре одно- жильных | один двух- жильный | один трех- жильный |
| 0,5 | 10 | — | — | — | — | — |
| 0,75 | 13 | — | — | — | — | — |
| 1 | 15 | 14 | 13 | 12 | 13 | 12 |
| 1,5 | 20 | 17 | 15 | 14 | 16 | 13 |
| 2,5 | 27 | 24 | 22 | 22 | 22 | 19 |
| 4 | 36 | 34 | 31 | 27 | 28 | 24 |
| 6 | 46 | 41 | 37 | 35 | 35 | 30 |
| 10 | 70 | 60 | 55 | 45 | 50 | 45 |
| 16 | 90 | 75 | 70 | 65 | 70 | 60 |
| 25 | 125 | 100 | 90 | 80 | 90 | 75 |
| 35 | 150 | 120 | 110 | 100 | 110 | 90 |
| 50 | 190 | 165 | 150 | 135 | 140 | 120 |
| 70 | 240 | 200 | 185 | 165 | 175 | 155 |
| 95 | 290 | 245 | 225 | 200 | 215 | 190 |
| 120 | 340 | 280 | 255 | 230 | 260 | 220 |
| 150 | 390 | 320 | 290 | — | — | — |
| 185 | 450 | — | — | — | — | — |
| 240 | 535 | — | — | — | — | — |
| 300 | 615 | — | — | — | — | — |
| 400 | 735 | — | — | — | — | — |

* При определении числа проводов, проложенных в одной трубе, нулевой рабочий провод четырехпроводной системы трехфазного тока в расчет не принимается.

Таблица 113

**Провода с резиновой или полихлорвиниловой изоляцией
с алюминиевыми жилами**

| Сечение токопро- водящей жилы, мм ² | Токовые нагрузки (а) на провода, проложенные | | | |
|--|--|--------------------|--------------------|-----------------------|
| | открыто | в одной трубе* | | |
| | | два одножильных | три одножильных | четыре одножильных |
| 2,5 | 21 | 18 | 17 | 17 |
| 4 | 28 | 25 | 25 | 20 |
| 6 | 35 | 32 | 28 | 27 |
| 10 | 50 | 45 | 42 | 35 |
| 16 | 70 | 55 | 55 | 50 |
| 25 | 95 | 75 | 70 | 60 |
| 35 | 115 | 90 | 85 | 75 |
| 50 | 145 | 125 | 115 | 105 |
| 70 | 185 | 155 | 145 | 125 |
| 95 | 225 | 190 | 175 | 155 |
| 120 | 260 | 215 | 195 | 175 |
| 150 | 300 | 245 | 225 | — |
| 185 | 345 | — | — | — |
| 240 | 410 | — | — | — |
| 300 | 475 | — | — | — |
| 400 | 570 | — | — | — |

* При определении числа проводов, проложенных в одной трубе, нулевой рабочий провод четырехпроводной системы трехфазного тока в расчет не принимается.

Таблица 114

Трубчатые провода с резиновой изоляцией (типа ТПРФ) и кабели с медными жилами с резиновой изоляцией в свинцовой или полихлорвиниловой оболочке, бронированные и небронированные

| Сечение токопроводящей жилы, мм ² | Токовые нагрузки (а) на провода и кабели, проложенные | | | | |
|--|---|-------------|---------|-------------|---------|
| | в воздухе | в воздухе | в земле | в воздухе | в земле |
| | одножильные | двухжильные | | трехжильные | |
| 1,5 | 20 | 17 | 30 | 17 | 25 |
| 2,5 | 27 | 24 | 40 | 22 | 35 |
| 4 | 36 | 34 | 50 | 31 | 45 |
| 6 | 46 | 45 | 65 | 37 | 55 |
| 10 | 70 | 60 | 95 | 50 | 80 |
| 16 | 90 | 80 | 125 | 65 | 105 |
| 25 | 125 | 100 | 160 | 85 | 135 |
| 35 | 150 | 125 | 190 | 105 | 165 |
| 50 | 190 | 155 | 240 | 130 | 205 |
| 70 | 240 | 190 | 290 | 160 | 250 |
| 95 | 290 | 230 | 350 | 195 | 300 |
| 120 | 340 | 265 | 405 | 230 | 350 |
| 150 | 390 | 310 | 460 | 270 | 395 |
| 185 | 450 | 360 | 520 | 310 | 455 |
| 240 | 535 | — | — | — | — |

Таблица 115

Провода переносные шланговые легкие (марки ШРПЛ) и средние (марки ШРПС), кабели переносные прожекторные шланговые (марки ППШ), кабели переносные шланговые тяжелые (марки КРПТ) и кабели шахтные (марки ГРШС)

| Сечение токопроводящей жилы, мм ² | Токовые нагрузки* (а) на провода и кабели | | | | Сечение токопроводящей жилы, мм ² | Токовые нагрузки (а) на провода и кабели | | | |
|--|---|-------------|-------------|---------------|--|--|-------------|-------------|---------------|
| | одножильные | двухжильные | трехжильные | четырежильные | | одножильные | двухжильные | трехжильные | четырежильные |
| 0,5 | — | 11 | 11 | 11 | 10 | 75 | 70 | 55 | — |
| 0,75 | — | 13 | 13 | 13 | 16 | 100 | 85 | 70 | — |
| 1,0 | — | 14 | 14 | 14 | 25 | 135 | 110 | 95 | — |
| 1,5 | — | 19 | 19 | 19 | 35 | 160 | 135 | 115 | — |
| 2,5 | 34 | 30 | 25 | — | 50 | 200 | 165 | 145 | — |
| 4 | 43 | 38 | 34 | — | 70 | 245 | 215 | 180 | — |
| 6 | 55 | 50 | 43 | — | — | — | — | — | — |

* Токовые нагрузки относятся к кабелям как с заземляющей жилой, так и без нее.

Допустимые длительные токовые нагрузки на кабели с бумажной пропитанной изоляцией. Допустимые длительные токовые нагрузки на кабели напряжением до 35 кВ включительно с изоляцией из пропитанной кабельной бумаги в свинцовой, алюминиевой или слоистой полихлорвиниловой оболочке приняты в соответствии с допустимыми температурами нагрева жил кабелей по ГОСТ.

Для кабелей, прокладываемых в земле, допустимые длительные токовые нагрузки, приведенные в табл. 116 и 119, приняты из расчета прокладки в траншее на глубине 0,7—1 м не более одного кабеля при температуре земли 15° и удельном сопротивлении земли 120 тепловых ом.

Для кабелей, прокладываемых в воздухе, допустимые длительные токовые нагрузки, приведенные в табл. 118, 121 и 125, приняты для расстояний в свету между кабелями при прокладке их внутри и вне зданий, а также в тун-

Т а б л и ц а 116

Кабели, прокладываемые в земле, в свинцовой или алюминиевой оболочке с медными жилами и бумажной пропитанной изоляцией в свинцовой или алюминиевой оболочке

| Сечение токопроводящей жилы, мм ² | Токовые нагрузки* (а) на кабели | | | | | |
|--|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----|-----|-----------------------------------|
| | одножильные напряжения до 1 кв | двухжильные напряжения до 1 кв | трехжильные напряжения, кв | | | четырёхжильные напряжения до 1 кв |
| | | | до 3 | 6 | 10 | |
| | | | | | | |
| 80 | 80 | 80 | 65 | 60 | 80 | |
| 1,5 | 45 | 35 | 30 | — | — | — |
| 2,5 | 60 | 45 | 40 | — | — | — |
| 4 | 80 | 60 | 55 | — | — | 50 |
| 6 | 105 | 80 | 70 | — | — | 60 |
| 10 | 140 | 105 | 95 | 80 | — | 85 |
| 16 | 175 | 140 | 120 | 105 | 95 | 115 |
| 25 | 235 | 185 | 160 | 135 | 120 | 150 |
| 35 | 285 | 225 | 190 | 160 | 150 | 175 |
| 50 | 360 | 270 | 235 | 200 | 180 | 215 |
| 70 | 440 | 325 | 285 | 245 | 215 | 265 |
| 95 | 520 | 380 | 340 | 295 | 265 | 310 |
| 120 | 595 | 435 | 390 | 340 | 310 | 350 |
| 150 | 675 | 500 | 435 | 390 | 355 | 395 |
| 185 | 755 | — | 490 | 440 | 400 | 450 |
| 240 | 880 | — | 570 | 510 | 460 | — |
| 300 | 1000 | — | — | — | — | — |
| 400 | 1220 | — | — | — | — | — |

* Токовые нагрузки на одножильные кабели даны для работы при постоянном токе.

Таблица 117

**Кабели, прокладываемые в воде, с медными жилами
и бумажной пропитанной изоляцией в свинцовой оболочке**

| Сечение токопроводя- щей жилы, мм ² | Токовые нагрузки* (а) на кабели | | | |
|---|--|-----------------------------|-----|-----|
| | одножильные напряжением до 1 кв | трехжильные напряжением, кв | | |
| | | до 3 | 6 | 10 |
| | при максимальной допустимой температуре жил, град. | | | |
| | 80 | 80 | 65 | 60 |
| 10 | — | 120 | — | — |
| 16 | — | 155 | 135 | 120 |
| 25 | — | 210 | 170 | 150 |
| 35 | 370 | 250 | 205 | 180 |
| 50 | 460 | 305 | 255 | 220 |
| 70 | 570 | 375 | 310 | 275 |
| 95 | 675 | 440 | 375 | 340 |
| 120 | 775 | 505 | 430 | 395 |
| 150 | 880 | 565 | 500 | 450 |
| 185 | 990 | 615 | 545 | 510 |
| 240 | 1140 | 715 | 625 | 585 |
| 300 | 1300 | — | — | — |
| 400 | 1580 | — | — | — |

* Токовые нагрузки на одножильные кабели даны для работы при постоянном токе.

Таблица 118

**Кабели, прокладываемые в воздухе, с медными жилами
и бумажной пропитанной изоляцией в свинцовой
или алюминиевой оболочке**

| Сечение токопро- водящей жилы, мм ² | Токовые нагрузки* (а) на кабели | | | | | |
|--|--|---|---------------------------------|-----|-----|---|
| | одножил- ные напря- жением до 1 кв | двухжил- ные напря- жением до 1 кв | трехжилные напряже- нием, кв | | | четырёх- жилные напряже- нием до 1 кв |
| | | | до 3 | 6 | 10 | |
| | при максимальной допустимой температуре жил, град. | | | | | |
| 80 | 80 | 80 | 65 | 60 | 80 | |
| 1,5 | 30 | 25 | 18 | — | — | — |
| 2,5 | 40 | 30 | 28 | — | — | 25 |
| 4 | 55 | 40 | 37 | — | — | 35 |
| 6 | 75 | 55 | 45 | — | — | 45 |
| 10 | 95 | 75 | 60 | 55 | 50 | 60 |
| 16 | 120 | 95 | 80 | 65 | 60 | 80 |
| 25 | 160 | 130 | 105 | 90 | 85 | 100 |
| 35 | 200 | 150 | 125 | 110 | 105 | 120 |
| 50 | 245 | 185 | 155 | 145 | 135 | 145 |
| 70 | 305 | 225 | 200 | 175 | 165 | 185 |
| 95 | 360 | 275 | 245 | 215 | 200 | 215 |
| 120 | 415 | 320 | 285 | 250 | 240 | 260 |
| 150 | 470 | 375 | 330 | 290 | 270 | 300 |
| 185 | 525 | — | 375 | 325 | 305 | 340 |
| 240 | 610 | — | 430 | 375 | 350 | — |
| 300 | 720 | — | — | — | — | — |
| 400 | 880 | — | — | — | — | — |

* Токовые нагрузки на одножильные кабели даны для работы при постоянном токе.

Таблица 119

Кабели, прокладываемые в земле, с алюминиевыми жилами и бумажной пропитанной изоляцией в свинцовой или алюминиевой оболочке

| Сечение токопроводящей жилы, мм ² | Токовые нагрузки (а) на кабели | | | |
|--|--|-----|-----|------------------------------------|
| | трехжильные напряжением, кв | | | четырёхжильные напряжением до 1 кв |
| | до 3 | 6 | 10 | |
| | при максимальной допустимой температуре жил, град. | | | |
| | 80 | 65 | 60 | 80 |
| 2,5 | 31 | — | — | — |
| 4 | 42 | — | — | — |
| 6 | 55 | — | — | 46 |
| 10 | 75 | 60 | 55 | 65 |
| 16 | 90 | 80 | 75 | 90 |
| 25 | 125 | 105 | 90 | 115 |
| 35 | 145 | 125 | 115 | 135 |
| 50 | 180 | 155 | 140 | 165 |
| 70 | 220 | 190 | 165 | 200 |
| 95 | 260 | 225 | 205 | 240 |
| 120 | 300 | 260 | 240 | — |
| 150 | 335 | 300 | 275 | — |
| 185 | 380 | 340 | 310 | — |
| 240 | 440 | 390 | 355 | — |

нелях не менее 35 мм, а при прокладке в каналах — не менее 50 мм при любом числе проложенных кабелей; температура воздуха принята равной 25°.

Для кабелей, прокладываемых в воде, допустимые длительные токовые нагрузки, приведенные в табл. 117 и 120, приняты из расчета температуры воды 15°.

Для кабелей, прокладываемых как в воздухе, так и в земле, допустимые длительные нагрузки приведены в табл. 122, 123 и 126, а для кабелей, прокладываемых как в воздухе, так и в земле и в воде, — в табл. 124. В табл. 127 и 130 приведены значения поправочных коэффициентов на число кабелей, укладываемых рядом в земле, и на температуру земли и воздуха.

Таблица 120

Кабели, прокладываемые в воде, с алюминиевыми жилами и бумажной пропитанной изоляцией в свинцовой оболочке

| Сечение токопроводящей жилы, мм ² | Токовые нагрузки (а) на кабели | | |
|--|--|-----|-----|
| | трехжильные напряжением, кв | | |
| | до 3 | 6 | 10 |
| | при максимальной допустимой температуре жил, град. | | |
| | 80 | 65 | 60 |
| 10 | 90 | — | — |
| 16 | 120 | 105 | 90 |
| 25 | 160 | 130 | 115 |
| 35 | 190 | 160 | 140 |
| 50 | 235 | 195 | 170 |
| 70 | 290 | 240 | 210 |
| 95 | 340 | 290 | 260 |
| 120 | 390 | 330 | 305 |
| 150 | 435 | 385 | 345 |
| 185 | 475 | 420 | 390 |
| 240 | 550 | 480 | 450 |

Таблица 121

Кабели, прокладываемые в воздухе, с алюминиевыми жилами и бумажной пропитанной изоляцией в свинцовой или алюминиевой оболочке

| Сечение токопроводящей жилы, мм ² | Токовые нагрузки (а) на кабели | | | |
|--|--|----|----|------------------------------------|
| | трехжильные напряжением, кв | | | четырёхжильные напряжением до 1 кв |
| | до 3 | 6 | 10 | |
| | при максимальной допустимой температуре жил, град. | | | |
| | 80 | 65 | 60 | 80 |
| 2,5 | 22 | — | — | — |
| 4 | 29 | — | — | — |
| 6 | 35 | — | — | 35 |

Продолжение табл. 121

| Сечение токопроводящей жилы, мм ² | Токовые нагрузки (а) на кабели | | | |
|--|--|-----|-----|------------------------------------|
| | трехжильные напряжением, кв | | | четырёхжильные напряжением до 1 кв |
| | до 3 | 6 | 10 | |
| | при максимальной допустимой температуре жил, град. | | | |
| | 80 | 65 | 60 | 80 |
| 10 | 46 | 43 | 39 | 45 |
| 16 | 60 | 50 | 46 | 60 |
| 25 | 80 | 70 | 65 | 75 |
| 35 | 95 | 85 | 80 | 95 |
| 50 | 120 | 110 | 105 | 110 |
| 70 | 155 | 135 | 130 | 140 |
| 95 | 190 | 165 | 155 | 165 |
| 120 | 220 | 190 | 185 | — |
| 150 | 255 | 225 | 210 | — |
| 185 | 290 | 250 | 235 | — |
| 240 | 330 | 290 | 270 | — |

Таблица 122

Кабели, прокладываемые в земле и в воздухе, с отдельно оцинкованными медными жилами и обедненно-пропитанной изоляцией

| Сечение токопроводящей жилы, мм ² | Токовые нагрузки (а) на кабели трехжильные напряжением, кв | | | |
|--|--|-----------|---------|-----------|
| | 6 | | 10 | |
| | при максимальной допустимой температуре жил, град. | | | |
| | 65 | | 60 | |
| | укладка | | | |
| | в земле | в воздухе | в земле | в воздухе |
| 16 | 90 | 80 | — | — |
| 25 | 125 | 105 | 110 | 100 |
| 35 | 155 | 125 | 130 | 120 |
| 50 | 185 | 150 | 160 | 145 |
| 70 | 225 | 190 | 200 | 180 |
| 95 | 275 | 230 | 250 | 220 |
| 120 | 310 | 265 | — | — |

Таблица 123

Кабели, прокладываемые в земле и в воздухе, с медными жилами и обедненно-пропитанной изоляцией в общей свинцовой оболочке

| Сечение токопроводящей жилы, мм ² | Токовые нагрузки (<i>a</i>) на кабели трехжильные напряжением 6, кВ при максимальной допустимой температуре жил 65° и укладке | |
|--|---|-----------|
| | в земле | в воздухе |
| 16 | 90 | 65 |
| 25 | 120 | 90 |
| 35 | 145 | 110 |
| 50 | 180 | 140 |
| 70 | 220 | 170 |
| 95 | 265 | 210 |
| 120 | 310 | 245 |
| 150 | 355 | 290 |

Таблица 124

Кабели, прокладываемые в земле, воде и воздухе, с отдельно освинцованными медными жилами и бумажной пропитанной изоляцией

| Сечение токопроводящей жилы, мм ² | Токовые нагрузки (<i>a</i>) на кабели трехжильные напряжением, кВ | | | | | |
|--|---|--------|-----------|---------|--------|-----------|
| | 20 | | | 35 | | |
| | при максимальной допустимой температуре жил 50° и укладке | | | | | |
| | в земле | в воде | в воздухе | в земле | в воде | в воздухе |
| 25 | 110 | 120 | 85 | — | — | — |
| 35 | 135 | 145 | 100 | — | — | — |
| 50 | 165 | 180 | 120 | — | — | — |
| 70 | 200 | 225 | 150 | 195 | 210 | 145 |
| 95 | 240 | 275 | 180 | 235 | 255 | 180 |
| 120 | 275 | 315 | 205 | 270 | — | 205 |
| 150 | 315 | 350 | 230 | 310 | — | 230 |
| 185 | 355 | 390 | 265 | — | — | 265 |

Таблица 125

Кабели, прокладываемые в воздухе, с медной жилой и бумажной пропитанной изоляцией небронированные

| Сечение токопроводящей жилы, мм ² | Токовые нагрузки* (а) на кабели одножильные напряжением, кВ | | | | |
|--|---|-----|-----|-----|-----|
| | до 3 | 6 | 10 | 20 | 35 |
| | при максимальной допустимой температуре жил, град. | | | | |
| | 80 | 65 | 60 | 60 | 50 |
| 10 | 85 | 75 | — | — | — |
| 16 | 120 | 110 | — | — | — |
| 25 | 145 | 135 | 125 | 105 | — |
| 35 | 170 | 155 | 145 | 125 | — |
| 50 | 215 | 200 | 190 | 155 | — |
| 70 | 260 | 240 | 225 | 185 | 180 |
| 95 | 305 | 280 | 265 | 220 | 215 |
| 120 | 330 | 300 | 285 | 245 | 240 |
| 150 | 360 | 325 | 310 | 270 | 265 |
| 185 | 385 | 350 | 335 | 290 | 285 |
| 240 | 435 | 395 | 380 | 320 | 315 |
| 300 | 460 | 420 | 405 | 350 | 340 |

* Токовые нагрузки относятся к работе на переменном токе, при этом свинцовые оболочки соединены между собой и заземлены. на обоих концах: число рядом лежащих кабелей 3, расстояние между ними в свету не более 125 мм и не менее 35 мм.

Таблица 126

Кабели, прокладываемые в земле и в воздухе, с бумажной пропитанной изоляцией в слоистой полихлорвиниловой оболочке (марок ВМБ, ВМБГ, АВМБ, АВМБГ)

| Сечение токопроводящей жилы, мм ² | Токовые нагрузки (а) на кабели напряжением до 1 кв с жилами | | | | | | | |
|--|---|----------------|--------------|----------------|-------------|----------------|--------------|----------------|
| | медными | | алюминиевыми | | медными | | алюминиевыми | |
| | трех-жилные | четырёх-жилные | трех-жилные | четырёх-жилные | трех-жилные | четырёх-жилные | трех-жилные | четырёх-жилные |
| | при максимальной допустимой температуре жил 65° и укладке | | | | | | | |
| | в земле | | | | в воздухе | | | |
| 6 | 50 | 40 | 40 | 30 | 35 | 35 | 25 | 25 |
| 10 | 70 | 60 | 55 | 45 | 45 | 45 | 35 | 35 |
| 16 | 90 | 80 | 70 | 60 | 65 | 65 | 50 | 50 |
| 25 | 125 | 115 | 95 | 90 | 85 | 80 | 65 | 60 |
| 35 | 150 | 135 | 115 | 105 | 110 | 105 | 85 | 80 |
| 50 | 190 | 170 | 145 | 130 | 135 | 130 | 105 | 100 |
| 70 | 230 | 205 | 175 | 160 | 170 | 155 | 130 | 120 |

Таблица 127

Поправочные коэффициенты на число работающих кабелей, укладываемых рядом в земле без труб и в трубах

| Расстояние в свету, мм | Поправочные коэффициенты на число кабелей | | | | | |
|------------------------|---|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 100 | 1,00 | 0,90 | 0,85 | 0,80 | 0,78 | 0,75 |
| 200 | 1,00 | 0,92 | 0,87 | 0,84 | 0,82 | 0,81 |
| 300 | 1,00 | 0,93 | 0,90 | 0,87 | 0,86 | 0,85 |

Допустимые длительные токовые нагрузки на голые провода. Допустимые длительные токовые нагрузки на голые провода, приведенные в табл. 128 и 129, приняты из расчета допустимой температуры их нагрева 70° при температуре воздуха 25°.

Таблица 128

**Допустимые токовые нагрузки на голые медные,
алюминиевые и сталеалюминиевые провода**

| Медные | | | Алюминиевые | | | Сталеалюминиевые | |
|---------------|----------------------------|------------------|---------------|----------------------------|------------------|------------------|---|
| Марка провода | Токовая нагрузка, <i>a</i> | | Марка провода | Токовая нагрузка, <i>a</i> | | Марка провода | Токовая нагрузка (<i>a</i>) вне помещений |
| | вне помещений | внутри помещений | | вне помещений | внутри помещений | | |
| М-4 | 50 | 25 | А-10 | 75 | 55 | АС-16 | 105 |
| М-6 | 70 | 35 | А-16 | 105 | 80 | АС-25 | 135 |
| М-10 | 95 | 60 | А-25 | 135 | 110 | АС-35 | 170 |
| М-16 | 130 | 100 | А-35 | 170 | 135 | АС-50 | 220 |
| М-25 | 180 | 140 | А-50 | 215 | 170 | АС-70 | 275 |
| М-35 | 220 | 175 | А-70 | 265 | 215 | АС-95 | 335 |
| М-50 | 270 | 220 | А-95 | 325 | 260 | АС-120 | 380 |
| М-60 | 315 | 250 | А-120 | 375 | 310 | АС-150 | 445 |
| М-70 | 340 | 280 | А-150 | 440 | 370 | АС-185 | 515 |
| М-95 | 415 | 340 | А-165 | 500 | 425 | АС-240 | 610 |
| М-120 | 485 | 405 | А-240 | 610 | | АС-300 | 700 |
| М-150 | 570 | 480 | А-300 | 680 | | АС-400 | 800 |
| М-185 | 645 | 550 | А-400 | 830 | | | |
| М-240 | 770 | 650 | | | | | |
| М-300 | 890 | — | | | | | |
| М-400 | 1085 | — | | | | | |

Таблица 129

Допустимые токовые нагрузки на голые стальные провода

| Марка провода | Токовая нагрузка, <i>a</i> | Марка провода | Токовая нагрузка, <i>a</i> |
|---------------|----------------------------|---------------|----------------------------|
| ПСО-3 | 23 | ПС-25 | 60 |
| ПСО-3,5 | 26 | ПС-35 | 75 |
| ПСО-4 | 30 | ПС-50 | 90 |
| ПСО-5 | 35 | ПС-70 | 125 |
| | | ПС-95 | 140 |

Таблица 130

Поправочные коэффициенты на температуру земли и воздуха для токовых нагрузок на кабели, голые и изолированные провода и шины

| Расчетная температура среды, град. | Нормированная температура жил, град. | Поправочные коэффициенты при фактической температуре среды, град. | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | -5 | 0 | +5 | +10 | +15 | +20 | +25 | +30 | +35 | +40 | +45 | +50 |
| 15 | 80 | 1,14 | 1,11 | 1,08 | 1,04 | 1,00 | 0,96 | 0,92 | 0,88 | 0,83 | 0,78 | 0,73 | 0,68 |
| 25 | 80 | 1,24 | 1,20 | 1,17 | 1,13 | 1,09 | 1,04 | 1,00 | 0,95 | 0,90 | 0,85 | 0,80 | 0,74 |
| 25 | 70 | 1,29 | 1,24 | 1,20 | 1,15 | 1,11 | 1,05 | 1,00 | 0,94 | 0,88 | 0,81 | 0,74 | 0,67 |
| 15 | 65 | 1,18 | 1,14 | 1,10 | 1,05 | 1,00 | 0,95 | 0,89 | 0,84 | 0,77 | 0,71 | 0,63 | 0,55 |
| 25 | 65 | 1,32 | 1,27 | 1,22 | 1,17 | 1,12 | 1,06 | 1,00 | 0,94 | 0,87 | 0,79 | 0,71 | 0,61 |
| 15 | 60 | 1,20 | 1,15 | 1,12 | 1,06 | 1,00 | 0,94 | 0,88 | 0,82 | 0,75 | 0,67 | 0,57 | 0,47 |
| 25 | 60 | 1,36 | 1,31 | 1,25 | 1,20 | 1,13 | 1,07 | 1,00 | 0,93 | 0,85 | 0,76 | 0,66 | 0,54 |
| 15 | 55 | 1,22 | 1,17 | 1,12 | 1,07 | 1,00 | 0,93 | 0,86 | 0,79 | 0,71 | 0,61 | 0,50 | 0,36 |
| 25 | 55 | 1,41 | 1,35 | 1,29 | 1,23 | 1,15 | 1,08 | 1,00 | 0,91 | 0,82 | 0,71 | 0,58 | 0,41 |
| 15 | 50 | 1,25 | 1,20 | 1,14 | 1,07 | 1,00 | 0,93 | 0,84 | 0,76 | 0,66 | 0,54 | 0,37 | — |
| 25 | 50 | 1,48 | 1,41 | 1,34 | 1,26 | 1,18 | 1,09 | 1,00 | 0,89 | 0,78 | 0,63 | 0,45 | — |

2. Расчет электрических сетей на потерю напряжения

Согласно ПУЭ-1-2-57 отклонение напряжения на зажимах токоприемников от номинала не должно быть больше 2,5—5% (см. раздел 1-2-42). В связи с этим каждый участок электрической сети должен быть проверен на потерю напряжения, причем в случае больших расстояний от энергоприемника до источника этот расчет является определяющим.

Для линий постоянного или однофазного переменного тока потеря напряжения ΔU может быть определена по следующей упрощенной формуле:

$$\Delta U = \frac{2Pl}{U\gamma S}, \text{ в} \quad (1)$$

или

$$\Delta U = \frac{200 Pl}{U^2\gamma S}, \text{ \%} \quad (2)$$

где P — расчетная мощность, вт;

l — длина расчетного участка линии, м;

U — напряжение, в;

γ — удельная электрическая проводимость провода, $\frac{\text{м}}{\text{ом} \cdot \text{мм}}$;

S — сечение провода, мм².

По формулам (1) и (2) можно с достаточной точностью рассчитать однофазные кабельные и воздушные линии низкого напряжения, если они выполнены медным или алюминиевым проводом (но не стальным). Для линий постоянного тока эти формулы применимы во всех случаях.

Линии трехфазного тока низкого напряжения и относительно небольшой протяженности можно рассчитать по следующей упрощенной формуле (без учета реактивности проводов):

$$\Delta U = \frac{Pl}{U\gamma S}, \text{ в} \quad (3)$$

или

$$\Delta U = \frac{100Pl}{U^2\gamma S}, \text{ \%} \quad (4)$$

Для трехфазных линий высокого напряжения, а также низковольтных линий, выполненных стальным проводом, приходится пользоваться более сложными формулами (с учетом реактивности проводов):

$$\Delta U = \sqrt{3} I l_0 (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi) = \frac{S l_0}{U} (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi), \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \Delta U^0 /_0 &= \frac{\sqrt{3} I l_0}{U} (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi) = \\ &= \frac{100 S l_0}{U^2} (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi), \quad (6) \end{aligned}$$

где S — расчетная кажущаяся мощность, передаваемая по линии, *квa*;

$l_0 = 1000l$ — длина участка линии, *км*;

r_0 — активное сопротивление 1 *км* линии, $\frac{\text{ом}}{\text{км}}$;

x_0 — реактивное сопротивление 1 *км* линии, $\frac{\text{ом}}{\text{км}}$;

φ — угол сдвига фаз между током и напряжением в энергоприемнике;

U — линейное напряжение, *в*.

Кроме того, при расчете стальных проводов необходимо учитывать, что активное и реактивное сопротивления не являются величинами постоянными, а зависят от величины протекающего по ним тока.

Значения r_0 и x_0 для стальных однопроволочных и многопроволочных проводов приведены в табл. 131.

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НА ПОТЕРЮ НАПРЯЖЕНИЯ

Пример 1. Определить сечение трехфазной медной воздушной линии ($\gamma = 57 \frac{\text{м}}{\text{ом} \cdot \text{мм}^2}$) для передачи мощности

$P = 50$ *квт*, присоединенной в конце линии, если линейное напряжение составляет 380 *в*, длина линии — 200 *м*, допустимая потеря напряжения — 5% от $U_{\text{ном}}$ (19 *в*), а $\cos \varphi = 0,8$.

Продолжение табл. 131

Сопротивления (ом/км) для проводов марок

| Величина тока, а | однопроволочный, диаметр, мм | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
| | 4 | | | 5 | | | 6 | | | ПМС-25; ПС-25 | | | ПМС-35; ПС-35 | | ПМС-50; ПС-50 | | ПМС-70; ПС-70 | |
| | r_0 | x_0 | r_0 | x_0 | r_0 | x_0 | r_0 | x_0 | r_0 | x_0 | r_0 | x_0 | r_0 | x_0 | r_0 | x_0 | r_0 | x_0 |
| 25,0 | — | — | — | — | — | — | 10,7 | 9,2 | 6,97 | 1,91 | 4,89 | 1,32 | 2,95 | 0,49 | 1,74 | 0,27 | — | — |
| 30,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | 7,10 | 2,01 | 5,21 | 1,56 | 3,10 | 0,59 | 1,77 | 0,30 | — | — |
| 35,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | 7,10 | 2,06 | 5,36 | 1,64 | 3,25 | 0,69 | 1,79 | 0,33 | — | — |
| 40,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | 7,02 | 2,09 | 5,35 | 1,69 | 3,40 | 0,80 | 1,83 | 0,37 | — | — |
| 45,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | 6,92 | 2,08 | 5,30 | 1,71 | 3,52 | 0,91 | 1,88 | 0,41 | — | — |
| 50,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | 6,85 | 2,07 | 5,25 | 1,72 | 3,61 | 1,00 | 1,93 | 0,45 | — | — |
| 60,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | 6,70 | 2,00 | 5,13 | 1,70 | 3,69 | 1,10 | 2,07 | 0,55 | — | — |
| 70,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | 6,60 | 1,90 | 5,00 | 1,64 | 3,73 | 1,14 | 2,21 | 0,65 | — | — |
| 80,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | 6,50 | 1,79 | 4,89 | 1,57 | 3,70 | 1,15 | 2,29 | 0,70 | — | — |
| 90,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | 6,40 | 1,73 | 4,78 | 1,50 | 3,68 | 1,14 | 2,29 | 0,72 | — | — |
| 100,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | 6,32 | 1,67 | 4,71 | 1,43 | 3,65 | 1,13 | 2,33 | 0,73 | — | — |
| 125,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 4,60 | 1,29 | 3,58 | 1,04 | 2,33 | 0,73 | — | — |
| 150,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 4,47 | 1,27 | 3,50 | 0,95 | 2,38 | 0,73 | — | — |
| 175,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3,45 | 0,94 | 2,23 | 0,71 | — | — |
| 200,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,19 | 0,69 | — | — |

Активное (r_0) и реактивное (x_0) сопротивления

| Среднее геометрическое расстояние между проводами, м.м. | Сопротивление (ом/км) | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | М-4 | | М-6 | | М-10 | | М-16 | | М-25 | | М-35 | |
| | r_0 | x_0 | r_0 | x_0 | r_0 | x_0 | r_0 | x_0 | r_0 | x_0 | r_0 | x_0 |
| 400 | 4,65 | 0,385 | 3,06 | 0,371 | 1,84 | 0,355 | 1,20 | 0,333 | 0,74 | 0,319 | 0,54 | 0,308 |
| 600 | 4,65 | 0,411 | 3,06 | 0,397 | 1,84 | 0,381 | 1,20 | 0,358 | 0,74 | 0,345 | 0,54 | 0,336 |
| 800 | 4,65 | 0,429 | 3,06 | 0,415 | 1,84 | 0,399 | 1,20 | 0,377 | 0,74 | 0,363 | 0,54 | 0,352 |
| 1000 | 4,65 | — | 3,06 | 0,424 | 1,84 | 0,413 | 1,20 | 0,391 | 0,74 | 0,377 | 0,54 | 0,366 |
| 1250 | 4,65 | — | 3,06 | 0,443 | 1,84 | 0,427 | 1,20 | 0,405 | 0,74 | 0,391 | 0,54 | 0,380 |
| 1500 | 4,65 | — | 3,06 | — | 1,84 | 0,438 | 1,20 | 0,416 | 0,74 | 0,402 | 0,54 | 0,391 |

Т а б л и ц а 132

воздушных линий с медными проводами

для проводов марок

| М-50 | | М-70 | | М-95 | | М-120 | | М-150 | | М-185 | | М-240 | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| r_0 | x_0 | r_0 | x_0 | r_0 | x_0 | r_0 | x_0 | r_0 | x_0 | r_0 | x_0 | r_0 | x_0 |
| 0,39 | 0,297 | 0,28 | 0,283 | 0,20 | 0,274 | 0,158 | — | 0,123 | — | 0,103 | — | 0,078 | — |
| 0,39 | 0,325 | 0,28 | 0,309 | 0,20 | 0,300 | 0,158 | 0,292 | 0,123 | 0,287 | 0,103 | 0,280 | 0,078 | — |
| 0,39 | 0,341 | 0,28 | 0,327 | 0,20 | 0,318 | 0,158 | 0,310 | 0,123 | 0,305 | 0,103 | 0,298 | 0,078 | — |
| 0,39 | 0,355 | 0,28 | 0,341 | 0,20 | 0,332 | 0,158 | 0,324 | 0,123 | 0,319 | 0,103 | 0,313 | 0,078 | 0,305 |
| 0,39 | 0,369 | 0,28 | 0,355 | 0,20 | 0,346 | 0,158 | 0,338 | 0,123 | 0,333 | 0,103 | 0,327 | 0,078 | 0,319 |
| 0,39 | 0,380 | 0,28 | 0,366 | 0,20 | 0,357 | 0,158 | 0,349 | 0,123 | 0,344 | 0,103 | 0,338 | 0,078 | 0,330 |

Расчет. Пользуясь упрощенной формулой (3), получим:

$$S = \frac{PI}{U\gamma\Delta U} = \frac{50\,000 \cdot 200}{380 \cdot 57 \cdot 19} = 24,3 \text{ мм}^2.$$

Выбираем провод марки М-25.

$$\text{Проверка на нагревание: } I_p = \frac{50 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} = 95 \text{ а.}$$

Допустимая нагрузка 180 а (табл. 128).

Пример 2. Какую мощность можно передать по кабельной линии с медными жилами сечением $3 \times 70 \text{ мм}^2$, длиной 500 м, если линейное напряжение равно 500 в, а допустимая потеря напряжения $\Delta U = 25 \text{ в}$, $\cos \varphi = 0,8$.

Расчет:

$$P = \frac{U\gamma\Delta US}{l} = \frac{500 \cdot 57 \cdot 25 \cdot 70}{500} = 100\,000 \text{ вт} = 100 \text{ кВт.}$$

$$\text{Проверка на нагревание: } I_p = \frac{100 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 500 \cdot 0,8} = 145 \text{ а.}$$

По условиям нагрева по этому кабелю (одиночный кабель в земле) можно пропустить ток (табл. 116), равный 285 а, т. е. передать мощность $P = \sqrt{3} UI \cos \varphi = 1,73 \cdot 500 \cdot 285 \cdot 0,8 = 197 \text{ кВт}$.

Пример 3. Рассчитать воздушную трехфазную линию 6 кВ для передачи по стальным проводам мощности $S = 93 \text{ ква}$ при $\cos \varphi = 0,8$, длине линии 5 км. Допустимая потеря напряжения $\Delta U = 300 \text{ в}$.

Расчет.

$$\text{Расчетный ток: } I_p = \frac{93 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 6000} = 9,0 \text{ а.}$$

Задаемся стальным многопроволочным проводом ПС-25. По табл. 131 находим $r_0 = 5,45 \text{ ом/км}$, $x_0 = 0,84 \text{ ом/км}$.

$$\Delta U = \frac{Sl_0}{U} (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi) = \frac{93 \cdot 1000 \cdot 5}{6000} (5,45 \cdot 0,8 + 0,84 \cdot 0,6) = 380 \text{ в.}$$

Это недопустимо по условию. Задаемся другим проводом с большим сечением — ПС-35. Тогда $\Delta U = \frac{93 \cdot 1000 \cdot 5}{6000} (3,77 \cdot 0,8 + 0,51 \cdot 0,6) = 257 \text{ в}$. Это сечение соответствует усло-

вию потери напряжения. Проверка на нагрев. Согласно табл. 129, допустимая нагрузка на провод ПС-35 составляет 75 а. Следовательно, по нагреву провод выбран с некоторым запасом.

3. Расчет электрических сетей на экономическую плотность тока

Сети промышленных предприятий с напряжением выше 1000 в при использовании максимума нагрузки более 4000—5000 час., проверяются по экономической плотности тока в соответствии с данными табл. 133.

Т а б л и ц а 133

Предельная экономическая плотность тока

| Наименование проводов | Предельная экономическая плотность тока ($a/мм^2$) при продолжительности использования максимума нагрузки, час. | | |
|---|---|-----------------|-----------------|
| | от 1000 до 3000 | от 3000 до 5000 | от 5000 до 8700 |
| Голые провода и шины: | | | |
| медные | 2,5 | 2,1 | 1,8 |
| алюминиевые | 1,3 | 1,1 | 1,0 |
| Кабели с бумажной и провода с резиновой изоляцией с жилами: | | | |
| медными | 3,0 | 2,5 | 2,0 |
| алюминиевыми | 1,6 | 1,4 | 1,2 |
| Кабели с резиновой изоляцией и медными жилами | 3,5 | 3,1 | 2,7 |

Для изолированных проводов сечением 16 мм² и менее экономическая плотность тока должна быть повышена на 40%.

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА

Электрическими аппаратами называются устройства, предназначенные для включения и выключения напряжения и мощности, регулирования различных параметров установки и защиты отдельных элементов при нарушении нормальных условий эксплуатации.

Всю аппаратуру можно разбить на две основные группы:

коммутационную аппаратуру ручного и дистанционного управления;

защитную аппаратуру непосредственного и косвенного действия.

Коммутационную аппаратуру и часть защитной непосредственного действия целесообразно разбить на две сильно отличающиеся по характеру аппаратов группы:

- а) аппаратуру низкого напряжения;
- б) аппаратуру высокого напряжения.

В связи с этим в настоящем справочнике принят следующий порядок расположения материала:

а) аппаратура низкого напряжения (коммутационная и защитная непосредственного действия);

б) аппаратура высокого напряжения (коммутационная и защитная непосредственного действия до 35 кв включительно);

- в) реле защиты.

Глава I. АППАРАТУРА НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

1. Рубильники и переключатели

Рубильники и переключатели единой серии предназначены для нечастого замыкания и размыкания электрических цепей постоянного и переменного тока частотой 50 гц, номинальное напряжение которых не превышает 500 в.

Рубильники и переключатели изготавливаются на ток от 100 до 600 а и подразделяются;

1. По роду привода:
 - а) с центральной рукояткой;
 - б) с боковой рукояткой;
 - в) с боковым рычажным приводом;
 - г) с центральным рычажным приводом.
 2. По числу полюсов:
 - а) двухполюсные;
 - б) трехполюсные.
 3. По расположению зажимов для присоединения проводов:
 - а) с задним присоединением;
 - б) с передним присоединением.
- Основные технические данные рубильников и переключателей единой серии приведены в табл. 134.

Таблица 134

Технические характеристики рубильников и переключателей единой серии

| Наименование аппарата | Тип аппарата | Номинальный ток, а | Число полюсов | Род привода | Вид присоединения |
|-----------------------------|--------------|--------------------|---------------|----------------------|-------------------|
| Рубильник-разъединитель | Р21, Р31 | 100 | 2 и 3 | Центральная рукоятка | Переднее и заднее |
| | Р22, Р32 | 250 | | | |
| Переключатель-разъединитель | Р24, Р34 | 400 | 2 и 3 | Боковая рукоятка | Переднее |
| | Р26, Р36 | 600 | | | |
| | П21, П31 | 100 | | | |
| | П22, П32 | 250 | | | |
| Рубильник | П24, П34 | 400 | 2 и 3 | Боковая рукоятка | Переднее |
| | П26, П36 | 600 | | | |
| | РБ21, РБ31 | 100 | | | |
| | РБ22, РБ32 | 250 | | | |
| Переключатель | РБ24, РБ34 | 400 | 2 и 3 | Боковая рукоятка | Переднее |
| | РБ26, РБ36 | 600 | | | |
| | ПБ21, ПБ31 | 100 | | | |
| | ПБ22, ПБ32 | 250 | | | |
| Переключатель | ПБ24, ПБ34 | 400 | 2 и 3 | Боковая рукоятка | Переднее |
| | ПБ26, ПБ36 | 600 | | | |

Продолжение табл. 134

| Наименование аппарата | Тип аппарата | Номинальный ток, а | Число полюсов | Род привода | Вид присоединения |
|-----------------------|--|--------------------------|---------------|-----------------------------|-------------------|
| Рубильник | РПБ21, РПБ31 РПБ22, РПБ32 РПБ24, РПБ34 РПБ26, РПБ36 | 100 250 400 600 | 2 и 3 | Боковой рычажный привод | Переднее |
| Переключатель | ППБ21, ППБ31 ППБ22, ППБ32 ППБ24, ППБ34 ППБ26, ППБ36 | 100 250 400 600 | 2 и 3 | | |
| Рубильник | РПЦ21 РПЦ22 РПЦ24 РПЦ26 | 100 250 400 600 | 2 и 3 | Центральный рычажный привод | Переднее |
| Переключатель | ППЦ21 ППЦ22 ППЦ24 ППЦ26 | 100 250 400 600 | 2 и 3 | | |

Примечание. Буквенное обозначение аппарата расшифровывается следующим образом: Р — рубильник, П — переключатель, РБ — рубильник с боковой рукояткой, ПБ — переключатель с боковой рукояткой, РПБ — рубильник с боковым приводом, ППБ — переключатель с боковым приводом, РПЦ — рубильник с центральным рычажным приводом, ППЦ — переключатель с центральным приводом. Первая цифра после букв означает количество полюсов, вторая — величину номинального тока аппарата.

Кроме описанных выше рубильников и переключателей единой серии, в настоящее время выпускаются рубильники на 600 и 1000 а с центральной рукояткой серии РО и с центральной рычажным приводом серии РП. Рубильники серии РО выполняются одно-, двух- и трехполюсные, а серии РП — двух- и трехполюсные. Рубильники серии РП, кроме того, выполняются с разрывными искрогасительными контактами.

Основные технические данные рубильников серии РО и РП приведены в табл. 135.

Т а б л и ц а 135

Технические характеристики рубильников серии РО и РП

| Наименование аппарата | Тип аппарата | Номинальный ток, а | Число полюсов | Род привода | Вид присоединения |
|-----------------------|-----------------------|--------------------|---------------|-----------------------------|-------------------|
| Рубильник | РО-3-600 | 600 | 1; 2 и 3 | Центральная рукоятка | Переднее и заднее |
| Рубильник | РП-5-600 РП-5-1000 | 600 1000 | 2 и 3 | Центральный рычажный привод | Переднее и заднее |

Примечание. Буквенное обозначение аппарата расшифровывается следующим образом: РО — рубильник с центральной рукояткой, РП — рубильник с центральным рычажным приводом, первая цифра означает габарит, вторая — величину номинального тока.

2. Пакетные выключатели и переключатели

Пакетные выключатели серии ПВ и переключатели серии ПП применяются в качестве коммутационных аппаратов ручного управления в промышленных и бытовых электроустановках постоянного тока напряжением до 220 в и переменного тока до 380 в.

Пакетные выключатели и переключатели выпускаются открытого исполнения и рассчитаны для установки на ши-

тах, в нишах станков и других закрытых устройствах в сухих помещениях, не содержащих проводящей пыли и не опасных в отношении пожара и взрыва. Они также выпускаются защищенного и герметического исполнения.

По числу полюсов пакетные выключатели подразделяются на одно-, двух- и трехполюсные.

Основные электрические характеристики пакетных выключателей приведены в табл. 136.

Таблица 136

Технические характеристики пакетных выключателей и переключателей открытого исполнения общего назначения (по ГОСТ 8523—57)

| Наименование | Тип | Величина | Номинальный ток, <i>a</i> | |
|-------------------------------|---------|----------|---|----------------------------------|
| | | | при 220 в постоянного и переменного тока | при 380 в переменного тока |
| Выключатель одно- полюсный | ПВ1-10 | I | 6 | 4 |
| Выключатели двух- полюсные | ПВ2-10 | I | 10 | 6 |
| | ПВ2-25 | III | 25 | 15 |
| | ПВ2-60 | V | 60 | 40 |
| | ПВ2-100 | VI | 100 | 60 |
| | ПВ2-250 | VIII | 250 | 150 |
| | ПВ2-400 | IX | 400 | 250 |
| Выключатели трех- полюсные | ПВ3-10 | I | 10 | 6 |
| | ПВ3-25 | III | 25 | 15 |
| | ПВ3-60 | V | 60 | 40 |
| | ПВ3-100 | VI | 100 | 60 |
| | ПВ3-250 | VIII | 250 | 150 |
| | ПВ3-400 | IX | 400 | 250 |

Продолжение табл. 136

| Наименование | Тип | Величина | Номинальный ток, а | |
|--|------------|----------|--|------------------------------------|
| | | | при 220 в постоянно- го и пере- менного тока | при 380 в перемен- ного тока |
| Переключатели двухполюсные на два направления с одним нулевым положением | ПП2-10/Н2 | I | 10 | 6 |
| | ПП2-25/Н2 | III | 25 | 15 |
| | ПП2-60/Н2 | V | 60 | 40 |
| | ПП2-100/Н2 | VI | 100 | 50 |
| Переключатели двухполюсные на два направления с двумя нулевыми положения- ми | ПП2-250/Н2 | VIII | 250 | 150 |
| | ПП2-400/Н2 | IX | 400 | 250 |
| Переключатели трехполюсные на два направления с одним нулевым положением | ПП3-10/Н2 | I | 10 | 6 |
| | ПП3-25/Н2 | III | 25 | 15 |
| | ПП3-60/Н2 | V | 60 | 40 |
| | ПП3-100/Н2 | VI | 100 | 60 |
| Переключатели трехполюсные на два направления с двумя нулевыми положения- ми | ПП3-250 Н2 | VIII | 250 | 150 |
| | ПП3-400/Н2 | IX | 400 | 250 |

Продолжение табл. 136

| Наименование | Тип | Величина | Номинальный ток, <i>a</i> | |
|---|-----------|----------|--|------------------------------------|
| | | | при 220 в постоянно- го и пере- менного тока | при 380 в перемен- ного тока |
| Переключатели двухполюсные на три направления с одним нулевым положением | ПП2-10/Н3 | I | 10 | 6 |
| | ПП2-25/Н3 | III | 25 | 15 |
| | ПП2-60/Н3 | V | 60 | 40 |
| Переключатели трехполюсные на три направления с одним нулевым положением | ПП3-10/Н3 | I | 10 | 6 |
| | ПП3-25/Н3 | III | 25 | 15 |
| | ПП3-60/Н3 | V | 60 | 40 |

Примечание. Обозначение типа пакетного выключателя или переключателя открытого исполнения расширявается следующим образом: первая буква П — пакетный; вторая В или П — выключатель или переключатель; первая цифра после букв — число полюсов; число после тире — номинальный ток отключения при 220 в; буква Н после дробы — направление, цифра после буквы Н — число направлений.

3. Универсальные переключатели

Универсальные переключатели серии УП5300, которая в настоящее время заменила ранее выпускаемую серию УП5100, являются малогабаритными открытыми коммутационными аппаратами ручного управления. Они устанавливаются на распределительных щитах, пультах управления и т. д. и предназначены для работы в цепи постоянного тока до 440 в и в цепи переменного тока частотой 50 гц до 500 в. Эти переключатели применяются в качестве командоаппаратов для переключения цепей управления, контактов и автоматов, в качестве переключателей полюсов

многоскоростных асинхронных электродвигателей малой мощности, а также в качестве вольтметровых переключателей.

По числу секций они имеют 7 исполнений:

| Число секций | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Тип | УП5311 | УП5312 | УП5313 | УП5314 | УП5315 | УП5316 | УП5317 |

Каждый тип универсального переключателя имеет свою диаграмму замыканий под определенным номером.

Контакты допускают длительную нагрузку постоянным и переменным током до 20 а, а кратковременную трехсекундную — до 250 а.

Предельная разрывная способность контактов переключателей дана в табл. 137.

Т а б л и ц а 137

Предельная разрывная способность контактов переключателей серии УП5300 при частоте переключений не более двух в час

| Напряжение, в | Переменный ток, а | | | | Постоянный ток, а | | | |
|---------------|-------------------|-------------|--------------------------|-------------|-------------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | Активная нагрузка | | Катушки контактов и реле | | Активная нагрузка | | Катушки контактов и реле | |
| | один разрыв | два разрыва | один разрыв | два разрыва | один разрыв | два разрыва | один разрыв | два разрыва |
| 110 | — | — | — | — | 3 | 20 | 0,4 | 2,5 |
| 220 | 40 | 120 | 20 | 50 | 0,8 | 3 | 0,3 | 1,25 |
| 380 | 30 | 60 | 2,5 | 15 | — | — | — | — |
| 440 | — | — | — | — | 0,3 | 1 | 0,1 | 0,5 |
| 500 | 20 | 50 | 1 | 10 | — | — | — | — |

Примечание. При частоте переключений до 10 в час разрываемый ток должен быть не выше 80%.

4. Контакторы

Контактор предназначается для дистанционного управления электрическими цепями, при этом возможны отключения и включения относительно больших токов в цепях с напряжением до 500 в частотой 50 гц переменного тока (контакторы типов КТ и КТЭ) и до 600 в постоянного тока (контакторы типа КП).

Контакторы выполняются как с нормально открытыми, так и с нормально закрытыми главными (силовыми) контактами и блок-контактами.

Контактор состоит из следующих основных элементов: контактов, магнитной системы и втягивающей катушки. Большинство контакторов снабжается дугогасительным устройством (оно обязательно для контакторов постоянного тока).

Допустимые токи блок-контактов следующие: постоянный и переменный длительный — 20 а, постоянный, разрываемый в индуктивной цепи — 2,5 а (при напряжении до 110 в) и 1 а (при напряжении 220 в), переменный разрываемый — 20 а. включаемый — 100 а.

Контакторы типа КТ изготовляют как с передним, так и с задним присоединением, а контакторы типа КТЭ только с задним присоединением.

Напряжение втягивающих катушек:

а) для контакторов переменного тока:

110, 127, 220 и 380 в;

б) для контакторов постоянного тока:

110 и 220 в.

Контакторы переменного тока могут быть выполнены с втягивающими катушками, пригодными для работы от сети постоянного тока. В этом случае устанавливается специальная катушка с последовательно включенным сопротивлением, которое на период пуска шунтируется нормально замкнутым блок-контактом.

Основные технические данные контакторов КТЭ и КТ приведены в табл. 138.

Т а б л и ц а 138

Основные технические характеристики контакторов переменного тока с нормально открытыми главными контактами

| Величина | Тип контактора | | Номинальный ток, а | Число полюсов НО | Вес без плиты, кг |
|----------|--|-----------------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| | с принудительным гашением | без принудительного гашения | | | |
| II | КТЭ-12 КТЭ-22 КТЭ-32 КТЭ-42 КТЭ-52 2КТ-22 2КТ-32 | | 75 | 1 | 4 |
| | | | | 2 | 5 |
| | | | | 3 | 6 |
| | | | | 4 | 7 |
| | | | | 5 | 8 |
| | | | | 2×2 | 11,0 |
| | КТЭ-112 КТЭ-122 КТЭ-132 | | | 2×3 | 12,6 |
| | | | | 1 | 3,3 |
| | | | | 2 | 4 |
| | | | 3 | 4,6 | |
| III | КТЭ-13 КТЭ-23 КТЭ-33 2КТ-33 | | 150 | 1 | 6 |
| | | | | 2 | 12 |
| | | | | 3 | 14 |
| | | | | 2×3 | 44,4 |
| | | | | 1 | 6 |
| | | | | 2 | 10 |
| | КТЭ-113 КТЭ-123 КТЭ-133 | | | 3 | 11 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| IV | КТЭ-14 КТЭ-24 КТЭ-31 КТЭ-44 КТЭ-54 2КТ-34 | | 300 | 1 | 19,2 |
| | | | | 2 | 23,10 |
| | | | | 3 | 26,9 |
| | | | | 4 | 30,8 |
| | | | | 5 | 34,0 |
| | | | | 2×3 | 56,8 |
| | КТЭ-114 КТЭ-124 КТЭ-131 | | | 1 | 17,4 |
| | | | | 2 | 19,5 |
| | | | | 3 | 21,7 |

Продолжение табл. 138

| Величина | Тип контактора | | Номинальный ток, а | Число полюсов НО | Вес без плиты, кг | |
|----------|---------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------|-------------------|----|
| | с принудительным гашением | без принудительного гашения | | | | |
| V | КТЭ-15 | | 600 | 1 | 39 | |
| | КГЭ-25 | | | 2 | 48 | |
| | КТЭ-35 | | | 3 | 57 | |
| | КТЭ-45 | | | 4 | 66 | |
| | КТЭ-55 | | | 5 | 75 | |
| | 2КТ-35 | | | 2×3 | 118,3 | |
| | | КТЭ-115 | | | 1 | 30 |
| | | КТЭ-125 | | | 2 | 41 |
| | | КТЭ-135 | | | 3 | 46 |

Основные технические данные контакторов КП даны в табл. 139 и 140.

Таблица 139

Технические данные контакторов КП

| Контакторы | Величина | Номинальное напряжение, в | Номинальный ток, а | Главный контакт | | | | Вес без плиты, кг | Время срабатывания, сек. | |
|------------|----------|---------------------------|--------------------|-----------------|----|-------------|----|-------------------|--------------------------|-----------|
| | | | | с гашением | | без гашения | | | Втягивающая | Отпадание |
| | | | | НО | НЗ | НО | НЗ | | | |
| КП1-0021 | I | 110—220 | 20 | 2 | — | — | — | 2,5 | — | — |
| КП1-0031 | | | 20 | 3 | — | — | — | 2,5 | — | — |
| КП1-21/50 | | | 20 | 5 | — | — | — | 2,5 | — | — |
| КП1-1001 | | | 40 | 1 | — | — | — | 2,5 | — | — |
| КП1-3021/2 | | | 40 | 2 | — | — | — | 3,5 | — | — |
| КП-502 | II | 600 | 100 | 1 | — | — | — | 4,5 | 0,14 | 0,11 |
| КП-512 | | | | — | — | 1 | — | 4 | — | — |
| КП-503 | III | 600 | | 1 | — | — | — | 6,5 | 0,17 | 0,07 |
| КП-513 | | | | — | — | 1 | — | 5,5 | — | — |

Продолжение табл. 139

| Контактторы | Величина | Номинальное напряжение, в | Номинальный ток, а | Главный контакт | | | | Вес без плиты, кг | Время срабатывания, сек. | |
|--------------------------------------|----------|---------------------------|--------------------|-----------------|----|-------------|----|------------------------|--------------------------|--------------|
| | | | | с гашением | | без гашения | | | | |
| | | | | НО | НЗ | НО | НЗ | | втягивания | отпадания |
| КП-523 КП-533 | III | 600 | 150 | — | 1 | — | — | 7,5 6,5 | 0,13 | 0,02 |
| КП-504 КП-514 КП-524 КП-534 | IV | 600 | 300 | 1 | — | — | — | 13 9,5 11 7,5 | 0,24 0,1 | 0,05 0,06 |
| КП-505 КП-515 | V | 600 | 600 | 1 | — | — | — | 27 21 | 0,32 | 0,09 |
| КП-7 | VII | 600 | 2500 | 1 | — | — | — | — | — | — |

Таблица 140

**Допустимые нагрузки контакторов КП-500
при различных условиях работы**

| Величина контактора | Наибольшая нагрузка, а | | | | |
|---------------------|------------------------|---------|----------------------------------|---------|--------|
| | Продолжительный режим | | Прерывисто-продолжительный режим | | ПВ 40% |
| | открытое исполнение | в шкафу | открытое исполнение | в шкафу | |
| II | 80 | 70 | 100 | 90 | 120 |
| III | 120 | 110 | 150 | 140 | 190 |
| IV | 230 | 200 | 300 | 270 | 350 |
| V | 460 | 400 | 600 | 540 | 670 |

5. Магнитные пускатели

Магнитными пускателями называются трехполюсные контакторы, обычно со встроенной тепловой защитой, предназначенные для коммутационных переключений неревверсивных и реверсивных трехфазных электродвигателей и защиты их от перегрузок при напряжении до 500 в и номинальном токе до 150 а.

Типы магнитных пускателей, выпускаемых отечественной промышленностью, приведены в табл. 141, а максимальные мощности короткозамкнутых асинхронных электродвигателей, соответствующие каждой величине пускателя,— в табл. 142. Напряжения втягивающих катушек: 127, 220, 380 и 500 в.

Таблица 141

Типы магнитных пускателей

| Величина | Открытые | | | | Защищенные | | | |
|----------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | неревверсивные | | реверсивные | | неревверсивные | | реверсивные | |
| | без тепловой защиты | с тепловой защитой | без тепловой защиты | с тепловой защитой | без тепловой защиты | с тепловой защитой | без тепловой защиты | с тепловой защитой |
| I | П-1Уа | — | — | — | П-121а | — | — | — |
| II | П-211 | П-212 | П-213 | П-214 | П-221 | П-222 | П-223 | П-224 |
| III | П-311 | П-312 | П-313 | П-314 | П-321 | П-322 | П-323 | П-324 |
| IV | П-411 | П-412 | П-413 | П-414 | П-421 | П-422 | П-423 | П-424 |
| V | П-511 | П-512 | П-513 | П-514 | П-521 | П-522 | П-523 | П-524 |

Кроме приведенных магнитных пускателей, для мало-мощных станочных, вентиляционных и других трехфазных асинхронных короткозамкнутых электродвигателей мощностью до 1 квт Харьковским электротехническим заводом (ХЭТЗ) изготавливаются пускатели нажимные, вибростойкие, малогабаритные серии ПНВ (подробней о них см. каталог МЭП 3608—1959 г.).

Таблица 142

Характеристика магнитных пускателей серии П

| Величина | Максимальная мощность электродвигателя (квт) при напряжении, в | | | | Номинальный ток (а) при исполнении | | Вес, кг | | | |
|----------|--|-----|-----|-----|------------------------------------|----------|---------------|------------|-------------|------------|
| | | | | | | | нереверсивные | | реверсивные | |
| | 127 | 220 | 380 | 500 | защищенный | открытом | открытые | защищенные | открытые | защищенные |
| I | 1,0 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 13,5 | 15 | 1,6 | 2,6 | — | — |
| II | 2,5 | 4 | 5 | 5,5 | 20 | 22,5 | 2,2 | 4 | 4,4 | 8,4 |
| III | 6 | 11 | 15 | 18 | 40 | 45 | 5,6 | 10 | 11,4 | 23,4 |
| IV | 10 | 20 | 28 | 40 | 90 | 100 | 13 | 24 | 27 | 44 |
| V | 20 | 37 | 55 | 75 | 135 | 150 | 16 | 38 | 32 | 68 |

6. Кнопки управления

Кнопки управления служат для дистанционного замыкания и размыкания цепей катушек контакторов, реле, автоматов и т. п. при напряжении до 500 в в цепях постоянного и переменного тока.

Кнопочный элемент имеет один нормально открытый и один нормально закрытый контакты мостикового типа, электрически не связанные между собой. Комплект кнопок, встроенный в общий кожух, называется *кнопочным постом управления*.

Данные о кнопках управления приведены в табл. 143.

Таблица 149

Техническая характеристика кнопок управления

| Тип кнопки управления | Допустимый ток, <i>a</i> | | | | Число контактов | | Вес, <i>кг</i> |
|-----------------------------|--------------------------|-----|-----------|-----|--------------------|----|-------------------|
| | длительный | | включения | | | | |
| | при напряжении, <i>v</i> | | | | НО | НЗ | |
| | 380 | 500 | 380 | 500 | | | |
| КУО-3 | 2,5 | — | 5 | — | 1 | 1 | 0,03 |
| КУ-1 | — | 5 | — | 5 | 1 | 1 | 0,15 |
| КУА-1 | — | 5 | — | 5 | 1 | 1 | 0,16 |
| КУГ-1 | — | 5 | — | 5 | 1 | 1 | 0,11 |
| КУ-2 | — | 5 | — | 5 | 2 | — | 0,22 |
| КУА-2 | — | 5 | — | 5 | 2 | — | 0,24 |
| КУГ-2 | — | 5 | — | 5 | 2 | — | 0,18 |

7. Воздушные автоматические выключатели

Автоматические выключатели (автоматы) предназначены для включения, выключения и защиты электрических установок постоянного и переменного тока при перегрузке и коротких замыканиях. Простота, удобство и безопасность обслуживания, надежность защиты от токов короткого замыкания, а также малые габариты аппаратов обусловили широкое их распространение в электрических установках малой и большой мощности (от 25 *a* и 220 *v* до 1500 *a* и 500 *v* переменного тока и от 400 *a* и 440 *v* до 6000 *a* и 750 *v* постоянного тока).

Автоматические выключатели относятся к коммутационным аппаратам ручного управления, однако многие типы автоматов имеют электромагнитный привод, что дает возможность управлять ими на расстоянии.

Выключение автомата производится обычно от руки (приводом или дистанционно), а при нарушении нормального режима эксплуатации (появление сверхтоков или снижение напряжения) автоматически. Для этого каждый автомат снабжается максимальным, а в некоторых типах и минимальным расцепителем.

Технические данные некоторых наиболее употребительных автоматов приведены в табл. 144.

Т а б л и ц а 144

**Основная техническая характеристика воздушных
автоматических выключателей**

| Тип | Число полюсов | Напряжение, в | | Номинальный ток, а | | Максимальный отключаемый ток короткого замыкания, а | |
|--------|---------------|---------------|------------|--------------------|--------------|---|-----------------------------------|
| | | постоянное | переменное | главных контактов | расцепителей | постоянный | переменный (амплитудное значение) |
| АБ-25 | 1 | — | 220 | 25 | 15—25 | — | 1 000 |
| А-15-4 | 2 и 3 | 440 | 500 | 400 | 100—800 | 30 000 | 40 000 |
| А-15-8 | 2 и 3 | 440 | 500 | 800 | 600—1 600 | 30 000 | 40 000 |
| А2050 | 1; 2 и 3 | 440 | 500 | 1500 | 1 000—3 000 | 20 000 | 30 000 |
| А2050Н | 2 и 3 | 440 | 500 | 1500 | 3 200—5 000 | 20 000 | 30 000 |
| А2050Б | 2 и 3 | 440 | 500 | 1500 | 3 200—5 000 | 45 000 | 45 000 |
| АВ45-1 | 1 | 750 | — | 6000 | 5 000—12 000 | — | — |

8. Предохранители

Плавкие предохранители служат для защиты электроприемников от сверхтоков и коротких замыканий.

Характеристика плавких вставок, как показывает практика, является неустойчивой. Время перегорания вставки зависит от состояния контактов предохранителя и самой плавкой вставки, температуры окружающего воздуха, старения металла вставки. Поэтому защита токоприемников от перегрузок при помощи плавких предохранителей недостаточно надежна. С их помощью осуществляется надежная защита лишь от короткого замыкания и больших (50% и выше) перегрузок.

Плавкими предохранителями защищаются главным образом установки относительно небольших мощностей с номинальным напряжением до 500 в.

Предохранители низкого напряжения изготавливаются двух типов:

- а) с резьбой (пробочные) до 60 а и 500 в;
- б) трубчатые до 1000 а и 500 в.

Пробочные предохранители изготавливаются с нарезкой трех диаметров: 14, 27 и 33 мм и соответственно на три допустимых тока: 10, 20 и 60 а. Плавкие вставки (пробки) к предохранителям изготавливаются в соответствии с данными табл. 145.

Таблица 145

Техническая характеристика фарфоровых предохранителей с резьбой
(по ГОСТ 1138—55)

| Резьба | Напряжение, в | Ток, а | Контактный болт | Размеры, мм | | | Расстояние между контактными болтами, мм | Номинальный ток плавкой вставки, а |
|--------|---------------|--------|-----------------|-------------|--------|--------|--|------------------------------------|
| | | | | длина | ширина | высота | | |

С прямоугольным основанием

| | | | | | | | | |
|------|-----|----|----|-----|----|----|---------|---------------------------|
| Ц-14 | 250 | 10 | M4 | 70 | 40 | 40 | 45—45,5 | 2,5; 4; 6; 10. |
| Ц-27 | 500 | 20 | M5 | 90 | 50 | 55 | 60—61 | 6; 10; 15; 20 |
| Ц-33 | 500 | 60 | M6 | 110 | 60 | 60 | 75—76 | 10; 15; 20; 30; 40; 60 |

С квадратным основанием

| | | | | | | | | |
|------|-----|----|----|----|----|----|---------|---------------------------|
| Ц-27 | 500 | 20 | M5 | 55 | 55 | 50 | 13—13,5 | 6; 10; 15; 20 |
| Ц-33 | 500 | 60 | M6 | 65 | 65 | 60 | 16—16,5 | 10; 15; 20; 30; 40; 60 |

Трубчатые предохранители изготавливаются нескольких типов:

а) с закрытыми фибровыми разборными патронами без наполнителя (тип ПР-2);

б) с разборными или неразборными стеклянными патронами с наполнителем (тип НПР и НПН);

в) с разборными фарфоровыми патронами с наполнителем (тип ПН-Р).

Кроме указанных типов предохранителей, продолжается выпуск старой серии (тип СПО) с полужакрытыми фарфоровыми трубками.

Предохранители ПР-2 выпускаются взамен предохранителей ПР-1, производство которых прекращено.

Трубчатые предохранители серии ПР-2 разделяются:

по номинальному напряжению:

до 220 в — габарит I и до 500 в — габарит II;

по номинальному току патронов (от 15 до 1000 а) и плавких вставок (от 6 до 1000 а);

по расположению зажимов для присоединения проводов; а) с передним присоединением и б) с задним присоединением проводов.

Патрон предохранителей выполнен из фибровой трубки с концевыми металлическими обоймами. Обоймы патронов до 60 а имеют цилиндрические контактные части, а обоймы патронов на 100 а и выше — плоские контакты в виде контактных ножей. Внутри патрона помещается цинковая плавкая вставка.

При перегорании плавкой вставки под действием высокой температуры небольшое количество фибры разлагается и переходит в газообразное состояние.

Продукты разложения фибры обладают высокими дугогасящими свойствами, которые особенно велики вследствие большого давления в трубке. Происходит энергичная деионизация дуги. Сопротивление ее настолько быстро увеличивается, что ток короткого замыкания начинает уменьшаться раньше, чем он достигнет своего максимального значения. Предохранители являются токоограничивающими аппаратами, и защищаемое ими электрооборудование не нуждается в проверке на действие токов короткого замыкания. Технические данные трубчатых предохранителей приведены в табл. 146.

Таблица 146

Техническая характеристика трубчатых предохранителей с закрытыми патронами

| Исполнение | Тип | Номинальные | | |
|--------------------------------------|------|-----------------------------|----------------|------------------------------------|
| | | напряжение, в | ток патрона, а | ток плавкой вставки, а |
| Патрон закрытый разборный (фибровый) | ПР-2 | При переменном и постоянном | 15 60 | 6, 10, 15 15, 20, 25, 35, 60 |

Продолжение табл. 146

| Исполнение | Тип | Номинальные | | |
|---|----------|--|----------------|------------------------|
| | | напряжение, в | ток патрона, а | ток плавкой вставки, а |
| без наполнителя (по ГОСТ 3041—45) | | ном токе, | 100 | 60, 80, 100 |
| | | габарит | 200 | 100, 125, |
| | | I—220 и | | 160, 200 |
| | | 380 в, габарит | 350 | 200, 225, |
| | | II—380 | | 260, 300, 350 |
| | | и 500 в | 600 | 350, 430, |
| Патрон закрытый неразборный (стеклянный) с наполнителем | НПН-15 | 500 в при переменном токе | 15 | 6, 10, 15 |
| | | | 60 | 15, 20, 25, 35, 45, 60 |
| | НПН-60 | То же | 100 | 60, 80, 100 |
| | | | 200 | 100, 125, 160, 200 |
| | НПН-100 | То же | 100 | 30, 40, 50, |
| | | | 250 | 60, 80, 100 |
| | | | 400 | 80, 100, 120, |
| | НПН-200 | То же | 200 | 150, 200, 250 |
| | | | 400 | 200, 250, |
| | ПН-Р-100 | . | 100 | 300, 350, 400 |
| 250 | | | 15, 20, 25, | |
| 400 | | | 35, 60, 80 | |
| ПН-Р-250 | . | 100 | 80, 100, | |
| | | 250 | 125, 160 | |
| | | 400 | 160, 200, | |
| ПН-Р-400 | . | 100 | 225, 260 | |
| | | 250 | 6 и 10 | |
| | | 400 | | |
| Патрон полужакрытый (фарфоровый) | СПО | 500 в при переменном и постоянном токе | 80 | 15, 20, 25, |
| | | | 160 | 35, 60, 80 |
| | | | 260 | 80, 100, |
| | | | 400 | 125, 160 |
| Патрон фарфоровый с наполнителем | ППТ-10 | 250 в при переменном токе | 10 | 160, 200, |
| | | | 400 | 225, 260 |

Примечания. 1. Предохранители типа ПР-2 габарита I рассчитаны и маркируются на напряжение 220 в и устанавливаются в цепях напряжением 220 и 380 в; предохранители ПР-2 габарита II рассчитаны и маркируются на напряжение 500 в и устанавливаются в цепях напряжением 380 и 500 в.

2. Наполнителем предохранителей НПН и НПР служит мелкозернистый (величина зерен 0,2—0,3 мм) чистый, сухой (влажность не выше 0,05%) кварцевый песок (содержание кварца 98—99%).

3. Перезарядка плавких вставок в случае перегорания их возможна во всех патронах, кроме НПН.

Глава II. АППАРАТУРА ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

1. Выключатели высокого напряжения

Выключатели высокого напряжения предназначены для включения и отключения электрических цепей высокого напряжения под нагрузкой, а также для отключения коротких замыканий.

Различаются *масляные* и *безмасляные* высоковольтные выключатели.

Масляные выключатели разделяются на *многообъемные* и *малообъемные*.

Безмасляные выключатели разделяются на *автогазовые* (генерирующие) и *воздушные*.

В автогазовых выключателях, применяемых для гашения дуги, используются газы, генерируемые под действием высокой температуры дуги стенками дугогасительной камеры, выполненными из специальных материалов (фибры, органического стекла и др.). В воздушных выключателях гашение дуги осуществляется сжатым воздухом, поступающим из бака под давлением 8—20 ат.

В особую группу должны быть выделены так называемые *выключатели нагрузки*, предназначенные только для отключения токов нагрузки, но не токов короткого замыкания. Последние отключаются плавкими предохранителями, включенными последовательно с выключателями нагрузки. В выключателе типа ВНП-16 эти предохранители входят в состав аппарата.

Данные выключателей высокого напряжения и приводов к ним приведены в табл. 147 и 148.

Таблица 147

Характеристика выключателей переменного тока до 35 кВ (включительно)

| Тип выключателя | Номинальное напряжение, кВ | Номинальный ток, а | Предельный ток короткого замыкания, а | Расчетный ток термической устойчивости (10 сек.), кА | Ток и мощность отключения (кА/тыс. кВт) при напряжении, кВ | | | Применяемый тип привода |
|-----------------|----------------------------|--------------------|---------------------------------------|--|--|---|---------|-------------------------|
| | | | | | 3 | 6 | 10 (35) | |

Для внутренней установки напряжением 3; 6 и 10 кВ

| | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|-----|------------------|-------------------|--------------------|------------------------|
| ВМЭ-6 | 3-6 | 200 | 16,8 | 6,0 | $\frac{3,3}{17}$ | $\frac{1,4}{15}$ | — | ПРБА |
| ВМБ-10 | 6-10 | 200 | 25 | 6 | $\frac{10}{50}$ | $\frac{9,7}{100}$ | $\frac{5,8}{100}$ | ПС-10 или ПРА-10 |
| | | 400 | 25 | 10 | | | | |
| | | 600 | 25 | 10 | | | | |
| ВМГ-133-I | 10 | 600 | 52 | 14 | — | $\frac{20}{200}$ | $\frac{11,6}{200}$ | ПС-10 или ПРБА |
| ВМГ-133-II | 10 | 600 | 52 | 14 | $\frac{20}{100}$ | $\frac{20}{200}$ | $\frac{20}{350}$ | То же |
| ВМГ-133-III | 10 | 1000 | 52 | 14 | $\frac{20}{100}$ | $\frac{20}{200}$ | $\frac{20}{350}$ | „ „ |
| МГГ-10 | 10 | 2000 | 75 | 21 | $\frac{29}{150}$ | $\frac{29}{300}$ | $\frac{29}{500}$ | ПЭ-2 |
| | | 3000 | | | | | | |
| МГГ-229М | 10 | 4000 | 200 | 85 | — | — | $\frac{90}{1500}$ | ПС-30 |

Продолжение табл. 147

| Тип выключателя | Номинальное напряжение, кВ | Номинальный ток, а | Предельный ток короткого замыкания, а | Расчетный ток термической устойчивости (10 сек.), кА | Ток и мощность отключения (кА тыс. кВт) при напряжении, кВ | | | Применяемый тип привода |
|-----------------|----------------------------|--------------------|---------------------------------------|--|--|------------------|------------------|-------------------------|
| | | | | | 3 | 6 | 10 (35) | |
| ВГ-10М | 10 | 400 | 52 | 11 | — | — | $\frac{52}{300}$ | ПРВ-22 ПС-10М |
| | 6 | 400 | 52 | 11 | — | $\frac{52}{200}$ | — | |

Для наружной установки напряжением
35 кВ

| | | | | | | | | |
|-----------------|----|--------------------|------|------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| ВМ-35 ВМД-35 | 35 | 600 | 17,3 | 7,1 | — | — | $\frac{6,6}{409}$ | ШНР-35, ШПС-10 |
| МКП-35 | 35 | 600 | 30 | 9,0 | $\frac{12,5}{430}$ | $\frac{12,5}{750}$ | — | ШПЭ-2 |
| | | 1000 | 45 | 11,7 | $\frac{16,5}{570}$ | $\frac{16,5}{1000}$ | | |
| МГ-35 | 35 | 600 | 20 | 7,0 | — | $\frac{6,6}{400}$ | — | ШПС-20 |
| ВВН-35 | 35 | $\frac{600}{1000}$ | 42 | 21 | — | $\frac{16,5}{1000}$ | — | Пневматический |

Выключатели нагрузки

| | | | | | | | | |
|--------|----|-----|----|---|---|---|---|------------------|
| ВН-16 | 6 | 400 | 25 | 6 | — | — | — | ПР-16, ПРА-12 |
| ВНП-16 | 10 | 200 | 25 | 6 | — | — | — | ПС-10 |

Таблица 148

Приводы для управления высоковольтными выключателями

| Тип привода | Характеристика | Применяется для выключателя |
|------------------------|--|--|
| ПРБА | Привод ручной автоматический рычажный со встроенными реле (тока, напряжения) мгновенного действия или с механической выдержкой времени для внутренней и наружной (тип ШНР) установок | ВМЭ-6, ВМГ-133, ВМ-35 (встраивается в шкаф ШНР-35) |
| ПРА, ПРАМ ПРВ-22 | То же, но со штурвальным управлением Привод ручной автоматический пружинный | ВМБ-10 ВГ-10 |
| ПРА-12 | Привод ручной с механизмом свободного расцепления с электромагнитом дистанционного отключения | ВН-16 и ВНП-16 |
| ПР-16 | Привод ручной рычажный без дистанционного отключения | ВН-16 и ВНП-16 |
| УГП-51 | Привод универсальный грузовой для АПВ (автоматического повторного включения) | ВМГ-133, ВГ-10, ВМБ-10, ВМ-35 |
| ПС-10 ПС-30 ПЭ-2 | Привод соленоидный для внутренней и наружной (типа ШПС) установок | ВМБ-10, ВМГ-133, МГГ-10, ВМ-35 |

2. Разъединители

Разъединители являются коммутационными аппаратами, предназначенными для отключения цепей высокого напряжения без нагрузки, т. е. только для снятия с того или иного аппарата или участка сети напряжения.

Разъединители бывают *однополюсные* и *трехполюсные*, для внутренних и наружных установок.

Разъединители различаются *по напряжению* (от этого зависит тип изоляторов, на которых они смонтированы) и *по номинальной величине тока*.

Данные разъединителей и приводов к ним приведены в табл. 149 и 150.

Таблица 149

Техническая характеристика разъединителей высокого напряжения

| Тип разъединителя | Номинальное на- пряжение, кВ | Номинальный ток, А | Предельный ток короткого замыка- ния (амплитуда), кА | Десятисекундный ток термической устойчивости, кА | Тип привода |
|----------------------|---------------------------------|-----------------------|---|--|----------------|
|----------------------|---------------------------------|-----------------------|---|--|----------------|

**Однополюсные для внутренней
установки**

| | | | | | |
|--------------|----|------|----|----|---------------------|
| РВО-6/400 | 6 | 400 | 50 | 10 | ШР-10 |
| РВО-6/600 | 6 | 600 | 60 | 14 | ШР-10 |
| РВО-10/400 | 10 | 400 | 50 | 10 | ШР-10 |
| РВО-10/600 | 10 | 600 | 60 | 14 | ШР-10 |
| РЛВО-10/1000 | 10 | 1000 | 80 | 26 | ПР-2, ШР-10 |
| РЛВО-10/2000 | 10 | 2000 | 85 | 36 | ПР-2, ШР-10 ПР-3 |

**Трехполюсные для внутренней
установки**

| | | | | | |
|--------------|----|------|----|------|-----------------|
| РВ-6/400 | 6 | 400 | 50 | 10 | ПР-2, ПРБ-2М |
| РВ-6/600 | 6 | 600 | 60 | 14 | ПР-2, ПРБ-2М |
| РВ-10/400 | 10 | 400 | 50 | 10 | ПР-2, ПРБ-2М |
| РВ-10/600 | 10 | 600 | 60 | 14 | ПР-2, ПРБ-2М |
| РВФ-6/400 | 6 | 400 | 50 | 10 | ПР-2 |
| РВФ-6/600 | 6 | 600 | 60 | 14 | ПР-2 |
| РВФ-10/400 | 10 | 400 | 50 | 10 | ПР-2 |
| РВФ-10/600 | 10 | 600 | 60 | 14 | ПР-2 |
| РВФ-10/1000 | 10 | 1000 | 81 | 28,5 | ПР-3И |
| РЛВШ-10/2000 | 10 | 2000 | 85 | 36 | ПР-3И |

Продолжение табл. 149

| Тип разъединителя | Номинальное на- пряжение, кВ | Номинальный ток, а | Пределный ток короткого замыка- ния (амплитуда), кА | Десятисекундный ток термической устойчивости, кА | Тип привода |
|----------------------|---------------------------------|-----------------------|--|--|-----------------|
| РВУ-10/3000 | 10 | 3000 | 200 | 85 | ПР-3, ПРВ-22 |
| РВУ-10/4000 | 10 | 4000 | 200 | 85 | ПР-3, ПРВ-22 |
| РО-20/5000 | 20 | 5000 | 200 | 85 | ПЧ-50/140 |
| РЛВШ-35/400 | 35 | 400 | 50 | 10 | ПР-3 II |
| РЛВШ-35/600 | 35 | 600 | 50 | 14 | ПР-3 II |

Однополюсные для наружной установки

| | | | | | |
|-------------|----|------|----|----|-----------------|
| РЛН-6/200 | 6 | 200 | 15 | 5 | ПРН-10 |
| РЛН-6/400 | 6 | 400 | 25 | 10 | ПРН-10 |
| РЛН-10/200 | 10 | 200 | 15 | 5 | ПРН-10 |
| РЛН-10/400 | 10 | 400 | 25 | 10 | ПРН-10 |
| РЛН-10/600 | 10 | 600 | 35 | 14 | ПРН-10 |
| РЛН-35М/600 | 35 | 600 | 50 | 10 | ПДН, ПРН-110 |
| РЛН-35/1000 | 35 | 1000 | 50 | 15 | ПДН, ПРН-110 |

Трехполюсные для наружной установки

| | | | | | |
|-------------|----|------|----|----|---------|
| РЛН-6/200 | 6 | 200 | 15 | 5 | ПРН-10 |
| РЛН-6/400 | 6 | 400 | 25 | 9 | ПРН-10 |
| РЛН-10/200 | 10 | 200 | 15 | 5 | ПРН-10 |
| РЛН-10/400 | 10 | 400 | 25 | 9 | ПРН-10 |
| РЛН-10/600 | 10 | 600 | 35 | 14 | ПРН-10 |
| РЛН-35/600 | 35 | 600 | 50 | 10 | ПРН-110 |
| РЛН-35/1000 | 35 | 1000 | 50 | 15 | ПРН-110 |

Примечание. Буква Р означает разъединитель, В — для внутренней установки, О — однополюсный, Л — с линейным контактом замыкания, Ф — с фигурным исполнением, У — усиленный, Н — для наружной установки, М — модернизированный; цифры в числителе означают напряжение в кВ, в знаменателе — номинальный ток в а.

Т а б л и ц а 150

Приводы к разъединителям

| Тип привода | Краткая техническая характеристика привода | Применяется для разъединителя привода |
|--------------------|---|--|
| ПР-2 I, ПР-2 II | Привод рычажный для установки на стене толщиной до 140 мм | РЛВ, РВ, РВФ на 6—10 кв, 400—600 а; РЛВО на 1000—2000 а |
| ПР-3 I, ПР-3 II | То же | РЛВ-III, РВ на 10 кв 1000—3000 а; РЛВ-III на 20—35 кв, 400—600 а; РЛВО на 10 кв, 2000 а |
| ПЧ | Привод ручной, червячный, исполнение I, II, III | РВУ-10 на 3000—4000 а, РО-20 на 5000—6000 а |
| МРВ | Привод электродвигательный для дистанционного управления | РВУ-10 на 3000—4000 а, РО-20 на 5000—6000 а |
| ПРН-10 | Привод рычажный для наружной установки | РЛН-6 и РЛН-10 |
| ПРНЗ-35 | То же | РЛНЗ-35 |
| ПДН | Привод электродвигательный для дистанционного управления | РЛН-35, РЛНЗ-35 |

3. Измерительные трансформаторы

Измерительные трансформаторы применяются в установках переменного тока для питания обмоток измерительных приборов, реле защиты и автоматики, приборов сигнализации и др.

Измерительные трансформаторы разделяются на *трансформаторы напряжения* и *трансформаторы тока*.

Трансформаторы напряжения разделяются на три основные группы:

сухие типов НОС-05; НОСК-3; НОСК-6 и НТС-0,5;
масляные типов НОМ-6; НОМ-10; НОМ-15; НОМ-85;
НТМК-6-48; НТМК-10; НТМИ-6; НТМИ-10;
каскадные типов НКФ-110 и НКФ-220.

Различаются следующие типы трансформаторов тока:

катушечные для напряжения до 500 в с номинальными значениями первичного тока от 5 до 800 а (типы 0,49У; ТКМ-05);

проходные (типы ТПФМ-10 и ТПФМУ-10) для напряжения 10 кВ с номинальным значением тока от 5 до 400 а (ТПФМ-10) и от 5 до 300 а (ТПФМУ-10);

одновитковые (тип ТПОЛ-10) для напряжения 10 кВ с номинальным значением первичного тока 600, 850, 1000 и 1500 а.

Прходные шинные (тип ТПШФ-10) для напряжения 10 кВ с номинальным значением первичного тока от 2000 до 5000 а.

Некоторые типы трансформаторов тока выполняются с двумя сердечниками (с одинаковыми или разными классами точности).

Трансформаторы тока выпускаются классов точности 0,5; 1 и 3.

В некоторых трансформаторах тока сердечники, предназначенные для релейной защиты — дифференциальной и земляной, — обозначаются соответственно буквами Р, Д или З.

Технические данные основных типов трансформаторов напряжения и тока приведены в табл. 151 и 152.

Таблица 151

**Основные технические характеристики
трансформаторов напряжения**

| Тип трансформатора | Номинальное напряжение, в | | Номинальные мощности в классе точности, вА | | | Максимальная мощность, вА |
|--------------------|---------------------------|-----------|--|-----|-----|---------------------------|
| | ВН* | НН* | 0,5 | 1 | 3 | |
| НОС-0,5 | 380 | 100 | 25 | 40 | 100 | 200 |
| НОС-0,5 | 500 | 100 | 25 | 40 | 100 | 200 |
| НОСК-3 | 3 000 | 100 | 30 | 50 | 120 | 240 |
| НОСК-6 | 6 000 | 100 | 50 | 80 | 200 | 400 |
| НОМ-6 | 3 000 | 100 | 30 | 50 | 120 | 400 |
| НОМ-6 | 6 000 | 100 | 50 | 80 | 200 | 600 |
| НОМ-10 | 10 000 | 100 | 80 | 150 | 320 | 720 |
| НОМ-35 | 35 000 | 100 | 150 | 250 | 600 | 1200 |
| НТС-0,5 | 380 | 100 | 50 | 80 | 200 | 400 |
| НТС-0,5 | 500 | 100 | 50 | 80 | 200 | 400 |
| НТМК-6-48 | 3 000 | 100 | 50 | 80 | 200 | 400 |
| НТМК-6-48 | 6 000 | 100 | 80 | 150 | 320 | 640 |
| НТМК-10 | 10 000 | 100 | 120 | 200 | 480 | 960 |
| НТМИ-6 | 3 000 | 100—100/3 | 50 | 80 | 200 | 400 |
| НТМИ-6 | 6 000 | 100—100/3 | 80 | 150 | 320 | 640 |
| НТМИ-10 | 10 000 | 100—100/3 | 120 | 200 | 480 | 960 |

* Буквы ВН обозначают высшее напряжение, НН — низшее напряжение

Т а б л и ц а 152

Основная техническая характеристика трансформаторов тока

| Номенклатурное обозначение | Номинальное напряжение, кВ | Класс точности | | Номинальный первичный ток, а | |
|----------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|--------|
| | | 1-го сердечника | 2-го сердечника | | |
| О-49У | 0,5 | 0,5 | — | От 5 | до 800 |
| ТКМ-0,5 | 0,5 | 0,5 | — | 5 | 800 |
| ТПФМ-10-0,5 | 10 | 0,5 | — | 5 | 400 |
| ТПФМ-10-0,5/0,5 | 10 | 0,5 | 0,5 | 5 | 400 |
| ТПФМ-10-0,5/3 | 10 | 0,5 | 3 | 5 | 400 |
| ТПФМ-10-1 | 10 | 1 | — | 5 | 400 |
| ТПФМ-10-1/1 | 10 | 1 | 1 | 5 | 400 |
| ТПФМ-10-1/3 | 10 | 1 | 3 | 5 | 400 |
| ТПФМ-10-3 | 10 | 3 | — | 5 | 400 |
| ТПФМУ-10-0,5 | 10 | 0,5 | — | 30 | 300 |
| ТПФМУ-10-0,5/0,5 | 10 | 0,5 | 0,5 | 30 | 300 |
| ТПФМУ-10-0,5/3 | 10 | 0,5 | 3 | 30 | 300 |
| ТПФМУ-10-1 | 10 | 1 | — | 5 | 300 |
| ТПФМУ-10-1/1 | 10 | 1 | 1 | 5 | 300 |
| ТПФМУ-10-1/3 | 10 | 1 | 3 | 5 | 300 |
| ТПФМУ-10-3 | 10 | 3 | — | 5 | 300 |
| ТПФМД-10 и | 10 | Д | — | 75 | 300 |
| ТПФМУД-10 | | | | | |
| ТПФМЗ-10 | 10 | 3 | — | 75 | 300 |
| и ТПФМУЗ-10 | | | | | |
| ТПОФ-10-0,5 | 10 | 0,5 | — | 600 | 1500 |
| ТПОФ-10-0,5/0,5 | 10 | 0,5 | 0,5 | 750 | 1500 |
| ТПОФ-10-0,5/3 | 10 | 0,5 | 3 | 600 | 1500 |
| ТПОФ-10-1 | 10 | 1 | — | 600 | 1000 |
| ТПОФ-10-1/1 | 10 | 1 | 1 | 600 | 1000 |
| ТПОФ-10-1/3 | 10 | 1 | 3 | 600 | 1000 |
| ТПОФ-10-3 | 10 | 3 | — | 600 | 1500 |
| ТПОФУ-10-0,5 | 10 | 0,5 | — | 600 | 1000 |
| ТПОФУ-10-0,5/0,5 | 10 | 0,5 | 0,5 | 750 | 1000 |
| ТПОФУ-10-0,5/3 | 10 | 0,5 | 3 | 600 | 1000 |
| ТПОФУ-10-1 | 10 | 1 | — | 400 | 1000 |
| ТПОФУ-10-1/1 | 10 | 1 | 1 | 600 | 1000 |

Продолжение табл. 152

| Номенклатурное обозначение | Номинальное напряжение, кВ | Класс точности | | Номинальный первичный ток, а |
|----------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|
| | | 1-го сердечника | 2-го сердечника | |
| ТПОФУ-10-1/3 | 10 | 1 | 3 | От 400 до 1000 |
| ТПОФУ-10-3 | 10 | 3 | — | „ 400 „ 750 |
| ТПОФД-10-Д | 10 | Д | — | „ 600 „ 1500 |
| ТПОФД-10-Д/Д | 10 | Д | Д | „ 600 „ 1500 |
| ТПОФД-10-Д/0,5 | 10 | Д | 0,5 | „ 750 „ 1500 |
| ТПОФД-10-Д/1 | 10 | Д | 1 | „ 600 „ 1000 |
| ТПОФД-10-Д/3 | 10 | Д | 3 | „ 600 „ 1500 |
| ТПОФЗ-10-3 | 10 | 3 | — | „ 600 „ 1500 |
| ТПОФЗ-10-3/0,5 | 10 | 3 | 0,5 | „ 750 „ 1500 |
| ТПОФЗ-10-3/1 | 10 | 3 | 1 | „ 600 „ 1000 |
| ТПОФЗ-10-3/3 | 10 | 3 | 3 | „ 600 „ 1500 |
| ТПОФЗД-10-3/Д | 10 | 3 | Д | „ 600 „ 1500 |
| ТПОФУД-10-Д | 10 | Д | — | „ 600 „ 1000 |
| ТПОФУД-10-Д/Д | 10 | Д | Д | „ 600 „ 1000 |
| ТПОФУД-10-Д/0,5 | 10 | Д | 0,5 | „ 750 „ 1000 |
| ТПОФУД-10-Д/1 | 10 | Д | 1 | „ 600 „ 1000 |
| ТПОФУД-10-Д/3 | 10 | Д | 3 | „ 600 „ 1000 |
| ТПОФУЗ-10-3 | 10 | 3 | — | „ 600 „ 1000 |
| ТПОФУЗ-10-3/0,5 | 10 | 3 | 0,5 | „ 750 „ 1000 |
| ТПОФУЗ-10-3/1 | 10 | 3 | 1 | „ 600 „ 1000 |
| ТПОФУЗ-10-3/3 | 10 | 3 | 3 | „ 600 „ 1000 |
| ТПОФУЗД-3/Д | 10 | 3 | Д | „ 600 „ 1000 |
| ТПОЛ-10-Р | 10 | 0,5 | — | „ 600 „ 1500 |
| ТПОЛ-10-Р-Р | 10 | 0,5 | 0,5 | „ 600 „ 1500 |
| ТПОЛ-10-0,5/Р | 10 | 0,5 | 0,5 | „ 600 „ 1500 |
| ТПШФ-10-0,5/0,5 | 10 | 0,5 | 0,5 | „ 2000 „ 5000 |
| ТПШФ-10-0,5/3 | 10 | 0,5 | 3 | „ 2000 „ 5000 |

Продолжение табл. 152

| Номенклатурное обозначение | Номинальное напряжение, кВ | Класс точности | | Номинальный первичный ток, а |
|----------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|
| | | 1-го сердечника | 2-го сердечника | |
| ТПШФД-10-Д/0,5 | 10 | Д | 0,5 | От 2000 до 5000 |
| ТПЩФД-10-Д/3 | 10 | Д | 3 | „ 2000 „ 5000 |
| ТПШФД-10-Д/Д | 10 | Д | Д | „ 2000 „ 5000 |
| ТПШФЗ-10-3/0,5 | 10 | 3 | 0,5 | „ 2000 „ 5000 |
| ТПШФЗ-10-3/3 | 10 | 3 | 3 | „ 2000 „ 5000 |
| ТПШФЗД-10-3/Д | 10 | 3 | Д | „ 2000 „ 5000 |
| ТПШФЗД-10-3/Д | 10 | 3 | Д | „ 2000 „ 5000 |
| ТФН-35-0,5/3 | 35 | 0,5 | 3 | „ 15 „ 1000 |
| ТФНД-35-Д/0,5 | 35 | Д | 0,5 | „ 15 „ 1000 |
| ТФНУ-35-0,5/1 | 35 | 0,5 | 1 | „ 15 „ 600 |
| ТФНУД-35-Д/0,5 | 35 | Д | 0,5 | „ 15 „ 600 |

4. Предохранители высокого напряжения

Высоковольтные предохранители служат для защиты отдельных аппаратов и участков высоковольтной сети от коротких замыканий.

В настоящее время получили исключительное распространение предохранители с заполнением кварцевым песком.

Предохранители по назначению разбиваются на:

силовые предохранители для внутренней (тип ПК) и наружной (типы ПК-6Н и ПК-10Н) установок;

предохранители для трансформаторов напряжения (типы ПКТ и ПКТУ).

Для установки, подверженной вибрации, должны применяться предохранители типа ПКЭ.

Шкала номинальных токов плавких вставок силовых предохранителей: 2—3—5—7,5—10—15—20—30—40—50—75—100—150—200—300—400 а.

Основные данные высоковольтных предохранителей приведены в табл. 153 и 154.

Таблица 153

Основная техническая характеристика высоковольтных силовых предохранителей типа ПК, ПК-6Н, ПК-10Н и ПКЭ

| Номинальное напряжение, кВ | 3 | | | | 6 | | | | 10 | | | | 35 | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|----|-----|-----|-----|----|----|-----|--------------|----|----|-----|-----|----|----|--------------|--|--|---|--|--|
| | Наибольший номинальный ток патрона, А | 30 | 100 | 200 | 400 | 30 | 75 | 150 | 300 | 30 | 50 | 100 | 200 | 10 | 20 | 40 | | | | | |
| Наименьший отключаемый ток в долях от номинального тока | Не ограничен | | | | 1,3 | | | | Не ограничен | | | | 1,3 | | | Не ограничен | | | 3 | | |

Таблица 154

Основная техническая характеристика предохранителей типа ПКТ для трансформаторов напряжения

| Тип | ПКТ-10 | | | ПКТ-20 | | ПКТ-35 |
|---|---------------------------------|---|---|---------------|------|--------|
| | Номинальное напряжение сети, кВ | 3 | 6 | 10 | 15 | 20 |
| Наибольшая разрывная мощность (трехфазная), кВА | Не ограничена | | | Не ограничена | 1000 | 1000 |

Продолжение табл. 154

| Тип | ПКТ-10 | | | ПКТ-20 | | ПКТ-35 | |
|--|--------------|-----|------|--------|--------------|--------|----|
| Наибольший отключаемый ток кор. зам., <i>ка эфф</i> | Не ограничен | | | 50 | Не ограничен | 30 | 17 |
| Наибольший пик тока при отключении токов кор. зам., <i>а</i> | 160 | 300 | 1000 | 350 | 850 | 700 | |

5. Конденсаторы для повышения коэффициента мощности

Для повышения коэффициента мощности электроустановок широко используются бумажно-масляные конденсаторы серии КМ. Конденсаторы этой серии предназначены для работы в установках с частотой 50 гц.

Технические данные конденсаторов этой серии приведены в табл. 155.

Таблица 155

Техническая характеристика бумажно-масляных конденсаторов (серия КМ)

| Тип | Номинальное напряжение, <i>в</i> | Типовая емкость, <i>мкф</i> | Типовая мощность, <i>квар</i> | Напряжение, при котором допускается длительная работа конденсатора, <i>в</i> |
|--------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--|
| КМ-0,23-5-3 | 230 | 220 | 5,4 | 250 |
| КМ-0,40-7-3 | 400 | 140 | 7,0 | 430 |
| КМ-0,40-9-3 | 400 | 180 | 9,0 | 430 |
| КМ-0,525-7-3 | 525 | 85 | 7,3 | 575 |
| КМ-0,525-9-3 | 525 | 105 | 9,0 | 575 |

Продолжение табл. 155

| Тип | Номинальное напряжение, в | Типовая емкость, мкф | Типовая мощность, квар | Напряжение, при котором допускается длительная работа конденсатора, в |
|---------------|---------------------------|----------------------|------------------------|---|
| КМ-1,05-9-1 | 1 050 | 26,0 | 9,0 | 1 150 |
| КМ-3,15-10-1 | 3 150 | 3,22 | 10,0 | 3 500 |
| КМ-6,3-10-1 | 6 300 | 0,803 | 10,0 | 6 900 |
| КМ-10,5-10-1 | 10 500 | 0,291 | 10,0 | 11 500 |
| КМ-0,23-18-3 | 230 | 1120 | 18,0 | 250 |
| КМ-0,40-36-3 | 400 | 726 | 36,0 | 430 |
| КМ-0,525-45-3 | 525 | 525 | 45,0 | 575 |
| КМ-1,05-24-1 | 1 050 | 69,2 | 24,0 | 1 150 |
| КМ-3,15-25-1 | 3 150 | 8,0 | 25,0 | 3 500 |
| КМ-6,3-25-1 | 6 300 | 2,0 | 25,0 | 6 900 |
| КМ-10,5-25-1 | 10 500 | 0,724 | 25,0 | 11 500 |

Примечание. Буква К означает область применения (косинусный), буква М — масляный, первая цифра — номинальное напряжение конденсатора в киловольтах, вторая — мощность конденсатора в киловольтамперах реактивных (квар), третья — число фаз в конденсаторе.

6. Разрядники

Для защиты электрических установок и линий электропередач высокого напряжения от опасных перенапряжений атмосферного (грозового) характера применяются два типа разрядников: *вентильные* и *трубчатые*.

Вентильные разрядники предназначены для защиты аппаратуры распределительных устройств и трансформаторных подстанций напряжением от 3 до 220 кв. Они изготавливаются следующих типов:

станционные типа РВС;

для защиты генераторов типа РВВМ;

подстанционные типа РВП.

Трубчатые разрядники применяются для защиты линий электропередач. В номенклатурном обозначении всегда дается значение действующего напряжения в кило-

вольтах (числитель дроби), а также верхний и нижний пределы действующего значения тока отключения в килоамперах.

Технические данные вентилярных разрядников представлены в табл. 156, трубчатых — в табл. 157.

Таблица 156

Техническая характеристика вентилярных разрядников

| Тип | Наибольшее допустимое напряжение, кВ | Пробивное напряжение, кВ | | Остающееся напряжение при 3000 А, кВ | Число элементов с номинальным напряжением, кВ | Число единичных искровых промежутков | Число вилитовых дисков |
|----------|--------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------------|------------------------|
| | | при 50 гц (не менее) | импульсное максимальное (не более) | | | | |
| РВС-3 | 3,8 | 8,5 | 25 | 19 | 1×3 | 4 | 3—4 |
| РВС-6 | 7,6 | 16,0 | 35 | 33 | 1×6 | 6 | 5—6 |
| РВС-10* | 12,8 | 25,0 | 50 | 55 | 1×10 | 10 | 6—10 |
| РВС-15 | 21,0 | 41,0 | 75 | 71 | 1×15 | 16 | 15—18 |
| РВС-20 | 25,0 | 45,0 | 85 | 86 | 1×20 | 20 | 20—22 |
| РВС-30** | 34,0 | 56,0 | 120 | 90 | 1×30 | 24 | 18—20 |
| РВС-35 | 42,0 | 75,0 | 130 | 140 | 1×35 | 32 | 30—36 |
| РВВМ-3 | 3,8 | 7,5 | 12 | 12 | — | 4 | 3—4 |
| РВВМ-6 | 7,6 | 15,0 | 21 | 22 | — | 6 | 5—7 |
| РВВМ-10 | 12,8 | 24,0 | 34 | 38 | — | 10 | 9—11 |
| РВП-3 | 3,8 | 8,5 | 25 | 17 | — | — | — |
| РВП-6 | 7,6 | 16,0 | 35 | 30 | — | — | — |
| РВП-10 | 12,8 | 25,0 | 50 | 50 | — | — | — |

* Нейтраль изолирована

** Нейтраль заземлена.

Таблица 157

Техническая характеристика трубчатых разрядников

| Тип разрядника | Номинальное напряжение, кВ | Предельные отключаемые токи (действующие значения), кА | Длина внешнего искрового промежутка, мм |
|--------------------------|----------------------------|--|---|
| РТ — $\frac{3}{0,2-1,5}$ | 3 | От 0,2 до 1,5 | 5—10 |
| РТ — $\frac{3}{1,5-7}$ | 3 | „ 1,5 „ 7 | 5—10 |
| РТ — $\frac{6}{0,3-7}$ | 6 | „ 0,3 „ 7 | 8; 15 |
| РТ — $\frac{6}{1,5-10}$ | 6 | „ 1,5 „ 10 | 8; 15 |
| РТ — $\frac{10}{0,5-7}$ | 10 | „ 0,5 „ 7 | 20 |
| РТ — $\frac{35}{0,4-3}$ | 35 | „ 0,4 „ 3 | 60; 100 |
| РТ — $\frac{35}{0,8-5}$ | 35 | „ 0,8 „ 5 | 60; 100 |
| РТ — $\frac{35}{1,8-10}$ | 35 | „ 1,8 „ 10 | 60; 100 |

Глава III. АППАРАТУРА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Аппаратами защиты косвенного действия являются различного рода реле защиты, замыкание контактов которых воздействует на цепь управления коммутационных аппаратов с последующим их выключением.

В основу действия большинства реле положен электромагнитный принцип. Это относится к реле типа ЭТ, ЭН и т. д. Встречаются также реле, работающие на индукционном принципе (например реле типа ИТ)

Таблица 158

Основная техническая характеристика защитных реле типа ЭТ, ЭН, ИТ и ЭВ

| Тип реле | Пределы регулировки | Пределы уставки, сек. | Примечание |
|------------------------------------|---------------------|-----------------------|--|
| ЭТ-521/0,2; ЭТ-522/0,2; ЭТ-523/0,2 | 0,05—0,2 а | — | Реле ЭТ-521 имеет НО контакт, реле ЭТ-522 имеет НЗ контакт, а реле ЭТ-523 имеет один НО и один НЗ контакты |
| ЭТ-521/0,6; ЭТ-522/0,6; ЭТ-523/0,6 | 0,15—0,6 а | — | |
| ЭТ-521/2; ЭТ-522/2; ЭТ-523/2 | 0,5—2 а | — | |
| ЭТ-521/6; ЭТ-522/6; ЭТ-523/6 | 1,5—6 с | — | |
| ЭТ-521/10; ЭТ-522/10; ЭТ-523/10 | 2,5—10 а | — | |
| ЭТ-521/20; ЭТ-522/20; ЭТ-523/20 | 5—20 а | — | |
| ЭТ-521/50; ЭТ-522/50; ЭТ-523/50 | 12,5—50 а | — | |
| ЭТ-521/100; ЭТ-522/100; ЭТ-523/100 | 25—100 а | — | |
| ЭТ-522/200 | 50—200 а | — | |
| ЭН-528/48; ЭН-529/48 | 12—48 в | — | |
| ЭН-524/60; ЭН-526/60 | 15—60 в | — | |
| ЭН-528/160; ЭН-529/160 | 40—160 в | — | |
| ЭН-524/200; ЭН-526/200 | 50—200 в | — | |
| ЭН-528/320; ЭН-529/320 | 80—320 в | — | |
| ЭН-524/400; ЭН-526/400 | 100—400 в | — | |

Продолжение табл. 158

| Тип реле | Пределы регулировки | Пределы уставки сек. | Примечание |
|---|--|--|---|
| ЭТД-551/40 ЭТД-551/50 ЭТД-551/60 | 10—40 ма 12,5—50 ма 15—60 ма | — — — | Реле минимального тока применяется в качестве вторичных реле в схемах земляной защиты |
| ИТ-81/1; ИТ-85/1 ИТ-81/2; ИТ-85/2; ИТ-84/2 ИТ-82/1 ИТ-82/2 ИТ-83/1 ИТ-83/2 ИТ-84/1; ИТ-86/1 ИТ-84/2; ИТ-86/2 | 4—10 а 2—5 а 4—10 а 2—5 а 4—10 а 2—5 а 4—10 а 2—5 а | 0,5—4 0,5—4 2—16 2—16 1—4 1—4 4—16 4—16 | Реле ИТ-81, ИТ-82, ИТ-83 и ИТ-84 имеют НО контакт, реле ИТ-85 и ИТ-86 имеют один НО и один НЗ контакты; реле ИТ-85 и ИТ-86 предназначены для защиты на переменном токе. Все реле работают с выдержкой времени и «отсечкой» (мгновенным отключением) при токах в 2—8 раз больше номинального |
| ЭВ-181 ЭВ-182 ЭВ-201 ЭВ-202 | — — — — | 0,25—4 0,5—10 0,25—4 0,5—10 | Реле ЭВ-181 и ЭВ-182 — постоянного тока для номинального напряжения 12, 24, 48, 110 и 220 в; реле ЭВ-201 и ЭВ-202 — переменного тока для 110, 127, 220 и 380 в |

Реле защиты разделяются на *реле мгновенного действия* и *реле с выдержкой времени*.

Выдержка времени может зависеть от тока перегрузки (зависимое реле) или не зависеть от него. Реле с независимой выдержкой времени называется *реле времени*.

Если мощность сигнала больше разрывной мощности контактов, то в схему включается *промежуточное реле* с малой потребляемой мощностью. Промежуточное реле также применяется для разветвления сигнала на несколько направлений.

Для указания и сигнализации срабатывания определенной защиты применяются *сигнальные реле* (тип ЭС).

Технические данные наиболее часто встречающихся реле приведены в табл. 158—161.

Таблица 159

Основная характеристика сигнальных реле тока

| Тип реле | Ток срабатывания, a | Сопротивление, om | Длительный ток, a |
|--------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| ЭС-21/0,01 | 0,01 | 2200 | 0,03 |
| ЭС-21У/0,01 | | | |
| ЭС-21/0,015 | 0,015 | 1000 | 0,045 |
| ЭС-21У/0,015 | | | |
| ЭС-21/0,025 | 0,025 | 320 | 0,075 |
| ЭС-21У/0,025 | | | |
| ЭС-21/0,05 | 0,05 | 70 | 0,15 |
| ЭС-21У/0,05 | | | |
| ЭС-21/0,075 | 0,075 | 30 | 0,225 |
| ЭС-21У/0,075 | | | |
| ЭС-21/0,1 | 0,1 | 18 | 0,3 |
| ЭС-21У/0,1 | | | |
| ЭС-21/0,15 | 0,15 | 8 | 0,45 |
| ЭС-21У/0,15 | | | |
| ЭС-21/0,25 | 0,25 | 3 | 0,75 |
| ЭС-21У/0,25 | | | |
| ЭС-21/0,5 | 0,5 | 0,7 | 1,5 |
| ЭС-21У/0,5 | | | |
| ЭС-21/1 | 1 | 0,2 | 3,0 |
| ЭС-21У/1 | | | |

Таблица 160

Основная характеристика промежуточных реле

| Тип реле | Номинальное напряжение, в | Номинальный ток, а | Тип реле | Номинальное напряжение, в | Номинальный ток, а |
|--------------------------------|---------------------------|--------------------|----------|---------------------------|--------------------|
| ЭП-101-А ЭП-103-А ЭПВ-32 | 24, 48 110, 220 | — | | 24 | 1 2 |
| | 48 | 1 2 4 | | 48 | 1 2 4 |
| ЭП-131 | 110 | 1 2 4 | ЭП-132 | 110 | 1 2 4 |
| | 220 | 1 2 4 | | 220 | 1 2 4 |
| ЭПВ-11 ЭПВ-12 | 24, 48 110, 220 | — | ЭПВ-11/3 | 24, 48 | 2 4 6 |
| | | | ЭПВ-11/4 | 110, 220 | 1 2 4 |

Т а б л и ц а 161

Основная характеристика сигнальных реле напряжения

| Тип реле | Номинальное напряжение, в | Длительное напряжение, в | Напряжение срабатывания, в | Сопротивление, ом |
|------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------|
| ЭС-21/220 | 220 | 242 | 132 | 28 000 |
| ЭС-21У/220 | | | | |
| ЭС-21/110 | 110 | 121 | 66 | 7 500 |
| ЭС-21У/110 | | | | |
| ЭС-21/48 | 48 | 53 | 29 | 1 440 |
| ЭС-21У/48 | | | | |
| ЭС-21/24 | 24 | 26,5 | 14,5 | 360 |
| ЭС-21У/24 | | | | |
| ЭС-21/12 | 12 | 13,5 | 7,2 | 87 |
| ЭС-21У/12 | | | | |

РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА И ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ

Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ

Электроснабжение какого-либо предприятия, города или поселка обычно производится от *энергосистемы*, т. е. совокупности электростанций, линий электропередач, трансформаторных и преобразовательных подстанций, связанных в одно целое.

«Правила устройства электроустановок» (ПУЭ) разделяют все электроустановки по надежности электроснабжения на следующие категории:

Первая категория — электроприемники, нарушение электроснабжения которых может привести к опасным последствиям для жизни людей, значительному ущербу народного хозяйства, повреждению оборудования, массовому браку продукции, расстройству сложного технологического процесса и особо важных элементов городского хозяйства.

Вторая категория — электроприемники, перерыв электроснабжения которых связан с массовым уменьшением выпуска продукции, простоем рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушением нормальных условий деятельности значительного количества городских жителей.

Третья категория — все остальные электроприемники.

В связи с этим все электроприемники первой категории должны питаться от двух независимых источников.

Электроприемники второй категории могут питаться от одного источника, но при условии, что перерыв электроснабжения будет непродолжительным.

Номинальные значения *эксплуатационных* (т. е. на зажимах токоприемников) *напряжений* и напряжений на зажимах источников стандартизованы (ГОСТ 721—41) и приведены в табл. 162.

Таблица 162

Номинальные напряжения в электрических установках

| Номинальные эксплуатационные напряжения | | | | Номинальные напряжения на зажимах | | | |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--|---|-------------------------|
| постоянного тока, в | трехфазного тока частотой 50 гц | | однофазного тока частотой 50 гц, в | генераторов | | трансформаторов | |
| | между фазными проводами, в | между фазным и нулевым проводами, в | | постоянного тока, в | трехфазного тока частотой 50 гц между фазными проводами, в | трехфазного тока частотой 50 гц между фазными проводами | |
| | | | | | | у первичных обмоток, кв | у вторичных обмоток, кв |
| 6 | — | — | — | — | — | — | — |
| 12 | — | — | 12 | — | — | — | — |
| 24 | — | — | 36 | — | — | — | — |
| 48 | — | — | — | — | — | — | — |
| 110 | 127 | — | — | 115 | 133 | 0,133 | 0,133 |
| 220 | 220 | 127 | — | 230 | 230 | 0,220 | 0,230 |
| 440 | 380 | 220 | — | 460 | 400 | 0,380 | 0,400 |
| — | 500 | — | — | — | 525 | 0,500 | 0,525 |
| — | 3 000 | — | — | — | 3 150 | 3 и 3,15** | 3,15 и 3,3*** |
| — | 6 000 | — | — | — | 6 300 | 6 и 6,3** | 6,3 и 6,6*** |
| — | 10 000 | — | — | — | 10 500 | 10 и 10,5** | 10,5 и 11*** |
| — | — | — | — | — | 15 000 | 15,75 | — |
| — | 35 000 | — | — | — | — | 35 | 38,5 |
| — | 110 000 | — | — | — | — | 110 | 121 |
| — | 154 000* | — | — | — | — | 154 | 169 |
| — | 220 000 | — | — | — | — | 220 | 242 |
| — | 400 000 | — | — | — | — | 400 | 440 |

* Не рекомендуется и допускается лишь в случаях, когда применение его обусловлено технико-экономическими преимуществами.

** Эти напряжения у первичных обмоток относятся к повысительным и понизительным трансформаторам, присоединяемым непосредственно к сборным полосам и выводам генераторов.

*** Эти напряжения у вторичных обмоток относятся к понизительным трансформаторам с повышенным напряжением короткого замыкания (8% и более).

Согласно ПУЭ, отклонения напряжений от номинального значения не должны превышать следующих пределов:

а) для электродвигателей отклонение не должно быть более ± 5 (в отдельных случаях допускается большее отклонение — вплоть до $+10\%$);

б) для наиболее отдаленных ламп внутреннего рабочего освещения промышленных предприятий отклонение не должно быть более $2,5\%$ от номинального напряжения ламп, а для наружного, аварийного освещения и освещения жилых зданий — не более 5% ;

в) при аварийных режимах напряжение на лампах не должно снижаться более чем на 12% и повышаться более чем на 5% от их номинального напряжения.

Согласно ПУЭ, средневзвешенный коэффициент мощности электроустановок, присоединяемых к электрическим сетям, должен быть не ниже $0,92—0,95$.

Уменьшение указанной величины допускается лишь по согласованию с Энергоуправлением в случае наличия в энергосистеме избытка реактивной мощности и запрещения вследствие этого Энергоуправлением установок на предприятиях всех видов компенсации.

В случае разрешения Энергоуправления реактивная мощность компенсирующей установки (например батареи статических конденсаторов) подсчитывается по формуле, приведенной в первом разделе IV гл.

Необходимый для подсчета нагрузки и соответственно выбора отдельных элементов схемы электроснабжения коэффициент спроса определяется экспериментально или по статическим данным для определенного типа установки.

Коэффициентом спроса k_c называется отношение расчетной нагрузки (P_p) к установленной мощности энергоприемника (P_y), т. е.

$$k_c = \frac{P_p}{P_y}.$$

Ориентировочные значения коэффициента спроса по некоторым отраслям промышленности приведены в табл. 163.

Т а б л и ц а 163

Коэффициенты спроса по мощности и коэффициенты мощности

| Наименование группы приемников | Коэффициент спроса | cos φ |
|--|--------------------|-------|
| Индивидуальный привод металлообрабатывающих станков: | | |
| цехи горячей обработки металлов при крупносерийном и поточном производстве | 0,27 | 0,65 |
| цехи холодной обработки металлов при крупносерийном и поточном производстве | 0,2 | 0,65 |
| цехи холодной обработки металлов при мелкосерийном и индивидуальном производстве | 0,18 | 0,65 |
| Вентиляторы: | | |
| производственные | 0,7 | 0,8 |
| санитарно-гигиенические | 0,65 | 0,8 |
| Насосы, двигатели, генераторы, трансмиссии | 0,7 | 0,8 |
| Приемники с повторно-кратковременным режимом: | | |
| краны цеховые | 0,15—0,2 | 0,5 |
| производственные механизмы | 0,2—0,4 | 0,5 |
| Механизмы непрерывного транспорта и обработки земли в литейных цехах: | | |
| несблокированные | 0,5 | 0,75 |
| непрерывно действующие | 0,65 | 0,75 |
| Печи: | | |
| сопротивления, сушильные шкафы, нагревательные приборы | 0,8 | 0,95 |
| индукционные низкой частоты | 0,8 | 0,35 |
| индукционные высокой частоты | 0,8 | 0,1 |
| плавильные | 0,9 | 0,87 |

Продолжение табл. 163

| Наименование группы приемников | Коэффициент спроса | cos φ |
|--|--------------------|-------|
| Сварочные машинные аппараты: | | |
| трансформаторы сварочные | 0,35 | 0,35 |
| однопостовые двигатели-генераторы . . | 0,35 | 0,6 |
| многопостовые двигатели-генераторы и нагреватели заклепок | 0,5—0,9 | 0,65 |
| точечные и шовные | 0,35 | 0,6 |
| Освещение производственных помещений . | 0,8 | 1,0 |

Глава II. ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

1. Типы трансформаторных подстанций

Трансформаторные подстанции разделяются на:

а) *закрытые*, когда все электрооборудование размещается внутри здания;

б) *комплектные* (КТП), состоящие из закрытых металлических шкафов с встроенным в них электрооборудованием, полностью изготовленных на заводе и поставляемых в собранном виде;

в) *открытые*, в которых все электрооборудование размещается на воздухе.

Закрытые подстанции обычно сооружают до 10 кв. При напряжении 35 кв и выше применяют, как правило, открытые подстанции. Комплектные подстанции изготавливают для внутренней и наружной установок.

2. Силовые трансформаторы

Основным оборудованием трансформаторных подстанций является трансформатор.

На трансформаторных подстанциях с напряжением до 35 кв включительно обычно применяют трехфазные двухобмоточные трансформаторы с естественным масляным охлаждением. Технические характеристики их приведены в табл. 164.

Технические данные трехфазных двухобмоточных трансформаторов с масляным охлаждением мощностью 20—5600 кВа

| Тип трансформатора | Номинальная мощность, кВа | Верхний предел номинального напряжения обмоток, кВ | | Изменение вторичного напряжения при номинальной нагрузке и $\cos \varphi_2 = 1,0$ | Напряжение короткого замыкания по сравнению с номинальным напряжением, % | Вес, т | |
|--------------------|---------------------------|--|-------------------|---|--|---------------|-------|
| | | высокое напряжение | низкое напряжение | | | выемной части | общий |
| ТМ-20/6 | 20 | 6,3 | 0,400 | 3,10 | 5,5 | 0,150 | 0,284 |
| ТМ-20/10 | 20 | 10,0 | 0,400 | 3,10 | 5,5 | 0,250 | 0,453 |
| ТМ-30/6 | 30 | 6,3 | 0,400 | 2,95 | 5,5 | — | — |
| ТМ-30/10 | 30 | 10,0 | 0,400 | 2,95 | 5,5 | — | — |
| ТМ-50/6 | 50 | 6,3 | 0,525 | 2,75 | 5,5 | 0,260 | 0,514 |
| ТМ-50/10 | 50 | 10,0 | 0,400 | 2,75 | 5,5 | 0,340 | 0,610 |
| ТМ-100/6 | 100 | 6,3 | 0,525 | 2,50 | 5,5 | 0,450 | 0,890 |
| ТМ-100/10 | 100 | 10,0 | 0,525 | 2,50 | 5,5 | 0,475 | 1,00 |
| ТМ-100/35 | 100 | 35,0 | 0,525 | 2,60 | 6,5 | 0,640 | 1,50 |
| ТМ-180/6 | 180 | 6,3 | 0,525 | 2,35 | 5,5 | 0,605 | 1,28 |
| ТМ-180/10 | 180 | 10,0 | 0,525 | 2,40 | 5,5 | 0,660 | 1,36 |
| ТМ-180/35 | 180 | 35,0 | 10,5 | 2,45 | 6,5 | 0,920 | 2,10 |
| ТМ-320/6 | 320 | 6,3 | 0,525 | 2,05 | 5,5 | 0,880 | 1,73 |
| ТМ-320/10 | 320 | 10,0 | 0,525 | 2,05 | 5,5 | 0,880 | 1,78 |
| ТМ-320/35 | 320 | 35,0 | 10,500 | 2,05 | 6,5 | 1,23 | 2,73 |
| ТМ-560/10 | 560 | 10,0 | 0,525 | 1,80 | 5,5 | 1,46 | 3,04 |
| ТМ-560/35 | 560 | 10,0 | 6,300 | 1,80 | 5,5 | 1,90 | 3,91 |
| ТМ-560/35 | 560 | 35,0 | 10,500 | 1,85 | 6,5 | — | — |
| ТМ-750/10 | 750 | 10 | 0,525 | 1,73 | 5,5 | 2,06 | 3,69 |
| ТМ-1000/10 | 1000 | 10 | 6,3 | 1,64 | 5,5 | 2,38 | 5,46 |
| ТМ-1000/35 | 1000 | 35 | 10,5 | 1,70 | 6,5 | 2,85 | 6,38 |

Для установки во внутренних подстанциях (например в высотных зданиях) согласно правилам пожарной безопасности применяются трансформаторы, не содержащие масла (сухие, с естественным воздушным охлаждением). Такие трансформаторы мощностью от 180 до 750 кВа изготавливаются нашей промышленностью. Техническая характеристика их приведена в табл. 165.

Таблица 165

Технические данные трехфазных двухобмоточных сухих трансформаторов мощностью 180—750 кВа

| Тип трансформатора | Номинальная мощность, кВа | Верхний предел номинального напряжения обмоток, кВ | | Коэффициент полезного действия при $\cos \varphi_2 = 1$ | Изменение вторичного напряжения при номинальной нагрузке и $\cos \varphi_2 = 1, 0/_{10}$ | Напряжение короткого замыкания по сравнению с номинальным напряжением, $0/_{10}$ | Вес, т |
|--------------------|---------------------------|--|-------------------|---|--|--|--------|
| | | высокое напряжение | низкое напряжение | | | | |
| ТС-180/10 | 180 | 10,5 | 0,525 | 97,51 | 1,80 | 5,5 | 1,73 |
| ТС-320/10 | 320 | 10,5 | 0,525 | 97,71 | 1,67 | 5,5 | 2,45 |
| ТС-560/10 | 560 | 10,5 | 0,525 | 98,09 | 1,46 | 5,5 | 3,75 |
| ТС-750/10 | 750 | 10,5 | 0,525 | 98,32 | 1,32 | 5,5 | 4,50 |

3. Высоковольтное оборудование, шины и изоляторы

Технические характеристики аппаратуры (выключателей, разъединителей, трансформаторов тока и напряжения, предохранителей, разрядников и пр.) приведены в четвертом разделе.

Токовые нагрузки медных, алюминиевых и стальных шин прямоугольного, круглого и трубчатого сечения приведены в табл. 166 и 167. Типоразмеры и номинальное напряжение опорных и проходных изоляторов, устанавливаемых в распределительных устройствах подстанций, приведены в табл. 168 и 169.

Шины прямо

| Размеры (ширина × толщину), мм | Медные - | | | |
|--------------------------------|--|-----------|-----------|-----------|
| | токовая нагрузка (а) при числе полос на полюс или фазу | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 15×3 | 210 | — | — | — |
| 20×3 | 275 | — | — | — |
| 25×3 | 340 | — | — | — |
| 30×4 | 475 | — | — | — |
| 40×4 | 625 | —/1090 | — | — |
| 40×5 | 700/705* | —/1250 | — | — |
| 50×5 | 860/870 | —/1525 | —/1895 | — |
| 50×6 | 955/960 | —/1700 | —/2145 | — |
| 60×6 | 1125/1145 | 1740/1990 | 2240/2495 | — |
| 80×6 | 1480/1510 | 2110/2630 | 2720/3220 | — |
| 100×6 | 1810/1875 | 2470/3245 | 3170/3940 | — |
| 60×8 | 1320/1345 | 2160/2485 | 2790/3020 | — |
| 80×8 | 1690/1755 | 2620/3095 | 3370/3850 | — |
| 100×8 | 2080/2180 | 3060/3810 | 3930/4690 | — |
| 120×8 | 2400/2600 | 3400/4400 | 4340/5600 | — |
| 60×10 | 1475/1525 | 2560/2725 | 3300/3530 | — |
| 80×10 | 1900/1990 | 3100/3510 | 3990/4450 | — |
| 100×10 | 2310/2470 | 3610/4325 | 4650/5385 | 5300/7250 |
| 120×10 | 2650/2950 | 4100/5000 | 5200/6250 | 5900/8350 |
| — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — |

* В числителе токовая нагрузка при переменном токе, а в зна-

Таблица 166

угольного сечения

1

| Алюминиевые | | | | Стальные | |
|--|-----------|-----------|-----------|--------------------------------|---|
| токовая нагрузка (а) при числе полюс на полюс или фазу | | | | размеры (ширина × толщину), мм | токовая нагрузка (а) при одной полюсе на полюс или фазу |
| 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 165 | — | — | — | 16×2,5 | 55/70 |
| 215 | — | — | — | 20×2,5 | 60/90 |
| 265 | — | — | — | 25×2,5 | 75/110 |
| 365/370 | — | — | — | 20×3 | 65/100 |
| 480 | —/855 | — | — | 25×3 | 80/120 |
| 540/545 | —/965 | — | — | 30×3 | 95/140 |
| 665/670 | —/1180 | —/1470 | — | 40×3 | 125/190 |
| 740/745 | —/1315 | —/1655 | — | 50×3 | 155/230 |
| 870/880 | 1350/1555 | 1720/1940 | — | 60×3 | 185/280 |
| 1150/1170 | 1630/2055 | 2100/2460 | — | 70×3 | 215/320 |
| 1425/1455 | 1935/2515 | 2500/3040 | — | 75×3 | 230/345 |
| 1025/1040 | 1680/1840 | 2180/2330 | — | 80×3 | 245/365 |
| 1320/1355 | 2040/2400 | 2620/2975 | — | 90×3 | 275/410 |
| 1625/1690 | 2390/2945 | 3050/3620 | — | 100×3 | 305/460 |
| 1900/2040 | 2650/3350 | 3380/4250 | — | 20×4 | 70/115 |
| 1155/1180 | 2010/2110 | 2650/2720 | — | 22×4 | 75/125 |
| 1480/1540 | 2410/2735 | 3100/3440 | — | 25×4 | 85/140 |
| 1820/1910 | 2860/3350 | 3650/4160 | 4150/5650 | 30×4 | 100/165 |
| 2070/2300 | 3200/3900 | 4100/4860 | 4650/6500 | 40×4 | 130/220 |
| — | — | — | — | 50×4 | 165/270 |
| — | — | — | — | 60×4 | 195/325 |
| — | — | — | — | 70×4 | 225/375 |
| — | — | — | — | 80×4 | 260/430 |
| — | — | — | — | 90×4 | 290/480 |
| — | — | — | — | 100×4 | 325/535 |

менателе при постоянном токе.

Шины круглого и

| Диаметр, мм | Круглые | | Трубчатые медные | |
|----------------|---|---------------------|--|-----------------------|
| | токовая нагрузка (a) при переменном и постоянном токе | | внутренний и наружный диаметры трубы, мм | токовая нагрузка, a |
| | для медных шин | для алюминиевых шин | | |
| 6 | 155 | 120 | 12/15 | 340 |
| 7 | 195 | 150 | 14/18 | 460 |
| 8 | 235 | 180 | 16/20 | 505 |
| 10 | 320 | 245 | 18/22 | 555 |
| 12 | 415 | 320 | 20/24 | 600 |
| 14 | 505 | 390 | 22/26 | 650 |
| 15 | 565 | 435 | 25/30 | 830 |
| 16 | 610/615* | 475 | 29/34 | 925 |
| 18 | 720/725 | 560 | 35/40 | 1100 |
| 19 | 780/785 | 605/610 | 40/45 | 1200 |
| 20 | 835/840 | 650/655 | 45/50 | 1330 |
| 21 | 900/905 | 695/700 | 49/55 | 1580 |
| 22 | 955/965 | 740/745 | 53/60 | 1860 |
| 25 | 1140/1165 | 885/900 | 62/70 | 2295 |
| 27 | 1270/1290 | 980/1000 | 72/80 | 2610 |
| 28 | 1325/1360 | 1025/1050 | 75/85 | 3070 |
| 30 | 1450/1490 | 1120/1155 | 90/95 | 2460 |
| 35 | 1770/1865 | 1370/1450 | 90/100 | 3060 |
| 38 | 1960/2100 | 1510/1620 | | |
| 40 | 2080/2260 | 1610/1750 | | |
| 42 | 2200/2430 | 1700/1870 | | |
| 45 | 2380/2670 | 1850/2060 | | |

* В числителе токовая нагрузка при переменном токе, а в

Т а б л и ц а 167

трубчатого сечений

| Трубчатые алюминиевые | | Трубчатые стальные | | | |
|--|---------------------------|---------------------------------|----------------------------|---|--|
| | | Размер трубы | | Токовая нагрузка (а) при переменном токе | |
| внутренний и наруж- ный диа- метры трубы, мм | токовая нагрузка, а | внутренний диаметр, дюймы | наружный диаметр, мм | без разреза трубы | с про- дольным разрезом трубы |
| 13/16 | 295 | ¼ | 13,5 | 75 | — |
| 17/20 | 345 | ⅜ | 17,0 | 90 | — |
| 18/22 | 425 | ½ | 21,35 | 118 | — |
| 27/30 | 500 | ¾ | 26,75 | 145 | — |
| 26/30 | 575 | 1 | 33,50 | 180 | — |
| 25/30 | 640 | 1¼ | 42,45 | 220 | — |
| 36/40 | 765 | 1½ | 48,00 | 255 | — |
| 35/40 | 850 | 2 | 60,00 | 320 | — |
| 40/45 | 935 | 2½ | 75,50 | 390 | — |
| 45/50 | 1040 | 3 | 88,50 | 455 | — |
| 50/55 | 1145 | 4 | 114 | 670 | 770 |
| 54/60 | 1340 | 5 | 137 | 800 | 890 |
| 64/70 | 1545 | 6 | 164 | 900 | 1000 |
| 74/80 | 1770 | | | | |
| 72/80 | 2035 | | | | |
| 75/85 | 2400 | | | | |
| 90/95 | 1925 | | | | |
| 90/100 | 2840 | | | | |

знаменателе при постоянном токе.

Т а б л и ц а 168

Типоразмеры и номинальное напряжение опорных изоляторов

| Типоразмеры изоляторов | Номинальное напряжение, кв | Типоразмеры изоляторов | Номинальное напряжение, кв |
|------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|
| ОА-6кр | 6 | ОБ-10ов | 10 |
| ОА-6ов | 6 | ОБ-10кр | 10 |
| ОБ-6кр | 6 | ОВ-10кв | 10 |
| ОБ-6ов | 6 | ОД-10кв | 10 |
| ОМА-6 | 6 | ОА-20кр | 20 |
| ОМБ-6 | 6 | ОД-20кв | 20 |
| ОМА-10 | 10 | ОА-35кр | 35 |
| ОМБ-10 | 10 | ОА-35ов | 35 |
| ОА-10ов | 10 | ОБ-35кв | 35 |
| ОА-10кр | 10 | | |

Примечание. Условные обозначения изоляторов: буква О — опорный изолятор; буквы А, Б, В, Д характеризуют механическую прочность (А — 375 кг, Б — 750 кг, В — 1200 кг, Д — 2000 кг); буква М — изолятор с внутренней заделкой арматуры; цифры после букв — номинальное напряжение, кв; буквы кр, ов, кв — форма нижнего основания изолятора (круглая, овальная, квадратная).

Т а б л и ц а 169

Типоразмеры и номинальное напряжение проходных изоляторов

| Типоразмеры изоляторов | Номинальное напряжение, кв | Номинальный ток, а |
|------------------------|----------------------------|--------------------|
| ПА-6/250 | 6 | 250 |
| ПА-6/400 | 6 | 400 |
| ПБ-6/400 | 6 | 400 |

Продолжение табл. 169

| Типоразмеры изоляторов | Номинальное напряжение, кВ | Номинальный ток, а |
|---------------------------|-------------------------------|--------------------|
| ПБ-6/600 | 6 | 600 |
| ПБ-6/1000 | 6 | 1000 |
| ПВ-6/1000 | 6 | 1000 |
| ПА-10/250 | 10 | 250 |
| ПА-10/400 | 10 | 400 |
| ПБ-10/250 | 10 | 250 |
| ПБ-10/400 | 10 | 400 |
| ПБ-10/600 | 10 | 600 |
| ПБ-10/1000 | 10 | 1000 |

Примечание. Условные обозначения изоляторов: буква П — проходной; буквы А, Б, В характеризуют механическую прочность (А — 375 кг, Б — 750 кг, В — 1200 кг); числитель — номинальное напряжение проходного изолятора, кВ; знаменатель — номинальный ток, а.

Глава III. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Наименьшие допустимые расстояния между токоведущими частями и различными конструктивными элементами распределительных устройств подстанций приведены в табл. 170 (для закрытых распределительных устройств напряжением до 1000 в), табл. 171 (для закрытых распределительных устройств напряжением 3—35 кВ) и табл. 172 (для открытых распределительных устройств).

Конструктивные элементы указанных распределительных устройств приведены на рис. 11 и 12.

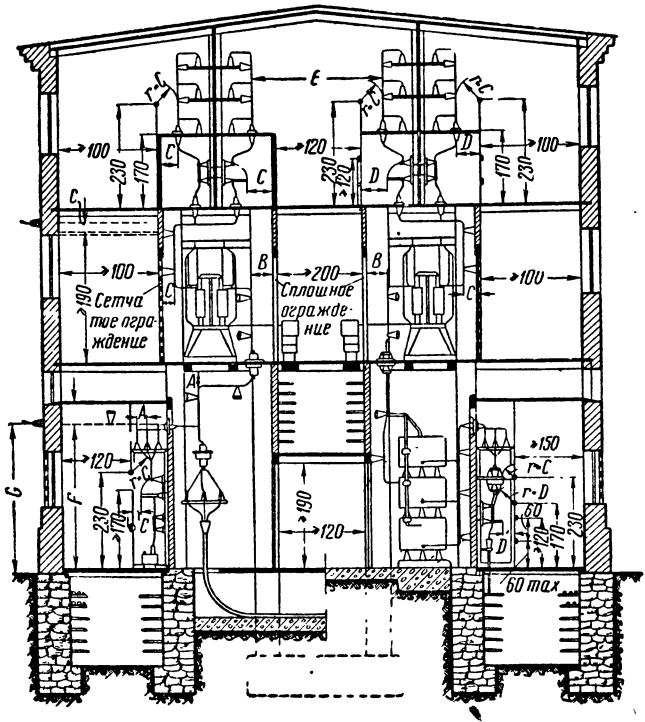


Рис. 11. Закрытое распределительное устройство

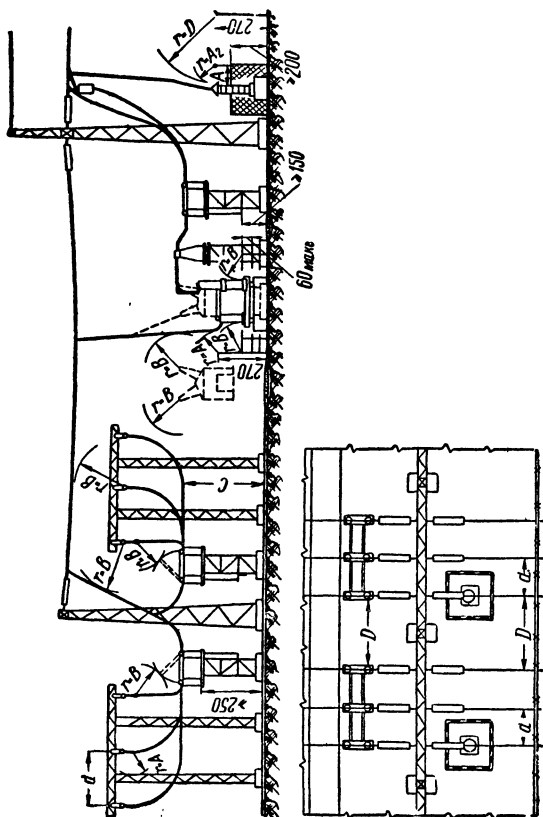


Рис. 12. Открытое распределительное устройство

**Наименьшие допустимые расстояния в закрытых
распределительных устройствах до 1000 в**

| Наименование расстояния | Расстояние, см |
|---|----------------|
| Между неподвижно укрепленными голыми находящимися под напряжением частями разной полярности, а также между ними и неизолированными металлическими частями*: | |
| по поверхности изоляции | 3,0 |
| по воздуху | 1,5 |
| От голых находящихся под напряжением частей до: | |
| поручней или сеток | 10,0 |
| сплошных съёмных ограждений | 5,0 |
| сетчатых ограждений в распределительных устройствах, установленных в помещениях, доступных для неквалифицированного персонала** | 70,0 |
| В проходах обслуживания, находящихся как с лицевой, так и с задней стороны распределительных устройств: | |
| ширина проходов в свету*** | 80,0 |
| высота проходов в свету | 190,0 |
| ширина дверей в проходах | 75,0 |
| высота дверей в проходах | 190,0 |
| Между неогражденными голыми токоведущими частями****, расположенными на доступной высоте (менее 2,2 м) по одну сторону прохода, и | |

* Исключение составляют осветительные щитки, для которых приведенные расстояния могут быть уменьшены соответственно до 2,0 и 1,0 см.

** В таких помещениях ограждения должны быть сетчатыми или сплошными высотой не менее 1,7 м.

*** В отдельных местах, стесненных выступающими строительными конструкциями, допускается ширина прохода 60 см.

**** Голые токоведущие части, находящиеся над проходом на высоте менее 2,2 м, должны быть ограждены. В качестве ограждения могут служить сетки с размерами ячеек не более 20×20 мм или сплошные покрытия. Высота ограждения от пола должна быть не менее 1,7 м.

Продолжение табл. 170

| Наименование расстояния | Расстояние, см. |
|--|-----------------|
| противоположной стеной или оборудованием, не имеющим неогражденных голых токоведущих частей: | |
| при напряжении до 500 в | 100,0 |
| при напряжении 500 в и выше | 150,0 |

Таблица 171

Наименьшие допустимые расстояния в закрытых распределительных устройствах и подстанциях напряжением от 3 до 35 кВ (см. рис. 11)

| Наименование расстояния | Расстояние (см) при напряжении, кВ | | | |
|--|------------------------------------|-----|------|-----|
| | до 3 | 6 | 10 | 35 |
| В свету между голыми токоведущими частями разных фаз, а также от голых токоведущих частей до заземленных конструкций и ограждений: | | | | |
| между проводами разных фаз, а также от токоведущих частей до заземленных конструкций и частей зданий (А) | 7,5 | 10 | 12,5 | 29 |
| от токоведущих частей до сплошных ограждений (В) | 10,5 | 13 | 15,5 | 32 |
| от токоведущих частей до сетчатых ограждений (С) | 17,5 | 20 | 22,5 | 39 |
| от токоведущих частей до барьеров (D) | 50 | 50 | 50 | 80 |
| Между неогражденными токоведущими частями, расположенными с двух сторон коридора обслуживания (E) | 200 | 200 | 200 | 220 |

Продолжение табл. 171

| Наименование расстояния | Расстояние (см) при напряжении, кВ | | | |
|--|------------------------------------|-----|-----|-----|
| | до 3 | 6 | 10 | 35 |
| Допускаемая высота неогражденных токоведущих частей над уровнем пола (F) | 250 | 250 | 250 | 275 |
| Высота прохода в свету под токоведущими частями не менее | 190 | 190 | 190 | 190 |
| Ширина коридора обслуживания (в свету между ограждениями): | | | | |
| а) при одностороннем расположении оборудования: | | | | |
| если в коридоре не находятся приводы выключателей или разъединителей | 100 | 100 | 100 | 100 |
| при наличии приводов или разъединителей | 150 | 150 | 150 | 150 |
| б) при двустороннем расположении оборудования: | | | | |
| если в коридоре не находятся приводы выключателей или разъединителей | 120 | 120 | 120 | 120 |
| при наличии приводов выключателей или разъединителей | 200 | 200 | 200 | 200 |
| От низшей точки проводов воздушных вводов в распределительных устройствах, не пересекающих проездов или мест, где возможно движение транспорта, до поверхности земли (G) | 450 | 450 | 450 | 475 |
| От низшей точки проводов воздушных вводов в здание распределительных устройств, расположенных над его крышей, до крыши | 300 | 300 | 300 | 300 |

**Наименьшие допустимые расстояния в открытых
распределительных устройствах и открытых установках
трансформаторов (см. рис. 12)**

| Наименование расстояния | Расстояние (см) при напряжении, кв | |
|---|------------------------------------|-----|
| | 10 и ниже | 35 |
| Между токоведущими частями разных фаз и от токоведущих до заземленных частей ($A; d$) | 20 | 40 |
| От токоведущих или незаземленных частей оборудования до сетчатых ограждений (A_2) | 25 | 40 |
| То же до барьеров (A_1) | 100 | 100 |
| Допускаемая высота неогражденных токоведущих частей над уровнем планировки (c) | 300 | 300 |
| Допускаемое расстояние между ближайшими неограждаемыми токоведущими частями: | | |
| по горизонтали (D) | 220 | 220 |
| по вертикали (B) | 100 | 100 |

РАЗДЕЛ ШЕСТОЙ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Глава I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1. Виды электрических машин по способам защиты

(по ГОСТ 2479—44)

Открытая электрическая машина выполнена без специальных приспособлений для предохранения от случайного прикосновения к вращающимся и токоведущим частям; она также не имеет специальных приспособлений для предотвращения попадания внутрь машины посторонних предметов. Имеет ограниченное распространение (только для установки в машинных залах).

Закрытая электрическая машина снабжена специальными приспособлениями, при помощи которых корпус машины отделяется от внешней среды, но не настолько плотно, чтобы машину можно было считать герметической. Предназначается для установки в пыльных помещениях и на открытом воздухе.

Защищенная электрическая машина снабжена специальными приспособлениями для предохранения от случайного прикосновения к ее вращающимся и токоведущим частям, а также для предотвращения попадания внутрь машины посторонних предметов. Предназначается для установки в закрытом помещении.

Каплезащищенная электрическая машина снабжена приспособлениями для предохранения ее внутренних частей от попадания капель влаги, падающих отвесно.

Брызгозащищенная электрическая машина снабжена приспособлениями для предохранения от попадания внутрь ее водяных брызг, падающих под углом до 45° к вертикали с любой стороны.

Водозащищенная электрическая машина выполнена таким образом, что при обливании ее водой из брандспойта вода не проникает внутрь машины.

Взрывобезопасная электрическая машина выполнена таким образом, что она может противостоять взрыву внутри нее газов, которые могут там накопиться, и не допускать воспламенения взрывчатых или горючих газов, содержащихся в окружающей среде при искрении или взрыве внутри электрической машины. Предназначается для установки на угольных шахтах и некоторых химических предприятиях.

Герметическая электрическая машина выполнена таким образом, что все отверстия ее закрыты настолько плотно, что при определенном наружном давлении исключается всякое сообщение между внутренним пространством машины и средой, окружающей ее.

2. Виды электрических машин по способам охлаждения

Естественно охлаждаемая электрическая машина не имеет приспособлений для усиления ее охлаждения. Этот тип охлаждения применяется обычно в открытых машинах.

Вентилируемая электрическая машина снабжена приспособлениями для усиления ее охлаждения.

Электрическая машина с самовентиляцией оснащена вентилярующими приспособлениями на ее вращающейся части.

Электрическая машина с независимой вентиляцией имеет вентиляционные устройства, не связанные с вращающейся частью машины.

Продуваемая электрическая машина для охлаждения снабжена вентиляционными устройствами, прогоняющими воздух через внутренние части машины.

Обдуваемая электрическая машина снабжена для охлаждения вентиляционными устройствами, обдувающими наружные части машины.

Электрическая машина с проточной вентиляцией охлаждается по открытому циклу, т. е. воздухом внешней среды.

Электрическая машина с замкнутой вентиляцией охлаждается все время одним и тем же объемом воздуха, который циркулирует по замкнутому циклу через внутренние части машины и специальные воздухоохладители.

3. Классификация изоляционных материалов

(по ГОСТ 183—55)

Изоляционные материалы, применяемые в электрических машинах, разделяются по теплостойкости на пять классов.

Класс изоляции А: хлопок, шелк, бумага и другие подобные органические материалы, пропитанные либо погруженные в масло, а также состав, называемый эмалью и применяемый при изготовлении эмалированной проволоки.

Класс изоляции В: изделия из слюды и асбеста, содержащие вяжущие вещества.

Класс изоляции ВС: изделия из слюды, стеклянной пряжи и асбеста на теплостойких лаках.

Класс изоляции СВ: изделия из слюды, стеклянной пряжи и асбеста на теплостойких лаках без применения изолирующих материалов класса А.

Класс изоляции С: слюда и стеклянная пряжа без вяжущих веществ, фарфор, стекло, кварц и другие подобные материалы.

Если изоляция содержит изолирующие материалы разных классов, то температура каждого из этих материалов не должна превосходить допустимую для него предельную температуру.

4. Пределы допускаемых превышений температур для электрических машин и трансформаторов

(по ГОСТ 183—55, 533—51)

Пределы допускаемых превышений температур при предельной допустимой температуре охлаждающего воздуха 35° для изолирующих материалов классов А и В даны в табл. 173.

Если машина, на которую распространяется ГОСТ 183—55, должна работать при предельно допустимой температуре охлаждающего воздуха, отличающейся от 35°, но лежащей в пределах от 25 до 45°, то пределы допускаемых превышений температур, указанные в п. 1 табл. 173, изменяются в соответствии с разностью между температурой 35° и заданной температурой охлаждающего воздуха. Эти измененные пределы допускаемых превышений температур и соответствующие им измененные номинальные данные машины указываются заводом-изготовителем

Т а б л и ц а 173

Пределы допускаемых превышений температур частей машин

| Части электрических машин и трансформаторов | Превышения температур, град. |
|---|--|
| 1. Обмотки переменного тока турбогенераторов, явнополюсных машин и асинхронных машин мощностью 5000 <i>кВа</i> и выше или с длиной сердечника 1 м и более | 65/85 |
| 2. Обмотки переменного тока меньших машин, обмотки возбуждения (многослойные) машин постоянного и переменного тока, кроме указанных в пп. 3 и 4, якорные обмотки, соединенные с коллектором | 60/75 |
| 3. Обмотки возбуждения однорядных турбогенераторов, стержневые обмотки роторов асинхронных машин при числе стержней в пазу не более двух | 70/95 |
| 4. Обмотки возбуждения малого сопротивления и компенсационные обмотки | 65/85 |
| 5. Изолированные обмотки, непрерывно замкнутые на себя, коллекторы | 65/85 |
| 6. Неизолированные обмотки, непрерывно замкнутые на себя, железные сердечники и другие части, не соприкасающиеся с обмотками | Не должны достигать величин, создающих опасность повреждения изолирующих или других смежных материалов |
| 7. Стальные сердечники и другие части, соприкасающиеся с обмотками | 65, если изоляция обмотки класса А; |
| | 85, если изоляция обмотки класса В |

Продолжение табл. 173

| Части электрических машин и трансформаторов | Превышения температур, град. |
|---|------------------------------|
| 8. Контактные кольца, защищенные и незащищенные | 70/90 |
| 9. Подшипники скольжения | 45/45 |
| 10. Подшипники качения | 60/60 |
| 11. Обмотки силовых трансформаторов | 70 |
| 12. Сердечники силовых трансформаторов (на поверхности) | 75 |
| 13. Масло силовых трансформаторов (в верхних слоях) | 60 |

Примечания. 1. В числителе приведены превышения температур для изоляции класса А, а в знаменателе — для класса В.

2. Обмотки роторов турбогенераторов для изоляции класса ВС допускают превышения температуры до 110°.

Глава II. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

1. Технические данные асинхронных электродвигателей основных типов

Ранее выпускавшиеся электродвигатели серий И, ТН, АД, Р, МА-200, АМ-6 и другие заменяются электродвигателями единой серии А, которые выполняются с короткозамкнутым ротором (одно-, двух-, трех- и четырехскоростные) и с фазным ротором.

По наружному диаметру сердечника статора электродвигатели единой серии выпускаются девяти габаритов: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 и 11,

Оболочка электродвигателя (станина и щиты) изготовляется из чугуна или из алюминия. Электродвигатели в алюминиевой оболочке в среднем на 30% легче чугунных. Независимо от рода оболочки электродвигатели имеют одинаковые электротехнические характеристики и одинаковые установочные размеры.

По способу защиты электродвигатели выполняются защищенными и закрытыми, обдуваемыми. Обозначения типов электродвигателей приведены в табл. 174.

Т а б л и ц а 174

Обозначения типа двигателей серии А

| Исполнение | Оболочка | Буквенное обозначение |
|---------------------|-------------|-----------------------|
| Защищенное | Чугунная | А |
| " | Алюминиевая | АЛ |
| Закрытое обдуваемое | Чугунная | АО |
| То же | Алюминиевая | АОЛ |

Первая цифра после букв указывает на условную величину наружного диаметра сердечника (габарит), вторая цифра — на порядковую длину сердечника, цифра после тире — на число полюсов.

Электродвигатели выпускаются в горизонтальном и вертикальном исполнениях.

Технические данные электродвигателей единой серии приведены в табл. 175—191.

В связи с тем, что ранее выпускавшиеся электродвигатели серий И, ТН, АД, Р, МА, АМ и др. еще некоторое время будут использоваться в электроустановках, в табл. 192 и 193 приводятся их технические данные.

Таблица 175

Технические данные асинхронных электрических двигателей в защищенном исполнении.

Короткозамкнутый ротор 3000 об/мин (синхр.)

| Тип | Номинальная мощность на валу, кВт | | | | При номинальной нагрузке | | | | cos φ | $\frac{T_{пуск}}{T_{ном}}$ | $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$ | Вес двигателя, кг | | Маховой момент ротора, кг·м ² |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------|-------|--------------------------|-------------|------|------|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|------|--|
| | скорость вращения, об/мин | ток статора (α) при напряжении, в | | | | к. п. д., % | А | АЛ | | | | | | | |
| | | 127 | 220 | 380 | 500 | | | | | | | | | | |
| A31-2 | 1,0 | 2850 | 6,6 | 3,8 | 2,2 | 1,7 | 79,0 | 0,86 | 5,5 | 1,8 | 2,2 | 2,2 | 17,0 | 12,0 | 0,008 |
| A32-2 | 1,7 | 2850 | 11,1 | 6,4 | 3,7 | 2,8 | 81,5 | 0,87 | 6,0 | 2,0 | 2,4 | 2,4 | 23,0 | 16,0 | 0,014 |
| А и АЛ-41-2 | 2,8 | 2870 | 17,3 | 10,0 | 5,8 | 4,4 | 84,0 | 0,88 | 5,5 | 1,6 | 2,2 | 2,2 | 33,0 | 23,0 | 0,024 |
| А и АЛ-42-2 | 4,5 | 2870 | 27,0 | 15,7 | 9,1 | 6,8 | 85,5 | 0,88 | 6,0 | 1,8 | 2,4 | 2,4 | 42,0 | 30,5 | 0,034 |
| А и АЛ-51-2 | 7,0 | 2890 | 41,0 | 24,0 | 13,8 | 10,5 | 87,0 | 0,89 | 6,0 | 1,5 | 2,2 | 2,2 | 71,0 | 50,5 | 0,11 |
| А и АЛ-52-2 | 10,0 | 2890 | 58,5 | 33,8 | 19,5 | 15,0 | 87,5 | 0,89 | 6,5 | 1,6 | 2,4 | 2,4 | 92,0 | 65,0 | 0,16 |
| A61-2 | 14,0 | 2920 | — | 47,0 | 27,5 | 21,0 | 87,5 | 0,89 | 5,5 | 1,2 | 2,5 | 2,5 | 130,0 | — | 0,27 |
| A62-2 | 20,0 | 2920 | — | 66,0 | 38,0 | 29,0 | 88,5 | 0,90 | 6,0 | 1,3 | 2,4 | 2,4 | 143,0 | — | 0,35 |
| A71-2 | 28,0 | 2930 | — | 92,0 | 53,0 | 40,5 | 89,0 | 0,90 | 5,0 | 1,0 | 2,2 | 2,2 | 210,0 | — | 0,57 |
| A72-2 | 40,0 | 2930 | — | 128,0 | 74,0 | 56,0 | 90,0 | 0,91 | 5,5 | 1,1 | 2,4 | 2,4 | 235,0 | — | 0,73 |
| A81-2 | 55,0 | 2930 | — | 175,0 | 101,0 | 77,0 | 90,5 | 0,91 | 5,5 | 1,0 | 2,2 | 2,2 | 370,0 | — | 1,4 |
| A82-2 | 75,0 | 2930 | — | 235,0 | 136,0 | 104,0 | 91,0 | 0,92 | 5,5 | 1,1 | 2,4 | 2,4 | 415,0 | — | 1,8 |
| A91-2 | 100,0 | 2950 | — | 312,0 | 180,0 | 137,0 | 91,5 | 0,92 | 5,5 | 1,0 | 2,2 | 2,2 | 505,0 | — | 3,3 |
| A92-2 | 125,0 | 2950 | — | 388,0 | 225,0 | 171,0 | 92,0 | 0,92 | 5,5 | 1,0 | 2,2 | 2,2 | 685,0 | — | 4,3 |

Таблица 176

Технические данные асинхронных электрических двигателей в защищенном исполнении.
Короткозамкнутый ротор 1500 об/мин (синхр.)

| Тип | При номинальной нагрузке | | | | $I_{пск}$ | $I_{ном}$ | $M_{пск}$ | $M_{ном}$ | $M_{макс}$ | $M_{ном}$ | Вес двигателя, кг | | Маховой момент ротора, кг·с ² | | | | |
|-------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-------------------|-------------|--|---|----|-----|-----|
| | Номинальная мощность на валу, кВт | Скорость вращения, об/мин | ток статора (α) при напряжении, в | | | | | | | | cos φ | k. п. л., % | | А | АЛ | | |
| | | | 127 | 220 | | | | | | | | | | | | 380 | 500 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А31-4 | 0,6 | 1410 | 4,8 | 2,8 | 1,6 | 1,274,0 | 0,76 | 5,0 | 1,8 | 2,0 | 15,5 | 12,0 | 0,013 | | | | |
| А32-4 | 1,0 | 1410 | 7,3 | 4,2 | 2,4 | 1,8078,5 | 0,79 | 5,5 | 2,0 | 2,0 | 23,0 | 16,0 | 0,019 | | | | |
| А и АЛ-41-4 | 1,7 | 1410 | 11,6 | 6,7 | 3,9 | 2,981,5 | 0,82 | 5,5 | 1,7 | 2,0 | 32,5 | 22,0 | 0,042 | | | | |
| А и АЛ-42-4 | 2,8 | 1420 | 18,2 | 10,5 | 6,1 | 4,683,5 | 0,84 | 6,0 | 1,9 | 2,2 | 41,5 | 29,5 | 0,06 | | | | |
| А и АЛ-51-4 | 4,5 | 1420 | 28,2 | 16,3 | 9,4 | 7,285,5 | 0,85 | 6,0 | 1,4 | 2,0 | 69,0 | 48,0 | 0,17 | | | | |
| А и АЛ-52-4 | 7,0 | 1410 | 42,6 | 24,6 | 14,2 | 10,887,0 | 0,83 | 6,5 | 1,5 | 2,0 | 90,5 | 64,5 | 0,25 | | | | |
| А51-4 | 10,0 | 1440 | — | 34,1 | 19,7 | 15,087,0 | 0,88 | 5,0 | 1,2 | 2,0 | 124,0 | — | 0,36 | | | | |
| А62-4 | 14,0 | 1450 | — | 41,5 | 27,5 | 20,888,0 | 0,88 | 5,0 | 1,3 | 2,0 | 138,0 | — | 0,48 | | | | |
| А71-4 | 20,0 | 1450 | — | 67,0 | 39,0 | 29,689,0 | 0,88 | 5,0 | 1,1 | 2,1 | 205,0 | — | 0,95 | | | | |
| А72-4 | 28,0 | 1450 | — | 93,0 | 57,0 | 41,090,0 | 0,88 | 5,5 | 1,2 | 2,1 | 230,0 | — | 1,2 | | | | |
| А81-4 | 40,0 | 1450 | — | 131,0 | 76,0 | 57,590,5 | 0,89 | 6,0 | 1,1 | 2,3 | 360,0 | — | 1,9 | | | | |
| А82-4 | 55,0 | 1460 | — | 178,0 | 103,0 | 78,591,0 | 0,89 | 6,0 | 1,2 | 2,3 | 400,0 | — | 2,5 | | | | |
| А91-4 | 75,0 | 1460 | — | 242,0 | 140,0 | 106,091,5 | 0,89 | 5,5 | 1,0 | 2,1 | 590,0 | — | 4,7 | | | | |
| А92-4 | 100,0 | 1460 | — | 320,0 | 185,0 | 141,092,0 | 0,89 | 5,0 | 1,0 | 2,0 | 655,0 | — | 6,2 | | | | |

Таблица 177

Технические данные асинхронных электрических двигателей в защищенном исполнении.
Короткозамкнутый ротор 1000 об/мин (синхр.)

| Тип | При номинальной нагрузке | | | | | | | | | | Вес двигателя, кг | | Маховой момент ротора, кг·м ² | | | | |
|-------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------|-------|---------|-------------|-------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|--|------------------|---|----|---|
| | Номинальная мощность на валу, кВт | Скорость вращения, об/мин | ток статора (а) при напряжении, в | | | | k. п. д., % | cos φ | I _{пуск} | I _{ном} | M _{пуск} | M _{макс} | | M _{ном} | А | АЛ | |
| | | | 127 | 220 | 380 | 500 | | | | | | | | | | | φ |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А и АЛ-41-6 | 1,0 | 930 | 8,2 | 4,8 | 2,8 | 2,177 | 0,72 | 4,0 | 1,5 | 1,9 | 32,0 | 21,5 | 0,042 | | | | |
| А и АЛ-42-6 | 1,7 | 930 | 13,0 | 7,5 | 4,3 | 3,379 | 0,75 | 4,5 | 1,6 | 1,9 | 41,0 | 29,0 | 0,06 | | | | |
| А и АЛ-51-6 | 2,8 | 950 | 19,7 | 11,4 | 6,6 | 5,082 | 0,78 | 4,5 | 1,3 | 1,9 | 68,5 | 47,0 | 0,17 | | | | |
| А и АЛ-52-6 | 4,5 | 970 | 30,3 | 17,5 | 10,1 | 7,784 | 0,80 | 5,0 | 1,4 | 2,0 | 89,0 | 63,0 | 0,25 | | | | |
| А61-6 | 7,0 | 970 | — | 27,0 | 15,5 | 12,085 | 0,81 | 4,5 | 1,2 | 2,0 | 124,0 | — | 0,36 | | | | |
| А62-6 | 10,0 | 970 | — | 37,0 | 21,5 | 16,585 | 0,82 | 4,5 | 1,2 | 2,0 | 138,0 | — | 0,48 | | | | |
| А71-6 | 14,0 | 970 | — | 51,0 | 29,6 | 22,487 | 0,83 | 4,5 | 1,2 | 2,0 | 205,0 | — | 1,5 | | | | |
| А72-6 | 20,0 | 970 | — | 71,3 | 41,3 | 31,488 | 0,84 | 4,5 | 1,2 | 2,0 | 230,0 | — | 1,9 | | | | |
| А81-6 | 28,0 | 975 | — | 97,5 | 56,5 | 43,089 | 0,85 | 5,0 | 1,2 | 2,3 | 360,0 | — | 3,2 | | | | |
| А82-6 | 40,0 | 975 | — | 136,0 | 79,8 | 59,890 | 0,86 | 5,5 | 1,3 | 2,4 | 400,0 | — | 4,1 | | | | |
| А91-6 | 55,0 | 980 | — | 183,0 | 106,0 | 80,091 | 0,87 | 5,0 | 1,0 | 2,0 | 590,0 | — | 7,0 | | | | |
| А92-6 | 75,0 | 980 | — | 243,0 | 141,0 | 107,092 | 0,88 | 5,0 | 1,0 | 2,0 | 665,0 | — | 9,2 | | | | |

Таблица 178

Технические данные асинхронных электрических двигателей в защищенном исполнении.
Короткозамкнутый ротор 750 об/мин (синхр.)

| Тип | Номинальная мощность на валу, кВт | | При номинальной нагрузке | | | | $I_{пуск} / I_{ном}$ | $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$ | Вес двигателя, кг | Маховой момент ротора, кг·м ² | | |
|-------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------|-------|------|----------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|--|-------|-----|
| | скорость вращения, об/мин | ток статора (а) при напряжении, в | к. п. д., % | cos φ | | | | | | | | | |
| | | | | 127 | 220 | 380 | | | | | | 500 | |
| A61-8 | 4,5 | 730 | — | 18,0 | 11,0 | 8,5 | 83,5 | 0,76 | 4,5 | 1,0 | 2,0 | 124,0 | 0,7 |
| A62-8 | 7,0 | 730 | — | 28,0 | 16,0 | 12,0 | 84,5 | 0,78 | 4,5 | 1,0 | 2,0 | 138,0 | 0,9 |
| A71-8 | 10,0 | 730 | — | 38,0 | 22,0 | 16,5 | 85,0 | 0,80 | 4,0 | 1,2 | 1,9 | 205,0 | 1,5 |
| A72-8 | 14,0 | 730 | — | 52,0 | 30,0 | 23,0 | 87,0 | 0,81 | 4,0 | 1,2 | 1,9 | 230,0 | 1,9 |
| A81-8 | 20,0 | 730 | — | 73,0 | 42,0 | 32,0 | 87,5 | 0,82 | 4,5 | 1,3 | 2,0 | 360,0 | 3,2 |
| A82-8 | 28,0 | 730 | — | 100,0 | 58,0 | 44,0 | 88,5 | 0,83 | 4,5 | 1,3 | 2,0 | 400,0 | 4,1 |
| A91-8 | 40,0 | 730 | — | 139,0 | 81,0 | 61,0 | 90,0 | 0,84 | 4,5 | 1,4 | 1,8 | 590,0 | 7,0 |
| A92-8 | 55,0 | 730 | — | 188,0 | 109,0 | 83,0 | 91,0 | 0,84 | 4,5 | 1,4 | 1,8 | 665,0 | 9,2 |

Таблица 179

Технические данные асинхронных электродвигателей единой серии А 10-го и 11-го габаритов (короткозамкнутый ротор)

| Тип | При номинальной нагрузке | | | | $I_{пуск}$ | $I_{ном}$ | $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$ | Маховой момент ротора, кг·м ² | Вес двигателя в защищенном исполнении без шкива и муфты (форма ПЛ-2), кг | Заменяет электродвигатели |
|--------|-----------------------------------|---------------------------|----------------|-------------|------------|-----------|----------------------------|----------------------------|--|--|---------------------------|
| | номинальная мощность на валу, кВт | скорость вращения, об/мин | ток статора, а | к. п. д., % | | | | | | | |
| А101-2 | 380 | 160 2955 | 291 | 93,3 | 0,89 | 5,3 | 1,3 | 2,1 | 8,85 | 980 | КАМО (У) 113-2 |
| А102-2 | 380 | 200 2960 | 355 | 94,0 | 0,91 | 5,8 | 1,3 | 2,3 | 10,0 | 1100 | КАМО (У) 122-2 |
| А103-2 | 380 | 250 2965 | 410 | 94,4 | 0,91 | 6,5 | 1,4 | 2,6 | 11,3 | 1220 | КАМО (У) 123-2 |
| А112-2 | 380 | 320 2960 | 562 | 94,5 | 0,91 | 6,5 | 1,7 | 2,3 | 23,0 | 1600 | — |
| А101-2 | 500 | 160 2955 | 221 | 93,3 | 0,89 | 5,3 | 1,3 | 2,1 | 8,85 | 980 | КАМО (У) 113-2 |
| А102-2 | 500 | 200 2960 | 270 | 94,0 | 0,91 | 5,8 | 1,3 | 2,3 | 10,0 | 1100 | КАМО (У) 122-2 |
| А103-2 | 500 | 250 2965 | 334 | 94,4 | 0,91 | 6,5 | 1,4 | 2,6 | 11,3 | 1220 | КАМО (У) 123-2 |
| А112-2 | 500 | 320 2960 | 428 | 94,5 | 0,91 | 6,5 | 1,7 | 2,3 | 23,0 | 1600 | КАМО (У) 124-2 |
| А102-2 | 3000 | 160 2960 | 38 | 91,3 | 0,88 | 5,6 | 1,2 | 2,2 | 10,0 | 1080 | КАМО (У) 122-2 |

3000 об/мин (синхр.)

Продолжение табл. 179

| Тип | Номинальное напряжение, в | Номинальная мощность на валу, кВт | При номинальной нагрузке | | | | $I_{пуск}$ | $I_{ном}$ | $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$ | Маховой момент ротора, кг·м ² | Вес двигателя в защите без шкива и муфты (форма Ш-2), кг | Заменяет электродвигатели |
|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------|-------------|-------|------------|-----------|----------------------------|----------------------------|--|--|---------------------------|
| | | | скорость вращения, об/мин | ток статора, а | к. п. д., % | cos φ | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| A103-2 | 3000 | 200 | 2960 | 46 | 92,2 | 0,91 | 6,2 | 1,3 | 2,5 | 11,3 | 1210 | КАМО (У) 123-2 | |
| A104-2 | 3000 | 250 | 2960 | 57 | 92,6 | 0,91 | 5,6 | 1,2 | 2,3 | 12,2 | 1270 | КАМО (У) 124-2 | |
| A112-2 | 3000 | 320 | 2960 | 74,5 | 92,9 | 0,89 | 5,1 | 1,2 | 1,9 | 23,0 | 1600 | КАМО (У) 132-2 | |
| A113-2 | 3000 | 400 | 2960 | 90,5 | 93,7 | 0,91 | 5,7 | 1,2 | 2,1 | 26,0 | 1810 | КАМО (У) 133-2 | |
| A113-2 | 6000 | 320 | 2970 | 37,1 | 92,1 | 0,90 | 6,4 | 1,4 | 2,6 | 26,0 | 1780 | КАМО (У) 134-2 | |
| A114-2 | 6000 | 400 | 2970 | 45,2 | 93,0 | 0,92 | 7,2 | 1,5 | 3,0 | 32,0 | 2080 | КАМО (У) 134-2 | |
| <i>1500 об/мин (синхр.)</i> | | | | | | | | | | | | | |
| A101-4 | 220/380 | 125 | 1470 | 393/227 | 93,1 | 0,9 | 5,3 | 1,3 | 2,2 | 14 | 970 | ДАМ6-115-4 | |
| A102-4 | 380 | 160 | 1470 | 291 | 93,6 | 0,9 | 5,2 | 1,3 | 2,2 | 16 | 1090 | ДАМ6-116-4 | |
| A103-4 | 380 | 200 | 1475 | 356 | 94,4 | 0,91 | 5,9 | 1,5 | 2,4 | 19 | 1200 | ДАМ6-126-4 | |
| A111-4 | 380 | 250 | 1470 | 455 | 93,8 | 0,89 | 4,6 | 0,9 | 1,9 | 35 | 1470 | ДАМ6-127-4 | |
| A112-4 | 380 | 320 | 1475 | 575 | 94,4 | 0,9 | 5,0 | 1,1 | 2,1 | 41 | 1600 | ДАМ6-128-4 | |

Продолжение табл. 179

| Тип | Номинальное напряжение, в | Номинальная мощность на валу, кВт | При номинальной нагрузке | | | | $\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$ | $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$ | Маховой момент ротора, кг·м ² | Вес двигателя в защите исполнения без шкива и муфты (форма Ш-2), кг | Заменяет электродвигатели |
|--------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------|-------------|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--|---|---------------------------|
| | | | скорость вращения, об/мин | ток статора, а | к. п. д., % | cos φ | | | | | | |
| A101-4 | 500 | 125 | 1470 | 173 | 93,1 | 0,9 | 5,3 | 2,2 | 14 | 970 | ДАМ6-115-4 | |
| A102-4 | 500 | 160 | 1470 | 221 | 93,6 | 0,9 | 5,2 | 2,2 | 16 | 1090 | ДАМ6-116-4 | |
| A103-4 | 500 | 200 | 1475 | 270 | 94,4 | 0,91 | 5,9 | 2,4 | 19 | 1200 | ДАМ6-117-4 | |
| A111-4 | 500 | 250 | 1470 | 346 | 93,8 | 0,89 | 4,6 | 1,9 | 35 | 1470 | ДАМ6-126-4 | |
| A112-4 | 500 | 320 | 1475 | 436 | 94,4 | 0,9 | 5,0 | 2,1 | 41 | 1660 | ДАМ6-127-4 | |
| A113-4 | 500 | 400 | 1475 | 538 | 94,9 | 0,905 | 4,9 | 2,1 | 49 | 1780 | ДАМ6-128-4 | |
| A101-4 | 3000 | 100 | 1470 | 24,7 | 89,7 | 0,87 | 5,1 | 2,2 | 14 | 950 | ДАМ6-115-4 | |
| A102-4 | 3000 | 125 | 1470 | 30,4 | 90,6 | 0,87 | 5,6 | 2,4 | 16 | 1070 | ДАМ6-116-4 | |
| A103-4 | 3000 | 160 | 1470 | 38,2 | 91,4 | 0,88 | 5,6 | 2,3 | 19 | 1160 | ДАМ6-117-4 | |
| A111-4 | 3000 | 200 | 1470 | 47,2 | 91,5 | 0,885 | 5,0 | 2,1 | 35 | 1440 | ДАМ6-126-4 | |
| A112-4 | 3000 | 250 | 1475 | 58 | 92,6 | 0,9 | 5,4 | 2,3 | 41 | 1570 | ДАМ6-127-4 | |
| A113-4 | 3000 | 320 | 1480 | 73 | 93 | 0,9 | 6,0 | 2,4 | 49 | 1740 | ДАМ6-136-4 | |
| A114-4 | 3000 | 400 | 1480 | 90,5 | 93,5 | 0,91 | 6,6 | 2,7 | 60 | 1990 | ДАМ-138-4 | |

Продолжение табл. 179

| Тип | Номинальное напряжение, в | Номинальная мощность на валу, кВт | При номинальной нагрузке | | | | $I_{пуск}$ | $I_{ном}$ | $M_{пуск}$ | $M_{макс}$ | $M_{ном}$ | Маховой момент ротора, кг·м ² | Вес двигателя в защите (форма П-2), кг | Заменяет электродвигатели |
|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------|-------------|-------|------------|-----------|------------|------------|-----------|--|--|---------------------------|
| | | | скорость вращения, об/мин | ток статора, а | к. п. д., % | cos φ | | | | | | | | |
| A112-4 | 6000 | 200 | 1480 | 24,1 | 91,2 | 0,875 | 6,6 | 1,5 | 2,9 | 41 | 1650 | — | | |
| A113-4 | 6000 | 250 | 1480 | 29,4 | 92,0 | 0,89 | 5,8 | 1,3 | 2,5 | 49 | 1720 | ДАМ6-137-4 | | |
| A114-4 | 6000 | 320 | 1480 | 37,1 | 92,8 | 0,895 | 5,5 | 1,6 | 2,8 | 60 | 1990 | ДАМ6-138-4 | | |
| <i>1000 об/мин (синхр.)</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| A101-6 | 220/380 | 100 | 985 | 318/184 | 92,7 | 0,895 | 5,4 | 1,0 | 2,4 | 20 | 970 | ГАМ6, ДАМ6-116-6 | | |
| A102-6 | 220/380 | 125 | 985 | 395/228 | 93,3 | 0,9 | 5,9 | 1,0 | 2,6 | 24 | 1050 | ГАМ6, ДАМ6-125-6 | | |
| A103-6 | 380 | 160 | 985 | 286 | 93,6 | 0,905 | 5,7 | 1,0 | 2,5 | 28 | 1180 | ГАМ6, ДАМ6-126-6 | | |
| A104-6 | 380 | 200 | 985 | 357 | 94,3 | 0,905 | 6,3 | 1,2 | 2,7 | 35 | 1360 | ГАМ6, ДАМ6-128-6 | | |
| A113-6 | 380 | 250 | 980 | 450 | 94 | 0,895 | 5,5 | 1,4 | 2,4 | 72 | 1740 | ГАМ6, ДАМ6-136-6 | | |
| A114-6 | 380 | 320 | 980 | 568 | 94,6 | 0,9 | 5,7 | 1,4 | 2,4 | 88 | 2020 | ГАМ6, ДАМ6-137-6 | | |

Продолжение табл. 179

| Тип | Номинальное напряжение, в | Номинальная мощность на валу, квт | При номинальной нагрузке | | | | $I_{пуск}$ | $I_{ном}$ | $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$ | Маховой момент ротора, кг·м ² | Вес двигателя в защите без шкива и муфты (форма Ш-2), кг | Заменяет электродвигатели |
|--------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------|-------------|-------|------------|-----------|----------------------------|----------------------------|--|--|---------------------------|
| | | | скорость вращения, об/мин | ток статора, а | к. п. д., % | cos φ | | | | | | | |
| A101-6 | 500 | 100 | 985 | 140 | 92,7 | 0,895 | 5,4 | 1,0 | 2,4 | 20 | 970 | ГАМ6, ДАМ6-116-6 | |
| A102-6 | 500 | 125 | 985 | 173 | 93,3 | 0,9 | 5,9 | 1,0 | 2,6 | 24 | 1050 | ГАМ6, ДАМ6-125-6 | |
| A103-6 | 500 | 160 | 985 | 217 | 93,6 | 0,905 | 5,7 | 1,0 | 2,5 | 28 | 1180 | ГАМ6, ДАМ6-126-6 | |
| A104-6 | 500 | 200 | 985 | 272 | 94,3 | 0,905 | 6,3 | 1,2 | 2,7 | 35 | 1360 | ГАМ6, ДАМ6-128-6 | |
| A113-6 | 500 | 250 | 980 | 342 | 94 | 0,895 | 5,5 | 1,4 | 2,4 | 72 | 1720 | ГАМ6, ДАМ6-136-6 | |
| A114-6 | 500 | 320 | 980 | 432 | 94,6 | 0,9 | 5,7 | 1,4 | 2,4 | 88 | 2020 | ГАМ6, ДАМ6-138-6 | |
| A102-6 | 3000 | 100 | 980 | 25,4 | 89,3 | 0,86 | 5,1 | 1,0 | 2,3 | 24 | 1040 | ГАМ6, ДАМ6-117-6 | |
| A103-6 | 3000 | 125 | 980 | 30,0 | 90,5 | 0,89 | 5,0 | 1,0 | 2,2 | 28 | 1170 | ГАМ6, ДАМ6-126-6 | |

Продолжение табл. 179

| Тип | Номинальное напряжение, в | Номинальная мощность на валу, кВт | При номинальной нагрузке | | | | $I_{пуск}$ $I_{ном}$ | $M_{пуск}$ $M_{ном}$ | $M_{макс}$ $M_{ном}$ | Маховой момент ротора, кг·м ² | Вес двигателя в защите без шкива и муфты (форма Ш-2), кг | Заменяет электродвигатели |
|---------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------|-------------|-------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--|--|---------------------------|
| | | | скорость вращения, об/мин | ток статора, а | к. п. д., % | cos φ | | | | | | |
| A104-6 | 3000 | 160 | 980 | 37,7 | 91,3 | 0,9 | 5,3 | 1,1 | 2,3 | 35 | 1350 | ГАМ6, ДАМ6-127-6 |
| A113-6 | 3000 | 200 | 985 | 47,5 | 92,1 | 0,88 | 5,3 | 1,4 | 2,3 | 72 | 1710 | ГАМ6, ДАМ6-128-6 |
| A114-6 | 3000 | 250 | 985 | 58 | 92,8 | 0,89 | 5,3 | 1,4 | 2,3 | 88 | 1990 | ГАМ6, ДАМ6-137-6 |
| A114-6 | 6000 | 200 | 985 | 24,5 | 90 | 0,875 | 6,6 | 1,5 | 2,6 | 88 | 1990 | ГАМ6, ДАМ6-138-6 |
| 750 об/мин (синхр.) | | | | | | | | | | | | |
| A101-8 | 220/380 | 75 | 730 | 251/145 | 92,0 | 0,855 | 4,3 | 1,0 | 2,0 | 25 | 950 | ГАМ6-117-8 |
| A102-8 | 220/380 | 100 | 730 | 331/191 | 92,3 | 0,86 | 4,3 | 1,0 | 2,0 | 30 | 1030 | ГАМ6-125-8 |
| A103-8 | 220/380 | 125 | 730 | 409/236 | 92,8 | 0,87 | 4,3 | 1,0 | 2,0 | 35 | 1155 | ГАМ6-127-8 |
| A104-8 | 380 | 160 | 735 | 302 | 93,5 | 0,865 | 4,8 | 1,0 | 2,2 | 43 | 1345 | ГАМ6-136-8 |
| A113-8 | 380 | 200 | 730 | 364 | 94,1 | 0,89 | 5,3 | 0,95 | 2,3 | 86 | 1700 | ГАМ6-137-8 |

Продолжение табл. 179

| Тип | Номинальное напряжение, в | Номинальная мощность на валу, кВт | При номинальной нагрузке | | | | $I_{пуск}$ | $I_{ном}$ | $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$ | Маховой момент ротора, кг·м ² | Вес двигателя в защите, без шкива и муфты (форма П-2), кг | Заменяет электродвигатели |
|--------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------|-------------|-------|------------|-----------|----------------------------|----------------------------|--|---|---------------------------|
| | | | скорость вращения, об/мин | ток статора, а | к. п. д., % | cos φ | | | | | | | |
| A114-8 | 380 | 250 | 730 | 452 | 94,6 | 0,89 | 5,4 | 0,95 | 2,3 | 107 | 1950 | ГАМ6-138-8 | |
| A101-8 | 500 | 75 | 730 | 110 | 92,0 | 0,855 | 4,3 | 1,0 | 2,0 | 25 | 950 | ГАМ6-117-8 | |
| A102-8 | 500 | 100 | 730 | 145 | 92,3 | 0,86 | 4,3 | 1,0 | 2,0 | 30 | 1025 | ГАМ6-125-8 | |
| A103-8 | 500 | 125 | 730 | 180 | 92,8 | 0,87 | 4,3 | 1,0 | 2,0 | 35 | 1155 | ГАМ6-127-8 | |
| A104-8 | 500 | 160 | 735 | 230 | 93,5 | 0,865 | 4,8 | 1,0 | 2,2 | 43 | 1345 | ГАМ6-128-8 | |
| A113-8 | 500 | 200 | 730 | 276 | 94,1 | 0,89 | 5,3 | 0,95 | 2,3 | 86 | 1700 | ГАМ6-137-8 | |
| A114-8 | 500 | 250 | 730 | 344 | 94,6 | 0,89 | 5,4 | 0,95 | 2,3 | 107 | 1950 | ГАМ6-138-8 | |
| A103-8 | 3000 | 75 | 735 | 19,2 | 89,3 | 0,845 | 5,5 | 1,3 | 2,4 | 35 | 1160 | — | |
| A104-8 | 3000 | 100 | 735 | 25,1 | 89,7 | 0,855 | 5,2 | 1,3 | 2,3 | 43 | 1340 | — | |
| A112-8 | 3000 | 125 | 735 | 31,1 | 91,1 | 0,85 | 5,9 | 1,2 | 2,7 | 74 | 1540 | ГАМ6-126-8 | |
| A113-8 | 3000 | 160 | 735 | 38,9 | 91,7 | 0,86 | 5,6 | 1,2 | 2,4 | 86 | 1670 | ГАМ6-137-8 | |
| A114-8 | 3000 | 200 | 735 | 47,5 | 92,4 | 0,88 | 5,2 | 1,2 | 2,4 | 107 | 1910 | ГАМ6-138-8 | |

Таблица 180

Технические данные асинхронных электродвигателей в закрытом обдуваемом исполнении. Короткозамкнутый ротор 3000 об/мин (синхр.)

| Тип | Номинальная мощность на валу, кВт | скорость вращения, об/мин | При номинальной нагрузке | | | | | cos φ | $I_{пуск}$ | $I_{ном}$ | $M_{пуск}$ | $M_{ном}$ | $M_{макс}$ | $M_{ном}$ | Вес двигателя, кг | | Маховой момент ротора, кг·м ² |
|---------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------|-------|------|------|-------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------------|-------|--|
| | | | ток статора (α) при напряжении, в | | | | | | | | | | | | к. п. д., % | | |
| | | | 127 | 220 | 380 | 500 | 500 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | АО | |
| АО и АОЛ-31-2 | 1,0 | 2860 | 6,6 | 3,8 | 2,2 | 1,7 | 79,0 | 0,86 | 6,5 | 2,2 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 26,5 | 16,5 | 0,016 | |
| АО и АОЛ-32-2 | 1,7 | 2880 | 10,7 | 6,2 | 3,6 | 2,8 | 81,5 | 0,87 | 6,5 | 1,8 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 36,5 | 24,0 | 0,03 | |
| АО и АОЛ-42-2 | 2,8 | 2880 | 17,3 | 10,0 | 5,8 | 4,4 | 84,0 | 0,88 | 6,5 | 1,9 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 45,5 | 31,5 | 0,04 | |
| АО и АОЛ-51-2 | 4,5 | 2900 | 27,0 | 15,6 | 9,2 | 6,9 | 85,5 | 0,88 | 6,5 | 1,6 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 79,0 | 52,0 | 0,12 | |
| АО и АОЛ-52-2 | 7,0 | 2900 | 41,0 | 24,0 | 13,8 | 10,5 | 87,5 | 0,89 | 6,5 | 1,7 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 101,0 | 68,0 | 0,17 | |
| АО-62-2 | 10,0 | 2930 | — | 34,0 | 19,5 | 15,0 | 87,5 | 0,89 | 6,0 | 1,3 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 170,0 | — | 0,41 | |
| АО-63-2 | 14,0 | 2930 | — | 46,5 | 27,0 | 20 | 88,0 | 0,90 | 6,5 | 1,5 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 188,0 | — | 0,50 | |
| АО-72-2 | 20,0 | 2940 | — | 66,0 | 38,0 | 29,0 | 88,5 | 0,90 | 6,5 | 1,2 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 280,0 | — | 0,76 | |
| АО-73-2 | 28,0 | 2940 | — | 90,0 | 52,0 | 39,0 | 89,5 | 0,91 | 6,5 | 1,4 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 310,0 | — | 1,0 | |
| АО-82-2 | 40,0 | 2950 | — | 129,0 | 75,0 | 57,0 | 89,5 | 0,91 | 6,5 | 1,2 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 500,0 | — | 1,9 | |
| АО-83-2 | 55,0 | 2950 | — | 174,0 | 100,0 | 77,0 | 90,0 | 0,92 | 6,5 | 1,3 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 560,0 | — | 2,3 | |
| АО-93-2 | 75,0 | 2960 | — | 236,0 | 136,0 | 104 | 90,5 | 0,92 | 6,0 | 1,1 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 820,0 | — | 4,9 | |
| АО-94-2 | 100,0 | 2960 | — | 314,0 | 182,0 | 138 | 91,0 | 0,92 | 6,0 | 1,2 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 905,0 | — | 6,0 | |

Таблица 181

Технические данные асинхронных электродвигателей в закрытом обдуваемом исполнении. Короткозамкнутый ротор 1500 об/мин (синхр.)

| Тип | Номинальная мощность на валу, квт | | | | | скорость вращения, об/мин | При номинальной нагрузке | | | | cos φ | $I_{пуск}$ | $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{ном}}{M_{макс}}$ | $\frac{M_{ном}}{M_{ном}}$ | Вес двигателя, кг | | Маховой момент ротора, кг·м ² |
|---------------|-----------------------------------|------|-------------|------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-----|-----|-------|------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|-----|--|
| | ток статора (α) при напряжении, в | | к. п. д., % | $I_{пуск}$ | $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ | | $\frac{M_{ном}}{M_{макс}}$ | $\frac{M_{ном}}{M_{ном}}$ | АО | АОЛ | | | | | | | | |
| | 127 | 220 | | | | | | | | | | | | | | 380 | 500 | |
| АО и АОЛ-31-4 | 0,6 | 4,8 | 2,8 | 1,6 | 1,274 | 0,76 | 5,0 | 1,7 | 2,0 | 2,0 | 21,0 | 12,5 | 0,015 | | | | | |
| АО и АОЛ-32-4 | 1,0 | 7,3 | 4,2 | 2,4 | 1,978 | 0,79 | 5,0 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 27,0 | 16,5 | 0,021 | | | | | |
| АО и АОЛ-41-4 | 1,7 | 11,6 | 6,7 | 3,9 | 2,981 | 0,82 | 5,0 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 37,0 | 23,5 | 0,048 | | | | | |
| АО и АОЛ-42-4 | 2,8 | 18,1 | 10,5 | 6,1 | 4,683 | 0,84 | 5,5 | 1,9 | 2,0 | 2,0 | 45,0 | 31,0 | 0,067 | | | | | |
| АО и АОЛ-51-4 | 4,5 | 28,2 | 16,3 | 9,4 | 7,285 | 0,85 | 6,0 | 1,4 | 2,0 | 2,0 | 80,0 | 50,5 | 0,20 | | | | | |
| АО и АОЛ-52-4 | 7,0 | 42,6 | 24,6 | 14,2 | 10,887 | 0,86 | 6,5 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 100,0 | 67,0 | 0,28 | | | | | |
| АО и АОЛ-62-4 | 10 | — | 34,1 | 19,7 | 15,087 | 0,88 | 6,5 | 1,3 | 2,3 | 2,3 | 165 | — | 0,60 | | | | | |
| АО и АОЛ-63-4 | 14 | — | 47,2 | 27,4 | 20,888 | 0,88 | 7,0 | 1,4 | 2,3 | 2,3 | 180 | — | 0,75 | | | | | |
| АО и АОЛ-72-4 | 20 | — | 67,0 | 38,8 | 29,589 | 0,88 | 6,5 | 1,3 | 2,3 | 2,3 | 280 | — | 1,5 | | | | | |
| АО и АОЛ-73-4 | 28 | — | 93,0 | 53,8 | 41,090 | 0,88 | 7,0 | 1,4 | 2,3 | 2,3 | 310 | — | 1,9 | | | | | |
| АО и АОЛ-82-4 | 40 | — | 130 | 75,0 | 57,590 | 0,89 | 6,5 | 1,2 | 2,3 | 2,3 | 495 | — | 2,8 | | | | | |
| АО и АОЛ-83-4 | 55 | — | 178 | 103 | 78,591 | 0,89 | 6,5 | 1,3 | 2,3 | 2,3 | 555 | — | 3,6 | | | | | |
| АО и АОЛ-93-4 | 75 | — | 239 | 138 | 105,915 | 0,90 | 6,5 | 1,1 | 2,3 | 2,3 | 805 | — | 7,4 | | | | | |
| АО и АОЛ-94-4 | 100 | — | 318 | 184 | 139,920 | 0,90 | 6,5 | 1,2 | 2,3 | 2,3 | 890 | — | 9,1 | | | | | |

Таблица 182

Технические данные асинхронных электродвигателей в закрытом обдуваемом исполнении. Короткозамкнутый ротор 3000 об/мин (синхр.)

| Тип | Номинальная мощность на валу, кВт | Скорость вращения, об/мин | При номинальной нагрузке | | | | I _п / I _н | M _п / M _н | M _{макс} / M _{ном} | Вес двигателя, кг | Мазовый момент ротора, кг·м ² |
|---------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|------|------|------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------|--|
| | | | ток статора (а) при напряжении, в | | | | | | | | |
| | | | 127 | 220 | 380 | 500 | | | | | |
| АО и АОЛ-41-6 | 1,0 | 930 | 8,2 | 4,8 | 2,8 | 2,1 | 1,77 | 0,72 | 37,0 | 0,048 | |
| АО и АОЛ-42-6 | 1,7 | 930 | 13,0 | 7,5 | 4,3 | 3,3 | 1,79 | 0,75 | 45,0 | 0,067 | |
| АО и АОЛ-51-6 | 2,8 | 950 | 19,7 | 11,4 | 6,8 | 5,0 | 1,82 | 0,78 | 80,0 | 0,20 | |
| АО и АОЛ-52-6 | 4,5 | 950 | 30,3 | 17,5 | 10,1 | 7,7 | 1,84 | 0,80 | 100 | 0,28 | |
| АО и АОЛ-62-6 | 7,0 | 980 | — | 27,0 | 15,5 | 12,0 | 1,86 | 0,81 | 165 | 0,60 | |
| АО и АОЛ-63-6 | 10 | 980 | — | 36,5 | 21,0 | 16,0 | 1,87 | 0,82 | 180 | 0,75 | |
| АО и АОЛ-72-6 | 14 | 980 | — | 50,5 | 29,0 | 22,1 | 1,88 | 0,83 | 280 | 2,3 | |
| АО и АОЛ-73-6 | 20 | 980 | — | 70,5 | 41,0 | 31,0 | 1,88 | 0,84 | 310 | 3,0 | |
| АО и АОЛ-82-6 | 28 | 980 | — | 96,0 | 55,5 | 42,5 | 1,89 | 0,86 | 495 | 4,4 | |
| АО и АОЛ-83-6 | 40 | 980 | — | 134 | 77,5 | 59,0 | 1,90 | 0,87 | 555 | 5,7 | |
| АО и АОЛ-93-6 | 55 | 985 | — | 181 | 104 | 79,5 | 1,91 | 0,88 | 805 | 10,1 | |
| АО и АОЛ-94-6 | 75 | 985 | — | 240 | 139 | 106 | 1,92 | 0,89 | 890 | 13,6 | |

Таблица 183

Технические данные асинхронных электродвигателей
в закрытом обдуваемом исполнении. Короткозамкнутый ротор 750 об/мин (синхр.)

| Тип | Номинальная мощность на ва- лу, кВт | скорость вращения, об/мин | При номинальной нагрузке | | | | I _{пуск} I _{ном} | M _{пуск} M _{ном} | M _{макс} M _{ном} | Вес двигателя, кг | Маховой момент ротора, кг·м ² | | |
|---------|---|---------------------------------|--|------|------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|---|-------------|-------|
| | | | ток статора (α) при на- пряжении, в | | | | | | | | | к. п. д., % | cos φ |
| | | | 127 | 220 | 380 | 500 | | | | | | | |
| АО-62-8 | 4,5 | 735 | — | 18,5 | 10,5 | 8,0 | 84,5 | 0,76 | 5,5 | 1,5 | 2,0 | 165 | 1,0 |
| АО-63-8 | 7,0 | 735 | — | 27,5 | 16,0 | 12,0 | 86,0 | 0,78 | 5,5 | 1,5 | 2,0 | 180 | 1,3 |
| АО-72-8 | 10 | 735 | — | 38,0 | 22,0 | 16,5 | 87,0 | 0,80 | 5,0 | 1,3 | 2,0 | 280 | 2,3 |
| АО-73-8 | 14 | 735 | — | 52,0 | 30,0 | 23,0 | 87,5 | 0,81 | 5,0 | 1,3 | 2,0 | 310 | 3,0 |
| АО-82-8 | 20 | 735 | — | 72,5 | 42,0 | 32,0 | 88,0 | 0,82 | 5,0 | 1,4 | 2,0 | 495 | 4,4 |
| АО-83-8 | 28 | 735 | — | 99,5 | 57,5 | 44,0 | 89,0 | 0,83 | 5,0 | 1,4 | 2,0 | 555 | 5,7 |
| АО-93-8 | 40 | 735 | — | 139 | 80,0 | 61,0 | 90,0 | 0,84 | 5,5 | 1,3 | 2,0 | 805 | 10,1 |
| АО-94-8 | 55 | 735 | — | 189 | 108 | 83,0 | 91,0 | 0,84 | 5,5 | 1,3 | 2,0 | 890 | 13,6 |

Примечание. Электродвигатели этого типа изготавливаются только с чугунной оболочкой.

Таблица 184
Технические данные асинхронных двухскоростных электродвигателей в защищенном исполнении. Короткозамкнутый ротор 750/1500 об/мин (синхр.)

| Тип | Номинальная мощность на валу, кВт | скорость вращения, об/мин | При номинальной нагрузке | | | | | | Вес электродвигателя, кг | Маховой момент ротора, кг·м ² | | |
|---------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------|--------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|--|-----|-----|
| | | | ток статора (а) при напряжении, в | | к. п. д. % | $\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$ | $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$ | | | | |
| | | | 220 | 380 | | | | | | | 500 | |
| A61-8/4 | 3,5 5,0 | 720 1450 | 14,0 17,0 | 8,0 10,0 | 6,2 7,5 | 81,5 84,0 | 0,79 0,91 | 5,5 6,0 | 1,2 1,2 | 1,8 2,0 | 125 | 0,7 |
| A62-8/4 | 5,0 7,0 | 720 1450 | 20,0 23,5 | 11,5 13,5 | 8,7 10,5 | 83,0 85,0 | 0,79 0,91 | 5,5 6,0 | 1,2 1,2 | 1,8 2,2 | 140 | 0,9 |
| A71-8/4 | 7,0 10 | 725 1460 | 27,5 33,0 | 16,0 19,0 | 12,0 14,5 | 84,0 86,0 | 0,79 0,92 | 6,0 6,5 | 1,2 1,4 | 2,0 2,5 | 205 | 1,5 |
| A72-8/4 | 10 14 | 725 1460 | 39,0 46,0 | 22,5 27,0 | 17,0 20,5 | 85,0 87,0 | 0,79 0,92 | 6,0 6,5 | 1,2 1,4 | 2,0 2,5 | 230 | 1,9 |
| A81-8/4 | 14 20 | 730 1470 | 52,0 64,0 | 30,0 37,5 | 23,0 28,5 | 86,0 88,0 | 0,81 0,92 | 6,0 6,5 | 1,5 1,4 | 2,2 2,5 | 360 | 3,2 |
| A82-8/4 | 20 28 | 730 1470 | 73,0 90,0 | 42,5 52,0 | 32,0 40,0 | 87,0 89,0 | 0,82 0,92 | 6,0 6,5 | 1,5 1,4 | 2,2 2,5 | 400 | 4,1 |
| A91-8/4 | 28 40 | 730 1470 | 102 128 | 59,0 74,0 | 45,0 56,0 | 88,0 89,5 | 0,82 0,92 | 6,0 6,5 | 1,5 1,4 | 2,2 2,5 | 590 | 7,0 |
| A92-8/4 | 40 55 | 730 1470 | 142 172,5 | 82,5 101 | 63,0 77,0 | 89,0 90,0 | 0,83 0,92 | 6,0 6,5 | 1,5 1,4 | 2,2 2,5 | 665 | 9,2 |

Таблица 185

Технические данные асинхронных двухскоростных электродвигателей в защищенном исполнении. Короткозамкнутый ротор 500/1000 об/мин (синхр.)

| Тип | Номинальная мощность, на валу, кВт | При номинальной нагрузке | | | | | | Вес электродвигателя, кг | Максимальный момент ротора, кг·м² | | | |
|----------|------------------------------------|-----------------------------------|-------|------|-------------|-------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----|
| | | ток статора (а) при напряжении, в | | | к. п. д., % | cos φ | $\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$ | | | $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$ | |
| | | 220 | 380 | 500 | | | | | | | | |
| А61-12/6 | 2,0 | 470 | 11,0 | 6,3 | 4,8 | 71,0 | 0,67 | 3,5 | 1,5 | 1,8 | 125 | 0,7 |
| | 3,5 | 950 | 12,5 | 7,3 | 5,5 | 81,0 | 0,90 | 5,0 | 1,0 | 2,0 | | |
| А62-12/6 | 3,0 | 470 | 16,0 | 9,0 | 7,0 | 74,0 | 0,67 | 3,5 | 1,5 | 1,8 | 140 | 0,9 |
| | 5,0 | 950 | 17,5 | 10,0 | 7,8 | 82,5 | 0,90 | 5,0 | 1,0 | 2,0 | | |
| А71-12/6 | 4,5 | 475 | 22,5 | 13,0 | 10,0 | 77,0 | 0,69 | 4,0 | 1,5 | 1,8 | 205 | 1,5 |
| | 7,0 | 960 | 24,5 | 14,0 | 10,5 | 84,0 | 0,90 | 6,0 | 1,2 | 2,0 | | |
| А72-12/6 | 6,5 | 475 | 32,0 | 18,5 | 14,0 | 79,0 | 0,69 | 4,0 | 1,5 | 2,0 | 230 | 1,9 |
| | 10 | 960 | 33,5 | 19,5 | 15,0 | 85,0 | 0,91 | 6,0 | 1,2 | 2,5 | | |
| А81-12/6 | 9 | 480 | 42,0 | 24,5 | 18,5 | 81,0 | 0,69 | 4,0 | 1,5 | 2,0 | 360 | 3,2 |
| | 14 | 970 | 46,0 | 27,0 | 20,5 | 86,0 | 0,91 | 6,0 | 1,5 | 2,5 | | |
| А82-12/6 | 12,5 | 480 | 57,0 | 33,5 | 25,5 | 82,5 | 0,69 | 4,0 | 1,5 | 2,2 | 400 | 4,1 |
| | 20 | 970 | 63,0 | 38,5 | 29,0 | 87,0 | 0,91 | 6,0 | 1,5 | 2,5 | | |
| А91-12/6 | 18 | 485 | 81,5 | 47,0 | 36,0 | 84,0 | 0,69 | 4,0 | 1,4 | 2,0 | 590 | 7,0 |
| | 28 | 975 | 92,0 | 53,0 | 40,5 | 88,0 | 0,91 | 6,0 | 1,4 | 2,5 | | |
| А92-12/6 | 25 | 485 | 112,5 | 65,0 | 49,5 | 84,5 | 0,69 | 4,0 | 1,4 | 2,0 | 665 | 9,2 |
| | 40 | 975 | 130 | 75,0 | 57,0 | 89,0 | 0,91 | 6,0 | 1,4 | 2,5 | | |

Таблица 186

Технические данные асинхронных трехскоростных электродвигателей в защищенном исполнении. Короткозамкнутый ротор 750/1000/1500 об/мин (синхр.)

| Тип | Номинальная мощность на валу, квт | При номинальной нагрузке | | | | | | | | | | Вес электродви- гателя, кг | Маховой момент ротора, кг·м ² |
|-----------|---|--------------------------------|------|-------------------------------------|------|----------------|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----|-------------------------------|---|
| | | скорость вра- щения, об/мин | | ток статора (а) при напряжении в | | к. п. д., % | cos φ | $\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$ | $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$ | | | |
| | | 220 | 380 | 500 | | | | | | | | | |
| A61-8/6/4 | 2,5 | 695 | 11,5 | 6,7 | 5,0 | 69,0 | 0,81 | 4,0 | 1,2 | 1,8 | 125 | 0,7 | |
| | 3,0 | 940 | 12,0 | 7,0 | 5,4 | 73,0 | 0,88 | 4,5 | 1,0 | 2,0 | | | |
| | 3,5 | 1400 | 13,5 | 7,8 | 6,0 | 74,5 | 0,91 | 5,0 | 1,0 | 2,0 | | | |
| A62-8/6/4 | 3,5 | 695 | 15,5 | 9,0 | 6,8 | 72,5 | 0,82 | 4,0 | 1,2 | 1,8 | 140 | 0,9 | |
| | 4,5 | 940 | 17,5 | 10,0 | 7,6 | 77,0 | 0,88 | 4,5 | 1,0 | 2,0 | | | |
| | 5,0 | 1400 | 18,5 | 10,8 | 8,2 | 78,0 | 0,91 | 5,0 | 1,0 | 2,0 | | | |
| A71-8/6/4 | 5,0 | 700 | 20,5 | 12,0 | 9,0 | 76,0 | 0,83 | 5,0 | 1,2 | 2,0 | 205 | 1,5 | |
| | 6,5 | 950 | 24,0 | 13,8 | 10,5 | 80,0 | 0,89 | 5,0 | 1,2 | 2,0 | | | |
| | 7,0 | 1410 | 24,5 | 14,5 | 10,9 | 80,5 | 0,91 | 5,5 | 1,2 | 2,2 | | | |
| A72-8/6/4 | 7,0 | 700 | 27,5 | 16,0 | 12,0 | 78,5 | 0,84 | 5,0 | 1,2 | 2,0 | 230 | 1,9 | |
| | 9,0 | 950 | 32,0 | 18,5 | 14,0 | 82,0 | 0,89 | 5,0 | 1,2 | 2,2 | | | |
| | 10 | 1410 | 34,5 | 20,0 | 15,0 | 82,5 | 0,92 | 5,5 | 1,2 | 2,2 | | | |

Продолжение табл. 186

| Тип | При номинальной нагрузке | | | | | | | | | | Вес электродвигателя, кг | Моховой момент ротора, кг·м ² | |
|-----------|-----------------------------------|------|---------------------------|-----------------------------------|------|------|-------------|-------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--|---------------------------------------|
| | Номинальная мощность на валу, кВт | | скорость вращения, об/мин | ток статора (а) при напряжении, в | | | к. п. д., % | cos φ | I _{пуск} I _{ном} | M _{пуск} M _{ном} | | | M _{макс} M _{ном} |
| | 10 | 12,5 | | 14 | 220 | 380 | | | | | | | |
| A81-8/6/4 | 10 | 710 | 38,0 | 22,0 | 16,5 | 81,0 | 0,85 | 5,0 | 1,5 | 2,2 | 360 | 3,2 | |
| | 12,5 | 960 | 43,5 | 25,0 | 19,0 | 83,5 | 0,90 | 5,5 | 1,5 | 2,5 | | | |
| | 14 | 1430 | 47,0 | 27,0 | 20,5 | 84,0 | 0,92 | 6,0 | 1,4 | 2,5 | | | |
| A82-8/6/4 | 14 | 710 | 49,0 | 28,5 | 24,3 | 82,5 | 0,86 | 5,0 | 1,5 | 2,2 | 400 | 4,1 | |
| | 18 | 960 | 62,0 | 36,0 | 27,0 | 84,5 | 0,90 | 5,5 | 1,4 | 2,5 | | | |
| | 20 | 1430 | 68,0 | 39,0 | 30,0 | 84,5 | 0,92 | 6,0 | 1,4 | 2,5 | | | |
| A91-8/6/4 | 20 | 710 | 73,0 | 42,0 | 32,0 | 83,5 | 0,86 | 5,0 | 1,5 | 2,2 | 590 | 7,0 | |
| | 25 | 960 | 84,5 | 49,0 | 37,0 | 85,5 | 0,91 | 5,5 | 1,5 | 2,5 | | | |
| | 28 | 1430 | 94,0 | 54,5 | 41,5 | 85,0 | 0,92 | 6,0 | 1,5 | 2,5 | | | |
| A92-8/6/4 | 28 | 710 | 101 | 58,5 | 44,5 | 84,5 | 0,86 | 5,0 | 1,5 | 2,2 | 665 | 9,2 | |
| | 36 | 960 | 120 | 69,5 | 53,0 | 86,5 | 0,91 | 5,5 | 1,5 | 2,5 | | | |
| | 40 | 1430 | 133,5 | 77,5 | 59,0 | 85,5 | 0,92 | 6,0 | 1,5 | 2,5 | | | |

Таблица 187

Технические данные асинхронных четырехскоростных электродвигателей в защищенном исполнении. Короткозамкнутый ротор 500/750/1000/1500 об/мин (синхр.)

| Тип | Номинальная мощность на валу, кВт | При номинальной нагрузке | | | | $\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$ | $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$ | Вес электродвигателя, кг | Моховой момент ротора, кг·м ² | | |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|------|-------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|--|-------|-----|
| | | скорость вращения, об/мин | ток статора (а) при напряжении, в | | к. п. д., % | | | | | | cos φ | |
| | | | 220 | 380 | | | | | | | | 500 |
| А61-12/8/6/4 | 1,3 | 460 | 8,5 | 5,0 | 3,8 | 59,0 | 0,67 | 3,5 | 1,5 | 1,8 | 125 | 0,7 |
| | 2,0 | 705 | 10,0 | 5,8 | 4,5 | 66,0 | 0,78 | 4,0 | 1,2 | 1,8 | | |
| | 2,5 | 910 | 10,0 | 5,8 | 4,5 | 71,0 | 0,90 | 4,5 | 1,0 | 2,0 | | |
| | 3,0 | 1410 | 12,0 | 6,8 | 5,2 | 73,0 | 0,91 | 5,0 | 1,0 | 2,0 | | |
| А62-12/8/6/4 | 2,0 | 460 | 12,0 | 7,0 | 5,3 | 64,0 | 0,67 | 3,5 | 1,5 | 1,8 | 140 | 0,9 |
| | 3,0 | 705 | 14,0 | 8,2 | 6,2 | 71,0 | 0,78 | 4,0 | 1,2 | 1,8 | | |
| | 3,5 | 910 | 13,5 | 8,0 | 6,0 | 74,5 | 0,90 | 4,5 | 1,0 | 2,0 | | |
| | 4,5 | 1410 | 17,0 | 10,0 | 7,5 | 77,0 | 0,91 | 5,0 | 1,0 | 2,0 | | |
| А71-12/8/6/4 | 3,0 | 465 | 17,0 | 10,0 | 7,5 | 68,5 | 0,67 | 4,0 | 1,5 | 1,8 | 205 | 1,5 |
| | 4,0 | 710 | 18,0 | 10,3 | 7,8 | 74,0 | 0,79 | 5,0 | 1,2 | 1,8 | | |
| | 5,0 | 930 | 18,5 | 10,8 | 8,2 | 78,0 | 0,90 | 5,0 | 1,2 | 2,0 | | |
| | 6,5 | 1420 | 23,0 | 13,5 | 10,3 | 80,0 | 0,91 | 5,5 | 1,2 | 2,2 | | |

Продолжение табл. 187

| Тип | Номинальная мощность на валу, кВт | | | | При номинальной нагрузке | | | | $\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$ | $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$ | Вес электродвигателя, кг | Маховой момент ротора, кг·м ² | | |
|--------------|-----------------------------------|-----|-----|------|---------------------------|-----------------------------------|------|------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|--|-------------|-------|
| | 4,0 | 6,0 | 7,0 | 9,0 | скорость вращения, об/мин | ток статора (а) при напряжении, в | | | | | | | | к. п. д., % | cos φ |
| | | | | | | 220 | 380 | 500 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| A72-12/8/6/4 | 465 | 710 | 930 | 1420 | 21,0 | 12,3 | 9,4 | 71,0 | 0,69 | 4,0 | 1,5 | 1,8 | 230 | 1,9 | |
| | 470 | 715 | 950 | 1440 | 25,5 | 14,8 | 11,2 | 77,0 | 0,79 | 5,0 | 1,2 | 2,0 | | | |
| | 470 | 715 | 950 | 1440 | 25,0 | 14,5 | 11,0 | 80,5 | 0,90 | 5,0 | 1,2 | 2,2 | | | |
| | 470 | 715 | 950 | 1440 | 31,0 | 18,0 | 13,8 | 82,0 | 0,91 | 5,5 | 1,2 | 2,2 | | | |
| A81-12/8/6/4 | 6,0 | 8,5 | 10 | 12,5 | 30,0 | 17,5 | 13,5 | 74,5 | 0,69 | 4,0 | 1,5 | 2,0 | 360 | 3,2 | |
| | 470 | 715 | 950 | 1440 | 35,0 | 20,5 | 15,5 | 79,5 | 0,80 | 5,0 | 1,2 | 2,0 | | | |
| | 470 | 715 | 950 | 1440 | 34,5 | 20,0 | 15,0 | 82,5 | 0,91 | 5,5 | 1,5 | 2,5 | | | |
| | 470 | 715 | 950 | 1440 | 42,0 | 24,5 | 18,5 | 83,5 | 0,92 | 6,0 | 1,4 | 2,5 | | | |
| AS2-12/8/6/4 | 8,5 | 11 | 14 | 18 | 41,5 | 24,0 | 18,5 | 77,5 | 0,69 | 4,0 | 1,5 | 2,0 | 400 | 4,1 | |
| | 470 | 715 | 950 | 1440 | 44,0 | 25,5 | 19,5 | 81,5 | 0,80 | 5,0 | 1,5 | 2,2 | | | |
| | 470 | 715 | 950 | 1440 | 47,5 | 27,5 | 21,0 | 84,0 | 0,91 | 5,5 | 1,5 | 2,5 | | | |
| | 470 | 715 | 950 | 1440 | 61,0 | 35,0 | 27,0 | 84,5 | 0,92 | 6,0 | 1,4 | 2,5 | | | |

Продолжение табл. 187

| Тип | Номинальная мощность на валу, кВт | При номинальной нагрузке | | | | | $\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$ | $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$ | Вес электродвигателя, кг | Момент инерции ротора, кг·м² | |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|------|-------------|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------|-----|
| | | скорость вращения, об/мин | ток статора (а) при напряжении, в | | к. п. д., % | cos φ | | | | | | |
| | | | 220 | 380 | | | | | | | | 500 |
| A91-12/8/6/4 | 12 | 470 | 58,0 | 33,5 | 25,5 | 79,0 | 0,69 | 4,0 | 1,5 | 2,2 | 590 | 7,0 |
| | 17 | 715 | 66,5 | 38,5 | 29,0 | 83,0 | 0,81 | 5,0 | 1,5 | 2,2 | | |
| | 20 | 950 | 68,0 | 39,0 | 30,0 | 85,0 | 0,91 | 5,5 | 1,5 | 2,5 | | |
| | 25 | 1440 | 84,0 | 49,0 | 37,0 | 85,0 | 0,92 | 6,0 | 1,4 | 2,5 | | |
| A92-12/8/6/4 | 17 | 470 | 81,0 | 47,0 | 35,5 | 80,0 | 0,69 | 4,0 | 1,5 | 2,2 | 665 | 9,2 |
| | 24 | 715 | 91,5 | 53,0 | 40,0 | 84,0 | 0,82 | 5,0 | 1,5 | 2,2 | | |
| | 28 | 950 | 94,0 | 54,5 | 41,5 | 86,0 | 0,91 | 5,5 | 1,5 | 2,5 | | |
| | 36 | 1440 | 120,0 | 69,5 | 53,0 | 85,5 | 0,92 | 6,0 | 1,4 | 2,5 | | |

Таблица 188

Технические данные асинхронных электродвигателей в защищенном исполнении.
Фазовый ротор 1500 об/мин (синхр.)

| Тип | Мощность на валу, кВт | | При номинальной нагрузке | | | | Данные ротора | | $\frac{M_{\max}}{M_{\text{ном}}}$ | Вес электродвигателя, кг | Маховой момент ротора, кг·м ² |
|---------|-----------------------|------|--------------------------|------|-----------|-------|---------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
| | 127 | 220 | 380 | 500 | к.п.д., % | cos φ | ток, а | напряжение, в | | | |
| | | | | | | | | | скорость вращения, об/мин | ток статора (а) при напряжении, в | |
| AK-51-4 | 2,8 | 18,9 | 10,9 | 4,8 | 80,0 | 0,84 | 22,5 | 84 | 2,0 | 84 | 0,19 |
| AK-52-4 | 4,5 | 29,4 | 17,0 | 7,5 | 82,2 | 0,84 | 22,0 | 131 | 2,0 | 105 | 0,27 |
| AK-60-4 | 7,0 | — | 27,0 | 12,0 | 82,0 | 0,84 | 33,5 | 144 | 2,0 | 125 | 0,45 |
| AK-61-4 | 10 | — | 37,0 | 16,5 | 83,5 | 0,85 | 32,0 | 207 | 2,2 | 145 | 0,55 |
| AK-62-4 | 14 | — | 50,0 | 22,0 | 85,5 | 0,86 | 35,0 | 262 | 2,4 | 160 | 0,65 |
| AK-71-4 | 20 | — | 70,0 | 31,0 | 87,0 | 0,86 | 68,0 | 193 | 2,3 | 235 | 1,1 |
| AK-72-4 | 28 | — | 96,0 | 42,0 | 88,0 | 0,87 | 71,0 | 250 | 2,5 | 260 | 1,3 |
| AK-81-4 | 40 | — | 135 | 60,0 | 89,0 | 0,87 | 74,0 | 336 | 2,6 | 400 | 2,5 |
| AK-82-4 | 55 | — | 182 | 80,0 | 90,0 | 0,88 | 72,0 | 480 | 2,8 | 440 | 3,0 |
| AK-91-4 | 75 | — | 247 | 110 | 90,5 | 0,88 | 115 | 383 | 2,8 | 640 | 6,2 |
| AK-92-4 | 100 | — | 330 | 145 | 91,0 | 0,88 | 117 | 520 | 3,0 | 710 | 7,6 |

Таблица 189

Технические данные асинхронных электродвигателей в защищенном исполнении.
Фазовый ротор 1000 об/мин (синхр.)

| Тип | Номинальная мощность на валу, кВт | При номинальной нагрузке | | | | Данные ротора | | $\frac{M_{\max}}{M_{\text{ном}}}$ | Вес электродви- гателя, кг | 'Лакховой момент ротора, кг·м² | | | |
|---------|---|---------------------------------|------|--|--------------|------------------|-----------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-----|-------|
| | | скорость вращения, об/мин | | ток статора (а) при напря- жении, в | к.п.д., % | cos φ | ток, а | | | | напряже- ние, в | | |
| | | 127 | 220 | | | | | | | | | 380 | 500 |
| AK-51-6 | 1,7 | 905 | 4,4 | 8,3 | 4,8 | 3,7 | 75,0 | 0,73 | 20,2 | 57 | 2,0 | 82 | 0,19 |
| AK-52-6 | 2,8 | 920 | 22,2 | 12,8 | 7,4 | 5,6 | 78,0 | 0,74 | 21,2 | 91 | 2,0 | 103 | 0,26 |
| AK-60-6 | 4,5 | 925 | — | 20,0 | 11,5 | 8,9 | 78,0 | 0,76 | 26,0 | 117 | 1,8 | 125 | 0,75 |
| AK-61-6 | 7,0 | 940 | — | 28,5 | 16,5 | 12,5 | 81,0 | 0,79 | 26,0 | 175 | 1,8 | 145 | 0,95 |
| AK-62-6 | 10 | 940 | — | 39,0 | 22,5 | 17,5 | 83,0 | 0,80 | 30,0 | 225 | 2,0 | 160 | 1,10 |
| AK-71-6 | 14 | 950 | — | 54,0 | 31,0 | 24,0 | 84,5 | 0,81 | 63,0 | 157 | 1,8 | 235 | 1,70 |
| AK-72-6 | 20 | 950 | — | 75,0 | 43,0 | 33,0 | 86,0 | 0,82 | 63,0 | 212 | 2,0 | 260 | 2,10 |
| AK-81-6 | 28 | 965 | — | 103 | 60,0 | 45,0 | 87,0 | 0,82 | 67,0 | 276 | 2,0 | 400 | 3,70 |
| AK-82-6 | 40 | 965 | — | 143 | 83,0 | 88,5 | 88,5 | 0,83 | 65,0 | 390 | 2,2 | 440 | 4,60 |
| AK-91-6 | 55 | 970 | — | 192 | 110 | 85,0 | 89,5 | 0,84 | 88,0 | 390 | 2,3 | 640 | 10,80 |
| AK-92-6 | 75 | 970 | — | 228 | 150 | 113,0 | 90,0 | 0,85 | 88,0 | 538 | 2,5 | 710 | 13,50 |

Таблица 190

Технические данные асинхронных электродвигателей в защищенном исполнении.
Фазовый ротор 750 об/мин (синхр.)

| Тип | Номинальная мощность на валу, кВт | | скорость вращения, об/мин | При номинальной нагрузке | | | | Данные ротора | | $\frac{M_{max}}{M_{ном}}$ | Вес электродвигателя, кг | Маховой момент ротора, кг·м ² | |
|---------|-----------------------------------|-----|---------------------------|--------------------------|--------|---------------|-------|---------------|------|---------------------------|--------------------------|--|------|
| | ток статора (а) при напряжении, в | | | к. п. д., % | ток, а | напряжение, в | cos φ | | | | | | |
| | 220 | 380 | | | | | | 500 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| AK-61-8 | 4,5 | | 700 | 21,0 | 12,0 | 9,5 | 78,0 | 0,73 | 24,0 | 126 | 1,8 | 145 | 0,95 |
| AK-62-8 | 7,0 | | 700 | 30,0 | 17,5 | 13,5 | 80,5 | 0,75 | 28,0 | 168 | 1,9 | 160 | 1,1 |
| AK-71-8 | 10 | | 700 | 42,0 | 24,0 | 18,5 | 82,5 | 0,76 | 64,0 | 118 | 1,8 | 235 | 1,6 |
| AK-72-8 | 14 | | 700 | 57,0 | 33,0 | 25,0 | 84,0 | 0,77 | 64,0 | 160 | 1,9 | 260 | 2,0 |
| AK-81-8 | 20 | | 710 | 78,0 | 45,0 | 34,0 | 85,5 | 0,79 | 57,0 | 230 | 1,9 | 400 | 3,5 |
| AK-82-8 | 28 | | 710 | 106 | 61,0 | 47,0 | 86,0 | 0,80 | 56,0 | 323 | 2,0 | 440 | 4,4 |
| AK-91-8 | 40 | | 720 | 147 | 85,0 | 65,0 | 88,0 | 0,81 | 92,0 | 270 | 2,0 | 640 | 10,4 |
| AK-92-8 | 55 | | 720 | 197 | 114 | 87,0 | 89,0 | 0,82 | 92,0 | 376 | 2,2 | 710 | 13,0 |

Таблица 191

Технические данные асинхронных электродвигателей единой
серии АК 10-го и 11-го габаритов.
Фазовый ротор

| Тип | Номинальное напряжение, в | Номинальная мощность на валу, кВт | При номинальной нагрузке | | | | $\frac{M_{max}}{M_{ном}}$ | Данные ротора | Вес двигателя в зашитах и муфта (форма III-2), кг | Тип реостата для пуска под нагрузкой | | Заменяет электродвигатели серии АМ | |
|----------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------|-------------|-------|---------------------------|---------------|---|--------------------------------------|--------|------------------------------------|-------|
| | | | Скорость вращения, об/мин | Ток статора, а | к. п. д., % | cos φ | | | | 1 | 2 | | |
| АК-101-4 | 220/380 | 125 | 1460 | 406/235 | 91,7 | 0,88 | 2,1 | 265/297 | 15 | 1060 | PM1650 | PM1650 | 115-4 |
| АК-102-4 | 380 | 160 | 1465 | 298 | 92,5 | 0,89 | 2,2 | 322/310 | 17 | 1180 | PM1650 | PM1650 | 116-4 |
| АК-103-4 | 380 | 200 | 1470 | 365 | 93,5 | 0,89 | 2,4 | 405/304 | 20 | 1280 | PM1650 | PM16750 | 117-4 |
| АК-111-4 | 380 | 250 | 1470 | 460 | 93,0 | 0,89 | 1,9 | 356/435 | 41 | 1570 | PM1650 | PM16760 | 126-4 |
| АК-112-4 | 380 | 320 | 1470 | 575 | 93,8 | 0,9 | 2,1 | 448/440 | 47 | 1700 | PM1650 | PM1670 | 127-4 |
| АК-101-4 | 500 | 125 | 1460 | 179 | 91,7 | 0,88 | 2,1 | 265/297 | 15 | 1060 | PM1650 | PM1650 | 128-4 |
| АК-102-4 | 500 | 160 | 1465 | 227 | 92,5 | 0,89 | 2,2 | 318/314 | 17 | 1180 | PM1650 | PM1650 | 115-4 |
| АК-103-4 | 500 | 200 | 1470 | 274 | 93,5 | 0,89 | 2,4 | 404/305 | 20 | 1280 | PM1650 | PM16760 | 116-4 |
| АК-111-4 | 500 | 250 | 1470 | 300 | 93,0 | 0,89 | 1,9 | 353/439 | 41 | 1570 | PM1650 | PM16760 | 117-4 |
| АК-111-4 | 500 | 250 | 1470 | 300 | 93,0 | 0,89 | 1,9 | 353/439 | 41 | 1570 | PM1650 | PM16760 | 126-4 |
| АК-111-4 | 500 | 250 | 1470 | 300 | 93,0 | 0,89 | 1,9 | 353/439 | 41 | 1570 | PM1650 | PM16760 | 127-4 |

1500 об/мин (синхр.)

Продолжение табл. 191

| Тип | Номинальное напряжение, в | Номинальная мощность на валу, кВт | При номинальной нагрузке | | | | $\frac{M_{\max}}{M_{\text{ном}}}$ | Данные ротора | | Вес двигателя в защищенном исполнении без шкива и муфты (форма Ш-2), кг | Тип реостата для пуска под нагрузкой | | Заменяет электродвигатели серии АМ | |
|----------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------|-------------|-------|-----------------------------------|---------------|--------|---|--|---------|------------------------------------|-------|
| | | | скорость вращения, об/мин | ток статора, а | к. п. д., % | cos φ | | напряжение, в | ток, а | | Маховой момент ротора, кг·м ² | 1 | | 2 |
| AK-112-4 | 500 | 320 | 1470 | 436 | 93,8 | 0,9 | 2,1 | 436 | 432 | 47 | 1700 | PM1650 | PM1670 | 128-4 |
| AK-113-4 | 500 | 400 | 1475 | 543 | 94,4 | 0,905 | 2,1 | 530 | 460 | 55 | 1880 | PM15760 | PM1670 | — |
| AK-101-4 | 3000 | 100 | 1460 | 25 | 88,8 | 0,86 | 2,1 | 247 | 267 | 15 | 1040 | PM1650 | PM1650 | 115-4 |
| AK-102-4 | 3000 | 125 | 1470 | 30,6 | 90,1 | 0,87 | 2,3 | 304 | 265 | 17 | 1150 | PM1650 | PM1650 | 116-4 |
| AK-103-4 | 3000 | 160 | 1470 | 38,3 | 91,1 | 0,88 | 2,3 | 366 | 277 | 20 | 1250 | PM1650 | PM1650 | 126-4 |
| AK-111-4 | 3000 | 200 | 1470 | 47,8 | 91,0 | 0,89 | 2,1 | 334 | 380 | 41 | 1590 | PM1650 | PM16760 | 126-4 |
| AK-112-4 | 3000 | 250 | 1470 | 58,3 | 92,1 | 0,9 | 2,3 | 408 | 384 | 47 | 1670 | PM1650 | PM16760 | 127-4 |
| AK-113-4 | 3000 | 320 | 1475 | 73,7 | 92,0 | 0,9 | 2,5 | 511 | 388 | 55 | 1840 | PM16760 | PM1670 | 136-4 |
| AK-114-4 | 3000 | 400 | 1480 | 91 | 93,4 | 0,91 | 2,7 | 648 | 380 | 65 | 2100 | PM1670 | PM1670 | 138-4 |
| AK-112-4 | 6000 | 200 | 1480 | 24,1 | 91,0 | 0,88 | 3,0 | 432 | 293 | 47 | 1470 | PM16760 | PM1670 | — |
| AK-113-4 | 6000 | 250 | 1480 | 29,5 | 91,8 | 0,89 | 2,5 | 462 | 333 | 55 | 1820 | PM16760 | PM16760 | 137-4 |
| AK-114-4 | 6000 | 320 | 1480 | 36,9 | 92,9 | 0,9 | 2,8 | 595 | 332 | 65 | 2100 | PM16760 | PM1670 | 138-4 |

Продолжение табл. 191

| Тип | Номинальное напряжение, в | | Номинальная мощность на валу, кВт | | При номинальной нагрузке | | | | Данные ротора | | Вес двигателя в защищенном исполнении без шкива и муфты (форма Ш-2), кг | Тип реостата для пуска под нагрузкой | | Заменяет электродвигатели серии АМ | |
|----------|---------------------------|---------|-----------------------------------|-----|---------------------------|----------------|-------------|-------|---------------------------|---------------|---|--------------------------------------|--|------------------------------------|-------|
| | 220/380 | 220/380 | 100 | 125 | скорость вращения, об/мин | ток статора, а | к. п. д., % | cos φ | $\frac{M_{max}}{M_{ном}}$ | напряжение, в | | ток, а | Маховой момент ротора, кг·м ² | | 1 |
| AK-102-6 | 220/380 | 220/380 | 100 | 125 | 975 | 327/189 | 91,5 | 0,875 | 2,3 | 286 | 220 | 25 | PM1650 | PM1650 | 116-6 |
| AK-103-6 | 220/380 | 220/380 | 125 | 160 | 975 | 405 | 92,3 | 0,88 | 2,3 | 348 | 225 | 29 | PM1650 | PM1650 | 125-6 |
| AK-104-6 | 380 | 380 | 160 | 200 | 975 | 294 | 92,8 | 0,89 | 2,3 | 431 | 230 | 34 | PM1650 | PM1650 | 126-6 |
| AK-112-6 | 380 | 380 | 200 | 250 | 980 | 367 | 93 | 0,89 | 2,1 | 358 | 346 | 65 | PM1650 | PM16760 | 127-6 |
| AK-113-6 | 380 | 380 | 250 | 320 | 980 | 454 | 93,6 | 0,895 | 2,2 | 441 | 319 | 75 | PM1650 | PM16760 | 128-6 |
| AK-114-6 | 500 | 500 | 320 | 400 | 980 | 571 | 94,3 | 0,9 | 2,2 | 550 | 354 | 90 | PM16760 | PM1670 | 136-6 |
| AK-102-6 | 500 | 500 | 100 | 125 | 975 | 144 | 91,5 | 0,875 | 2,3 | 301 | 210 | 25 | PM1650 | PM1650 | 137-6 |
| AK-106-6 | 500 | 500 | 125 | 160 | 975 | 178 | 92,3 | 0,88 | 2,3 | 352 | 222 | 29 | PM1650 | PM1650 | 116-6 |
| AK-104-6 | 500 | 500 | 160 | 200 | 975 | 223 | 92,8 | 0,89 | 2,3 | 435 | 228 | 34 | PM1650 | PM1650 | 125-6 |
| AK-112-6 | 500 | 500 | 200 | 250 | 980 | 279 | 93 | 0,89 | 2,1 | 363 | 342 | 65 | PM1650 | PM1650 | 126-6 |
| AK-113-6 | 500 | 500 | 250 | 320 | 980 | 345 | 93,6 | 0,895 | 2,2 | 435 | 355 | 75 | PM1650 | PM16760 | 128-6 |
| AK-114-6 | 500 | 500 | 320 | 400 | 980 | 434 | 94,3 | 0,9 | 2,2 | 572 | 339 | 90 | PM16760 | PM1670 | 136-6 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 138-6 |

1000 об/мин (синхр.)

Продолжение табл. 191

| Тип | Номинальное напряжение, в | Номинальная мощность на валу, кВт | При номинальной нагрузке | | | | $M_{\text{макс}}$ $M_{\text{ном}}$ | Данные ротора | | Маховой момент ротора, кг·м ² | Вес двигателя в защищенном исполнении без шкафа и муфты (форма Ш-2), кг | Тип реостата для пуска под нагрузкой | | Заменяет электродвигателя типа серии АМ |
|----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------|-------------|-------|---------------------------------------|---------------|--------|--|---|--------------------------------------|---------|---|
| | | | скорость вращения, об/мин | ток статора, а | к. п. д., % | cos φ | | напряжение, в | ток, а | | | 1 | 2 | |
| AK-103-6 | 3000 | 100 | 975 | 25 | 89,0 | 0,86 | 2,5 | 314 | 206 | 29 | 1230 | PM1650 | PM1650 | 117-6 |
| AK-104-6 | 3000 | 125 | 975 | 31 | 90,5 | 0,86 | 2,6 | 392 | 205 | 34 | 1390 | PM1650 | PM1650 | 126-6 |
| AK-112-6 | 3000 | 160 | 980 | 39 | 90,8 | 0,87 | 2,2 | 328 | 312 | 65 | 1610 | PM1650 | PM1650 | 126-6 |
| AK-113-6 | 3000 | 200 | 980 | 47,8 | 91,7 | 0,88 | 2,1 | 393 | 321 | 75 | 1810 | PM1650 | PM16760 | 127-6 |
| AK-114-6 | 3000 | 250 | 980 | 58,4 | 92,5 | 0,89 | 2,1 | 470 | 333 | 90 | 2070 | PM16760 | PM16760 | 128-6 |
| AK-114-6 | 6000 | 200 | 985 | 24,5 | 90,5 | 0,87 | 2,4 | 490 | 260 | 90 | 2070 | PM1650 | PM16760 | 137-6 |
| <i>750 об/мин (синхр.)</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| AK-102-8 | 220/380 | 75 | 725 | 258/149 | 90 | 0,85 | 1,9 | 222 | 219 | 30 | 1075 | PM1650 | PM1650 | 117-8 |
| AK-103-8 | 220/380 | 100 | 725 | 343/198 | 91 | 0,845 | 1,9 | 284 | 227 | 35 | 1190 | PM1650 | PM1650 | 125-8 |
| AK-104-8 | 220/380 | 125 | 725 | 419/242 | 91,7 | 0,855 | 1,9 | 348 | 229 | 43 | 1365 | PM1650 | PM1650 | 127-8 |
| AK-112-8 | 380 | 160 | 730 | 379 | 92,5 | 0,85 | 1,9 | 332 | 303 | 76 | 1570 | PM1650 | PM1650 | 136-8 |
| AK-113-8 | 380 | 200 | 735 | 380 | 93 | 0,86 | 1,9 | 398 | 314 | 89 | 1770 | PM1650 | PM16760 | 137-8 |
| AK-114-8 | 380 | 250 | 735 | 467 | 93,5 | 0,87 | 2,0 | 498 | 311 | 108 | 2030 | PM16760 | PM16760 | 138-8 |

Продолжение табл. 191

| Тип | Номинальное напряжение, в | Номинальная мощность на валу, кВт | При номинальной нагрузке | | | | $\frac{M_{\max}}{M_{\text{ном}}}$ | Данные ротора | | Вес двигателя в защищенном исполнении без шкива и муфты (форма П-2), кг | Тип реостата для пуска под нагрузкой | | Замыкает электродвигатель серии АМ |
|----------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------|-------------|-------|-----------------------------------|---------------|--------|---|--|---------|------------------------------------|
| | | | скорость вращения, об/мин | ток статора, а | к. п. д., % | cos φ | | напряжение, в | ток, а | | Маховой момент ротора, кг·м ² | 1 | |
| AK-102-8 | 500 | 75 | 725 | 113 | 90 | 0,85 | 1,9 | 226 | 30 | 1075 | PM1650 | PM1650 | 117-8 |
| AK-103-8 | 500 | 100 | 725 | 151 | 91 | 0,845 | 1,9 | 276 | 35 | 1190 | PM1650 | PM1650 | 125-8 |
| AK-104-8 | 500 | 125 | 725 | 184 | 91,7 | 0,855 | 1,9 | 342 | 43 | 1365 | PM1650 | PM1650 | 127-8 |
| AK-112-8 | 500 | 160 | 730 | 235 | 92,5 | 0,85 | 1,9 | 323 | 76 | 1570 | PM1650 | PM1650 | 128-8 |
| AK-113-8 | 500 | 200 | 735 | 289 | 93 | 0,86 | 1,9 | 403 | 89 | 1770 | PM1650 | PM16760 | 136-8 |
| AK-114-8 | 500 | 250 | 735 | 355 | 93,5 | 0,87 | 2,0 | 503 | 108 | 2030 | PM16760 | PM16760 | 137-8 |
| AK-103-8 | 3000 | 75 | 725 | 19,9 | 88,0 | 0,82 | 2,0 | 242 | 35 | 1210 | PM1650 | PM1650 | 138-8 |
| AK-104-8 | 3000 | 100 | 725 | 25,8 | 88,7 | 0,84 | 2,2 | 298 | 43 | 1370 | PM1650 | PM1650 | — |
| AK-112-8 | 3000 | 125 | 730 | 32,1 | 90,4 | 0,83 | 2,3 | 323 | 82 | 1620 | PM1650 | PM1650 | 128-8 |
| AK-113-8 | 3000 | 160 | 730 | 40 | 90,9 | 0,85 | 2,1 | 357 | 89 | 1750 | PM1650 | PM1650 | 137-8 |
| AK-114-8 | 3000 | 200 | 730 | 49,0 | 91,8 | 0,86 | 2,1 | 436 | 108 | 1990 | PM1650 | PM1650 | 138-8 |

Таблица 192

Технические данные асинхронных двигателей
с короткозамкнутым ротором (старых серий)

| Тип | Номинальная мощность на валу, кВт | При номинальной нагрузке | | | $I_{пуск} / I_{ном}$ | $M_{пуск} / M_{ном}$ | $M_{макс} / M_{ном}$ | Маховой момент ротора, кг·м ² | Вес двигателя, кг |
|-----|-----------------------------------|---------------------------|-------------|-------|----------------------|----------------------|----------------------|--|-------------------|
| | | скорость вращения, об/мин | к. п. д., % | cos φ | | | | | |

Серия ТН

| | | | | | | | | | |
|--------|------|------|------|------|-----|-----|-----|--------|------|
| ТНГ-41 | 0,4 | 1400 | 73,8 | 0,78 | 4,5 | 1,6 | 2,0 | 0,0089 | 17,0 |
| ТНГ-42 | 0,62 | 1400 | 75,6 | 0,77 | 4,5 | 1,6 | 2,0 | 0,01 | 19,0 |
| ТНГ-51 | 1,0 | 1425 | 78,6 | 0,78 | 6,0 | 1,3 | 2,4 | 0,0195 | 26,5 |
| ТНГ-52 | 1,5 | 1440 | 80,8 | 0,81 | 6,0 | 1,4 | 2,4 | 0,021 | 31,5 |
| ТНГ-61 | 2,2 | 1440 | 82,4 | 0,86 | 5,5 | 1,3 | 2,3 | 0,050 | 45,0 |
| ТНГ-62 | 3,0 | 1440 | 83,6 | 0,83 | 6,0 | 1,4 | 2,4 | 0,063 | 54,0 |
| ТНЕ-41 | 0,65 | 2840 | 79,0 | 0,85 | 5,0 | 1,7 | 2,2 | 0,0052 | 17,0 |
| ТНЕ-42 | 1,0 | 2840 | 79,0 | 0,86 | 5,0 | 1,7 | 2,2 | 0,0057 | 19,0 |
| ТНЕ-51 | 1,6 | 2900 | 81,0 | 0,86 | 7,0 | 1,6 | 2,0 | 0,012 | 26,5 |
| ТНЕ-52 | 2,3 | 2900 | 83,0 | 0,87 | 7,0 | 1,6 | 2,0 | 0,0142 | 31,5 |

Серия «Урал»

| | | | | | | | | | |
|--------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-------|-----|
| Р-41-4 | 4,5 | 1450 | 85,5 | 0,87 | 6,6 | 2,0 | 2,7 | 0,169 | 65 |
| Р-42-4 | 5,8 | 1450 | 86,7 | 0,86 | 6,3 | 2,1 | 2,8 | 0,198 | 72 |
| Р-51-4 | 8,0 | 1460 | 86,9 | 0,87 | 5,8 | 1,4 | 1,9 | 0,440 | 105 |
| Р-52-4 | 10,0 | 1460 | 87,2 | 0,87 | 5,8 | 1,4 | 1,9 | 0,500 | 113 |
| Р-53-4 | 12,0 | 1460 | 88,7 | 0,87 | 5,8 | 1,4 | 1,9 | 0,590 | 123 |
| Р-41-6 | 2,7 | 960 | 82,0 | 0,78 | 5,5 | 2,0 | 2,5 | 0,169 | 65 |
| Р-42-6 | 3,3 | 960 | 83,5 | 0,78 | 5,7 | 2,1 | 2,7 | 0,198 | 72 |
| Р-51-6 | 4,5 | 975 | 86,0 | 0,83 | 6,5 | 1,5 | 2,5 | 0,490 | 105 |
| Р-52-6 | 6,0 | 975 | 86,9 | 0,84 | 6,5 | 1,6 | 2,5 | 0,550 | 113 |
| Р-53-6 | 8,0 | 975 | 87,7 | 0,84 | 6,5 | 1,6 | 2,5 | 0,650 | 123 |
| Р-51-8 | 4,0 | 725 | 83,1 | 0,78 | 4,7 | 1,1 | 2,0 | 0,410 | 105 |
| Р-53-8 | 5,2 | 725 | 85,0 | 0,77 | 4,8 | 1,1 | 1,9 | 0,500 | 123 |

Продолжение табл. 192

| Тип | Номинальная мощность на валу, кВт | При номинальной нагрузке | | | $I_{\text{пуск}} / I_{\text{ном}}$ | $M_{\text{пуск}} / M_{\text{ном}}$ | $M_{\text{макс}} / M_{\text{ном}}$ | Маховой момент ротора, кг·жз | Вес двигателя, кг |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------|----------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------|
| | | скорость вращения, об/мин | к. п. д., % | $\cos \varphi$ | | | | | |
| <i>Серия АД</i> | | | | | | | | | |
| АД-21/2 | 1,6 | 2925 | 81,0 | 0,86 | 8,0 | 1,3 | 2,6 | 0,0195 | 27,0 |
| АД-22/2 | 2,2 | 2925 | 83,4 | 0,87 | 8,0 | 1,3 | 2,6 | 0,0215 | 30,0 |
| АД-31/2 | 3,2 | 2925 | 84,0 | 0,88 | 8,0 | 1,3 | 2,6 | 0,0410 | 42,5 |
| АД-32/2 | 4,2 | 2925 | 85,0 | 0,88 | 9,0 | 1,3 | 2,0 | 0,0455 | 46,0 |
| АД-41/2 | 5,1 | 2935 | 85,0 | 0,88 | 8,0 | 1,3 | 2,4 | 0,0925 | 60,0 |
| АД-42/2 | 7,2 | 2935 | 86,0 | 0,89 | 7,5 | 1,3 | 2,4 | 0,1030 | 67,5 |
| АД-51/2 | 10,0 | 2935 | 86,5 | 0,89 | 7,5 | 1,3 | 2,2 | 0,1875 | 86,0 |
| АД-52/2 | 12,0 | 2935 | 86,5 | 0,89 | 7,5 | 1,3 | 2,2 | 0,2015 | 94,0 |
| АД-21/4 | 1,0 | 1425 | 78,6 | 0,79 | 5,0 | 1,1 | 1,8 | 0,0235 | 25,0 |
| АД-22/4 | 1,5 | 1425 | 80,8 | 0,81 | 5,0 | 1,1 | 1,8 | 0,0280 | 29,0 |
| АД-31/4 | 2,2 | 1440 | 82,4 | 0,82 | 5,5 | 1,1 | 1,8 | 0,0485 | 35,0 |
| АД-32/4 | 3,2 | 1440 | 84,5 | 0,83 | 6,0 | 1,1 | 1,8 | 0,580 | 41,5 |
| АД-41/4 | 4,3 | 1445 | 85,0 | 0,84 | 6,5 | 1,2 | 2,0 | 0,1175 | 56,0 |
| АД-42/4 | 5,8 | 1445 | 86,0 | 0,85 | 7,0 | 1,2 | 2,0 | 0,1445 | 65,0 |
| АД-51/4 | 7,8 | 1445 | 86,3 | 0,86 | 7,0 | 1,2 | 2,5 | 0,200 | 78,0 |
| АД-52/4 | 10,0 | 1445 | 87,0 | 0,86 | 7,0 | 1,2 | 2,5 | 0,222 | 88,5 |
| АД-21/6 | 0,55 | 940 | 71,0 | 0,68 | 4,0 | 0,9 | 1,8 | 0,0230 | 24,0 |
| АД-22/6 | 0,85 | 940 | 75,3 | 0,70 | 4,0 | 0,9 | 1,8 | 0,0275 | 28,5 |
| АД-31/6 | 1,2 | 930 | 78,0 | 0,73 | 5,0 | 0,9 | 1,8 | 0,0625 | 35,0 |
| АД-32/6 | 1,8 | 930 | 80,0 | 0,75 | 5,0 | 0,9 | 1,8 | 0,0765 | 42,5 |
| АД-41/6 | 2,7 | 960 | 82,0 | 0,77 | 6,0 | 0,9 | 2,0 | 0,1615 | 56,0 |
| АД-42/6 | 3,5 | 960 | 83,0 | 0,78 | 6,0 | 0,9 | 2,0 | 0,1875 | 64,0 |
| АД-51/6 | 5,0 | 970 | 84,0 | 0,80 | 6,0 | 0,9 | 2,0 | 0,3505 | 79,0 |
| АД-52/6 | 6,0 | 970 | 85,0 | 0,81 | 6,0 | 0,9 | 2,0 | 0,4010 | 89,0 |
| АД-51/8 | 2,8 | 720 | 80,0 | 0,71 | 4,0 | 1,0 | 1,8 | 0,3505 | 79,0 |
| АД-52/8 | 3,5 | 720 | 81,0 | 0,73 | 4,0 | 1,0 | 1,8 | 0,4010 | 88,5 |
| <i>Серия МА-200</i> | | | | | | | | | |
| МА-202-1/4 | 13,0 | 1460 | 87,3 | 0,87 | 7,0 | 0,9 | 1,7 | 0,52 | 121 |
| МА-202-2/4 | 17,0 | 1460 | 87,9 | 0,88 | 7,0 | 0,9 | 1,7 | 0,60 | 133 |

Продолжение табл. 192

| Тип | Номинальная мощность на валу, кВт | При номинальной нагрузке | | | $\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$ | $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{мгкс}}{M_{ном}}$ | Максимальный момент ротора, кг·м ² | Вес двигателя, кг |
|------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---|-------------------|
| | | скорость вращения, об/мин | к. п. д., % | cos φ | | | | | |
| МА-203-1/4 | 22,0 | 1460 | 88,5 | 0,88 | 7,0 | 0,9 | 2,0 | 0,90 | 176 |
| МА-203-2/4 | 27,5 | 1470 | 89,0 | 0,88 | 7,0 | 0,9 | 2,0 | 1,03 | 198 |
| МА-204-1/4 | 37,0 | 1470 | 89,5 | 0,89 | 6,5 | 0,9 | 2,0 | 1,97 | 240 |
| МА-204-2/4 | 48,0 | 1470 | 89,9 | 0,89 | 6,5 | 0,9 | 2,0 | 2,25 | 270 |
| МА-205-1/4 | 60,0 | 1465 | 90,3 | 0,9 | 6,5 | 0,9 | 1,8 | 3,3 | 390 |
| МА-205-2/4 | 72,0 | 1465 | 90,5 | 0,9 | 6,5 | 0,9 | 1,8 | 3,7 | 425 |
| МА-206-1/4 | 85,0 | 1470 | 90,8 | 0,9 | 6,0 | 1,1 | 1,8 | 5,13 | 500 |
| МА-206-2/4 | 105,0 | 1470 | 91,0 | 0,9 | 6,0 | 1,1 | 1,8 | 5,94 | 550 |
| МА-202-1/6 | 9,1 | 970 | 85,6 | 0,82 | 6,0 | 0,9 | 1,8 | 0,66 | 121 |
| МА-202-2/6 | 11,8 | 970 | 86,3 | 0,83 | 6,0 | 0,9 | 1,8 | 0,78 | 138 |
| МА-203-1/6 | 15,2 | 975 | 86,9 | 0,83 | 6,5 | 0,9 | 1,9 | 1,17 | 176 |
| МА-203-2/6 | 18,7 | 975 | 87,6 | 0,84 | 6,5 | 0,9 | 1,9 | 1,37 | 198 |
| МА-204-1/6 | 25,5 | 975 | 88,1 | 0,84 | 6,5 | 0,9 | 1,9 | 2,63 | 240 |
| МА-204-2/6 | 32,0 | 975 | 88,7 | 0,85 | 6,5 | 0,9 | 1,9 | 3,12 | 270 |
| МА-205-1/6 | 40,0 | 980 | 89,2 | 0,87 | 6,0 | 0,9 | 1,9 | 4,4 | 390 |
| МА-205-2/6 | 48,0 | 980 | 89,5 | 0,87 | 6,0 | 0,9 | 1,9 | 5,0 | 425 |
| МА-206-1/6 | 58,0 | 980 | 90,6 | 0,87 | 6,0 | 1,1 | 2,0 | 6,89 | 500 |
| МА-206-2/6 | 72,0 | 980 | 90,7 | 0,88 | 6,0 | 1,1 | 2,0 | 8,1 | 550 |
| МА-202-1/8 | 6,0 | 725 | 83,0 | 0,79 | 5,5 | 0,9 | 1,65 | 0,75 | 121 |
| МА-202-2/8 | 8,0 | 725 | 83,9 | 0,79 | 5,5 | 0,9 | 1,65 | 0,88 | 138 |
| МА-203-1/8 | 11,0 | 725 | 85,0 | 0,81 | 6,5 | 0,9 | 1,9 | 1,42 | 176 |
| МА-203-2/8 | 14,0 | 725 | 85,7 | 0,82 | 6,5 | 0,9 | 1,9 | 1,67 | 198 |
| МА-204-1/8 | 18,1 | 730 | 86,5 | 0,83 | 6,5 | 0,9 | 1,9 | 2,8 | 240 |
| МА-204-2/8 | 23,5 | 730 | 87,2 | 0,83 | 6,5 | 0,9 | 1,9 | 3,4 | 270 |
| МА-205-1/8 | 30,0 | 730 | 87,8 | 0,83 | 5,5 | 0,9 | 1,7 | 4,9 | 390 |
| МА-205-2/8 | 36,0 | 730 | 88,3 | 0,84 | 5,5 | 0,9 | 1,7 | 5,6 | 425 |
| МА-206-1/8 | 44,0 | 735 | 90,0 | 0,86 | 5,5 | 1,1 | 1,9 | 8,2 | 500 |
| МА-206-2/8 | 53,0 | 735 | 90,4 | 0,865 | 5,5 | 1,1 | 2,0 | 9,66 | 550 |

Серия МА-8 и МА-9

| | | | | | | | | | |
|---------|----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| МА-81/4 | 32 | 1460 | 89,2 | 0,90 | 6,1 | 1,3 | 2,3 | 2,1 | 253 |
| МА-82/4 | 40 | 1460 | 89,6 | 0,90 | 6,1 | 1,3 | 2,3 | 2,4 | 278 |

Продолжение табл. 192

| Тип | Номинальная мощность на валу, кВт | При номинальной нагрузке | | | $\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$ | $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$ | Маховой момент ротора, кг·м ² | Вес двигателя, кг |
|---------|-----------------------------------|---------------------------|-------------|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--|-------------------|
| | | скорость вращения, об/мин | к. п. д., % | cos φ | | | | | |
| МА-91/4 | 54 | 1470 | 90,4 | 0,91 | 6,5 | 1,1 | 2,0 | 4,5 | 370 |
| МА-92/4 | 70 | 1470 | 90,4 | 0,91 | 6,5 | 1,4 | 2,3 | 5,6 | 450 |
| МА-81/6 | 21 | 970 | 87,7 | 0,85 | 5,0 | 1,0 | 1,9 | 2,4 | 238 |
| МА-82/6 | 27 | 970 | 88,3 | 0,85 | 5,4 | 1,2 | 2,0 | 2,6 | 257 |
| МА-91/6 | 35 | 980 | 89,0 | 0,87 | 6,0 | 1,1 | 2,2 | 5,7 | 372 |
| МА-92/6 | 45 | 980 | 90,0 | 0,87 | 6,5 | 1,3 | 2,4 | 7,2 | 452 |
| МА-81/8 | 15 | 730 | 85,9 | 0,82 | 4,1 | 1,1 | 1,7 | 2,4 | 236 |
| МА-82/8 | 20 | 730 | 86,9 | 0,82 | 4,2 | 1,1 | 1,7 | 2,6 | 255 |
| МА-91/8 | 27 | 730 | 88,0 | 0,83 | 4,6 | 1,1 | 2,2 | 5,7 | 372 |
| МА-92/8 | 35 | 730 | 89,0 | 0,83 | 5,1 | 1,0 | 2,0 | 7,2 | 452 |

Серия МКМБ

| | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|-------|-----|-----|------|------|-----|
| МКМБ-15/4 | 13 | 1450 | 87,3 | 0,87 | 7,0 | 0,9 | 1,65 | 1,0 | 146 |
| МКМБ-17/4 | 19 | 1450 | 88,1 | 0,875 | 7,0 | 0,9 | 1,65 | 1,55 | 195 |
| МКМБ-18/4 | 23 | 1460 | 88,6 | 0,877 | 7,0 | 0,9 | 1,65 | 2,0 | 235 |
| МКМБ-15/6 | 8,7 | 970 | 85,5 | 0,815 | 6,5 | 0,9 | 1,65 | 1,0 | 146 |
| МКМБ-17/6 | 11,5 | 970 | 86,2 | 0,823 | 6,5 | 0,9 | 1,65 | 1,55 | 195 |
| МКМБ-15/8 | 6,5 | 715 | 83,2 | 0,774 | 5,5 | 0,9 | 1,65 | 1,0 | 146 |
| МКМБ-17/8 | 8,9 | 715 | 84,3 | 0,8 | 5,5 | 0,9 | 1,65 | 1,55 | 195 |

Продолжение табл. 192

| Тип | Номинальная мощность на валу, кВт | При номинальной нагрузке | | | $\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$ | $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$ | Маховой момент ротора, кг·м ² | Вес двигателя, кг |
|------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--|-------------------|
| | | Скорость вращения, об/мин | к. п. д., % | cos φ | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| ДАМ6-114-4 | 115 | 1460 | 91 | 0,86 | 4,4 | 1,2 | 1,9 | 12 | 910 |
| ДАМ6-115-4 | 135 | 1470 | 92 | 0,86 | 4,8 | 1,4 | 1,9 | 14 | 1020 |
| ДАМ6-116-4 | 155 | 1470 | 92,5 | 0,87 | 5,2 | 1,6 | 1,9 | 16 | 1090 |
| ДАМ6-117-4 | 180 | 1470 | 92,5 | 0,87 | 5,2 | 1,6 | 1,9 | 18 | 1160 |
| ДАМ6-126-4 | 225 | 1480 | 93 | 0,89 | 4,5 | 1 | 2 | 33 | 1520 |
| ДАМ6-127-4 | 260 | 1480 | 93 | 0,89 | 5 | 1 | 2 | 36 | 1630 |
| ДАМ6-128-4 | 300 | 1480 | 93,5 | 0,9 | 5 | 1 | 2,1 | 41 | 1760 |
| ГАМ6-115-6 | 75 | 975 | 90,5 | 0,86 | 5 | 1 | 1,9 | 21 | 970 |
| ГАМ6-116-6 | 95 | 975 | 91 | 0,86 | 5 | 1 | 1,9 | 24 | 1080 |
| ГАМ6-117-6 | 115 | 975 | 91,5 | 0,87 | 5 | 1 | 2 | 27 | 1150 |
| ГАМ6-125-6 | 130 | 980 | 92 | 0,88 | 5 | 1 | 2,1 | 38 | 1300 |
| ГАМ6-126-6 | 155 | 980 | 92,5 | 0,89 | 5 | 1 | 2,1 | 44 | 1380 |
| ГАМ6-127-6 | 185 | 980 | 93 | 0,9 | 5,2 | 1 | 2,2 | 48 | 1520 |
| ГАМ6-128-6 | 215 | 980 | 93,5 | 0,9 | 5,5 | 1,1 | 2,2 | 54 | 1600 |
| ДАМ6-136-6 | 240 | 985 | 92,5 | 0,9 | 4,3 | 1,1 | 1,9 | 67 | 1800 |
| ДАМ6-137-6 | 280 | 985 | 93 | 0,9 | 4,3 | 1,1 | 1,9 | 77 | 1900 |

Таблица 193

Технические данные асинхронных двигателей с фазным ротором (старых серий)

| Тип | Номинальная мощность на валу, кВт | Напряжение, в | При номинальной нагрузке | | | $\frac{M_{max}}{M_{ном}}$ | Данные ротора | | Вес двигателя, кг | Тип ростата для пуска под нагрузкой | |
|-----------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|----------------|-------------|---------------------------|---------------|--------------|-------------------|-------------------------------------|---------------|
| | | | скорость вращения, об/мин | ток статора, а | к. п. д., % | | cos φ | $U_{ном}, в$ | | ток, а | $\frac{1}{2}$ |
| AM6-114-4 | 115 | 220/380 | 1460 | 380/220 | 91 | 0,88 | 175 | 400 | 1070 | PM-16541 | PM-1651 |
| AM6-115-4 | 135 | 220/380 | 1470 | 440/255 | 92 | 0,88 | 214 | 390 | 1180 | PM-1651 | PM-1651 |
| AM6-116-4 | 155 | 220/380 | 1470 | 500/290 | 92,5 | 0,89 | 247 | 390 | 1250 | PM-16541 | PM-1651 |
| AM6-117-4 | 180 | 380 | 1470 | 335 | 92,5 | 0,89 | 280 | 405 | 1330 | PM-1651 | PM-16761 |
| AM6-126-4 | 225 | 380 | 1480 | 415 | 93 | 0,90 | 335 | 425 | 1660 | PM-1651 | PM-1651 |
| AM6-127-4 | 260 | 380 | 1480 | 480 | 93 | 0,90 | 385 | 425 | 1760 | PM-1651 | PM-16761 |
| AM6-128-4 | 300 | 380 | 1480 | 540 | 93,5 | 0,91 | 402 | 455 | 1890 | PM-1651 | PM-16761 |
| AM6-115-6 | 75 | 220/380 | 975 | 250/145 | 90,5 | 0,86 | 223 | 220 | 1100 | PM-1531 | PM-16541 |
| AM6-116-6 | 95 | 220/380 | 975 | 320/185 | 91 | 0,87 | 262 | 222 | 1200 | PM-1531 | PM-16541 |
| AM6-117-6 | 115 | 220/380 | 975 | 370/215 | 91,5 | 0,88 | 300 | 240 | 1260 | PM-16541 | PM-1651 |
| AM6-125-6 | 130 | 220/380 | 980 | 425/245 | 92 | 0,87 | 182 | 430 | 1450 | PM-1651 | PM-1651 |
| AM6-126-6 | 155 | 380 | 980 | 290 | 92,5 | 0,88 | 225 | 440 | 1530 | PM-1651 | PM-16761 |
| AM6-127-6 | 185 | 320 | 980 | 340 | 93 | 0,89 | 259 | 455 | 1680 | PM-1651 | PM-16761 |
| AM6-128-6 | 215 | 380 | 980 | 395 | 93,5 | 0,89 | 288 | 453 | 1770 | PM-1651 | PM-16761 |
| AM6-136-6 | 240 | 380 | 985 | 435 | 92,5 | 0,90 | 322 | 455 | 1970 | PM-1651 | PM-16761 |
| AM6-137-6 | 280 | 380 | 985 | 505 | 93 | 0,90 | 374 | 465 | 2030 | PM-1651 | PM-16761 |

Продолжение табл. 193

| Тип | Номинальная мощность на валу, кВт | Напряжение, в | При номинальной нагрузке | | | $\frac{M_{\max}}{M_{\text{ном}}}$ | Данные ротора | | Вес двигателя, кг | Тип реостата для пуска под нагрузкой | | |
|------------|-----------------------------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------|-----------------------------------|---------------|---------------------|-------------------|--------------------------------------|----------|----------|
| | | | скорость вращения, 0/мин | ток статора, а | к. п. д., % | | cos φ | $U_{\text{ном}}, в$ | | ток, а | 1 | 2 |
| AM6-115-8 | 60 | 220/380 | 725 | 208 | 120 | 89,8 | 0,86 | 2,5 | 195 | 1060 | PM-1531 | PM-16541 |
| AM6-116-8 | 70 | 220/380 | 725 | 241 | 140 | 90,5 | 0,86 | 2,5 | 218 | 1140 | PM-1531 | PM-16541 |
| AM6-117-8 | 80 | 220/380 | 730 | 270 | 155 | 91 | 0,87 | 2,6 | 260 | 1200 | PM-1531 | PM-16541 |
| AM6-125-8 | 95 | 220/380 | 730 | 320 | 185 | 91 | 0,86 | 2,1 | 245 | 1438 | PM-1563 | PM-16541 |
| AM6-126-8 | 110 | 220/380 | 730 | 368 | 212 | 91,5 | 0,86 | 2,2 | 283 | 1550 | PM-16541 | PM-1651 |
| AM6-127-8 | 130 | 220/380 | 730 | 430 | 250 | 92 | 0,86 | 2,3 | 330 | 1620 | PM-16541 | PM-1651 |
| AM6-128-8 | 155 | 220/380 | 735 | 510 | 295 | 92,5 | 0,86 | 2,4 | 392 | 1750 | PM-16541 | PM-1651 |
| AM6-136-8 | 180 | 380 | 735 | 350 | | 92 | 0,86 | 1,9 | 290 | 1850 | PM-1651 | PM-16761 |
| AM6-137-8 | 210 | 380 | 735 | 400 | | 92,5 | 0,87 | 1,9 | 348 | 1940 | PM-1651 | PM-16761 |
| AM6-138-8 | 245 | 380 | 735 | 460 | | 92,8 | 0,88 | 1,9 | 380 | 2110 | PM-1651 | PM-16761 |
| AM6-115-10 | 45 | 220/380 | 575 | 175 | 100 | 87,5 | 0,76 | 1,8 | 137 | 1040 | PM-1531 | PM-1531 |
| AM6-116-10 | 55 | 220/380 | 575 | 215 | 125 | 88,5 | 0,76 | 1,8 | 160 | 1200 | PM-1531 | PM-16541 |
| AM6-117-10 | 65 | 220/380 | 580 | 250 | 145 | 89 | 0,77 | 1,9 | 190 | 1300 | PM-1531 | PM-16541 |
| AM6-125-10 | 80 | 220/380 | 585 | 305 | 175 | 89,5 | 0,80 | 1,8 | 170 | 1350 | PM-16541 | PM-1651 |
| AM6-126-10 | 95 | 220/380 | 585 | 335 | 195 | 90 | 0,81 | 1,8 | 204 | 1440 | PM-16541 | PM-16541 |
| AM6-127-10 | 115 | 220/380 | 585 | 405 | 235 | 90,5 | 0,81 | 1,8 | 216 | 1590 | PM-16541 | PM-1651 |
| AM6-128-10 | 130 | 220/380 | 585 | 465 | 270 | 90,5 | 0,81 | 1,8 | 254 | 1720 | PM-16541 | PM-1651 |
| AM6-137-10 | 155 | 380 | 580 | 310 | | 92 | 0,82 | 1,9 | 342 | 1920 | PM-16541 | PM-1651 |
| AM6-138-10 | 180 | 380 | 580 | 350 | | 92,5 | 0,83 | 1,9 | 395 | 2090 | PM-1651 | PM-16761 |

2. Технические данные некоторых типов электродвигателей постоянного тока

Техническая характеристика дана в табл. 194—196

Таблица 194

Электродвигатели серии ПН в защищенном исполнении

| Тип | Двигатель | | Генератор | | GD ² кг·м ² | Вес, кг |
|---------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------|
| | P _н , квт | n _н , об/мин | P _н , квт | n _н , об/мин | | |
| ПН-5 | 1,0 | 2800 | 1,0 | 2930 | 0,03 | 44 |
| | 0,3 | 960 | 0,37 | 1450 | | |
| ПН-10 | 2,4 | 2800 | 2,2 | 2860 | 0,08 | 65 |
| | 0,65 | 909 | 0,85 | 1450 | | |
| ПН-17,5 | 3,7 | 2850 | 3,10 | 2860 | 0,13 | 80 |
| | 1,0 | 1000 | 1,30 | 1450 | | |
| ПН-28,5 | 5,3 | 2800 | 3,40 | 2150 | 0,23 | 96 |
| | 1,6 | 1000 | 1,70 | 1460 | | |
| ПН-45 | 7,0 | 2500 | 5,40 | 2100 | 0,28 | 107 |
| | 2,5 | 1000 | 2,60 | 1460 | | |
| ПН-68 | 10,0 | 2250 | 8,00 | 2100 | 0,50 | 135 |
| | 3,7 | 1000 | 4,20 | 1460 | | |
| ПН-85 | 9,0 | 1500 | 11,3 | 1900 | 0,64 | 175 |
| | 5,6 | 1000 | 6,50 | 1460 | | |
| ПН-100 | 15,0 | 1560 | 18,0 | 2000 | 1,60 | 290 |
| | 5,8 | 780 | 7,80 | 980 | | |
| ПН-145 | 21,0 | 1500 | 25,0 | 2000 | 2,00 | 330 |
| | 8,50 | 780 | 11,0 | 980 | | |
| ПН-205 | 33,0 | 1580 | 24,0 | 1300 | 3,90 | 480 |
| | 14,0 | 750 | 17,0 | 980 | | |
| ПН-290 | 46,5 | 1500 | 33,0 | 1300 | 4,80 | 530 |
| | 19,0 | 750 | 16,0 | 750 | | |
| ПН-400 | 42,0 | 950 | 70,0 | 1470 | 9,5 | 810 |
| | 29,0 | 740 | 37,0 | 970 | | |

Примечания. 1. В таблице указаны предельные значения мощностей и скоростей вращения, на которые выполняются данные типы машин при напряжении 220 в для двигателей и 230 в для генераторов. 2. Двигатели серии ПН выполняются на напряжения 110, 220, 440 в (на последнее напряжение, начиная с ПН—10 и выше). Генераторы выполняются на 115, 230, 460 в (на последнее напряжение, начиная с ПН—45 и выше). 3. Двигатели изготовляются в закрытом и во взрывобезопасном исполнении.

Таблица 195

Крановые электродвигатели (закрытое исполнение, ПВ 25%)

| Тип | Последовательное возбуждение | | | Смешанное возбуждение | | | Параллельное возбуждение | | | Максимально допустимая скорость, об/мин | Момент, кг·м ² | Вес, кг |
|--------------|------------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|-----------------------|---|---------------------------|---------|
| | $P_{\text{н.квт}}$ | $I_{\text{н.а}}$ | $n_{\text{н.об/мин}}$ | $P_{\text{н.квт}}$ | $I_{\text{н.а}}$ | $n_{\text{н.об/мин}}$ | $P_{\text{н.квт}}$ | $I_{\text{н.а}}$ | $n_{\text{н.об/мин}}$ | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| КПДН-2У | 4,4 | 26 | 1210 | 4,3 | 25 | 1525 | 4,3 | 24 | 1525 | 3100 | 0,5 | 185 |
| КПДН-2Ш | 5,5 | 31 | 1200 | 5,5 | 30 | 1450 | 5,2 | 28 | 1450 | 3000 | 0,62 | 205 |
| КПДН-3У | 7,8 | 43 | 1130 | 7,8 | 42 | 1300 | 7,7 | 41 | 1300 | 2800 | 1,0 | 285 |
| КПДН-3Ш | 11,5 | 61 | 1130 | 11 | 58 | 1320 | 11 | 57 | 1340 | 2800 | 1,22 | 340 |
| КПДН-4У | 17,5 | 91 | 1000 | 17 | 87 | 1200 | 17,3 | 87,5 | 1200 | 2500 | 3,1 | 480 |
| КПДН-4Ш | 23,2 | 122 | 910 | 22,4 | 116 | 1050 | 21,5 | 110 | 1100 | 2300 | 3,8 | 570 |
| КПДН-5У | 33 | 173 | 830 | 33 | 168 | 1000 | 29 | 148 | 980 | 2000 | 9,4 | 850 |
| КПДН-5Ш | 43 | 222 | 820 | 43 | 220 | 930 | 37 | 185 | 950 | 2000 | 12,1 | 970 |
| КПД-220/615 | 33,5 | 173 | 805 | 33 | 168 | 955 | 31,5 | 160 | 950 | 2000 | 9,4 | 800 |
| КПД-300/555 | 43 | 222 | 765 | 43,5 | 220 | 900 | 42,5 | 215 | 900 | 1900 | 12,1 | 970 |
| КПД-500/496 | 58 | 295 | 660 | 56 | 280 | 735 | 55 | 275 | 665 | 1650 | 24,9 | 1500 |
| КПД-640/467 | 69 | 350 | 560 | 66 | 335 | 705 | 65 | 325 | 600 | 1400 | 43,6 | 1970 |
| КПД-800/447 | 82 | 415 | 510 | 80 | 400 | 570 | 75 | 375 | 520 | 1275 | 56 | 2330 |
| КПД-1250/418 | 105 | 530 | 425 | 103 | 515 | 485 | 100 | 500 | 490 | 1060 | 100,5 | 3570 |

Таблица 196

Электродвигатели постоянного тока серии МП на 220 в (закрытое исполнение, ПВ 25%)

| Лабория | Тип | Последовательное возбуждение | | | | Смешанное возбуждение | | | | Параллельное возбуждение | | | | Максимальная ра-об/мин | Маховой момент, кг·м ² | Вес, кг |
|---------|--------|------------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------------|---------|
| | | P _{н'} , квт | I _{н'} , а | n _{н'} , об/мин | M _{макс'} , кгм | P _{н'} , квт | I _{н'} , а | n _{н'} , об/мин | M _{макс'} , кгм | P _{н'} , квт | I _{н'} , а | n _{н'} , об/мин | M _{макс'} , кгм | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | МП-12 | 2,5 | 15,6 | 1000 | 9,7 | 2,5 | 14,8 | 1200 | 7 | 2,5 | 14,2 | 1300 | 4,7 | 0,20 | 132 | |
| 2 | МП-22 | 4,5 | 28 | 880 | 20,5 | 4,5 | 26,5 | 1100 | 14 | 4,5 | 26 | 1100 | 10 | 0,62 | 205 | |
| 3 | МП-32 | 9 | 52 | 750 | 47 | 9 | 50 | 900 | 34 | 9 | 48 | 900 | 24,5 | 1,22 | 340 | |
| 4 | МП-41 | 12,5 | 72 | 630 | 77 | 12 | 66 | 680 | 60 | 12 | 64 | 685 | 42,5 | 3,1 | 480 | |
| 5 | МП-42 | 17 | 92 | 630 | 110 | 16 | 86 | 700 | 78 | 16 | 84 | 700 | 56 | 3,8 | 570 | |
| 6 | МП-51 | 25 | 134 | 570 | 200 | 24 | 128 | 580 | 141 | 23 | 120 | 600 | 98 | 9,4 | 965 | |
| 7 | МП-52 | 35 | 185 | 575 | 260 | 34 | 175 | 650 | 178 | 33 | 168 | 650 | 125 | 12,1 | 1175 | |
| 8 | МП-62 | 50 | 260 | 510 | 380 | 46 | 235 | 580 | 270 | 46 | 231 | 580 | 195 | 22 | 1850 | |
| 9 | МП-72 | 80 | 405 | 460 | 765 | 75 | 380 | 520 | 560 | 75 | 374 | 520 | 395 | 56 | 2680 | |
| 10 | МП-82 | 105 | 530 | 420 | 1100 | 100 | 500 | 475 | 820 | 100 | 500 | 475 | 575 | 101 | 3900 | |
| 11 | МП-82а | — | — | — | — | — | — | — | — | 130 | 640 | 600 | 575 | 101 | 3900 | |

Примечание. M_{макс'} — максимальный допустимый момент при U = U_н.

3. Специальные электрические машины

Электромашинные усилители (ЭМУ) поперечного поля применяются для усиления мощности в схемах автоматического регулирования и приводятся во вращение первичным двигателем. Технические данные ЭМУ представлены в табл. 197.

Таблица 197

Техническая характеристика ЭМУ

| Тип | Данные усилителя | | | | Данные приводного двигателя | | | | |
|---------|-------------------|---------------------|----------------------|----------------|-----------------------------|------------|----------------|-------|---------|
| | выход | | | | P_1 , квт | U , в | к. п. д., % | cos φ | Вес, кг |
| | $U_{у.н.}$, в | $P_{у.н.}$, квт | $n_{н.}$, об/мин | к. п. д., % | | | | | |
| ЭМУ-3А | 60 | 0,2 | 2850 | 60 | 0,47 | 127/220 | — | 0,8 | 26 |
| | 115 | | | | | 220/380 | | | |
| ЭМУ-5А | 60 | 0,5 | 2850 | 69 | 0,93 | 127/220 | — | 0,81 | 44 |
| | 115 | | | | | 220/380 | | | |
| ЭМУ-12А | 60 | 1,0 | 2900 | 72 | 1,65 | 127/220 | — | 0,82 | 68 |
| | 115 | 1,2 | | 75 | 1,9 | 220/380 | | 84 | |
| ЭМУ-25 | 115 | 1,2 | 1440 | 68 | 2,8 | 220/380 | — | — | 220 |
| | 230 | 2,5 | 2925 | 74 | 4,5 | | | | 245 |
| ЭМУ-50 | 115 | 2,2 | 1440 | 78 | 2,8 | 220/380 | — | — | 245 |
| | 230 | 4,5 | 2935 | 80 | 7 | 220/380 | | | 265 |
| ЭМУ-110 | 230 | 11,0 | 1450 | 82 | 14 | 220/380 | — | — | 675 |
| | 60 | 0,3 | 5000 | 60 | 0,71 | 110 | | | |
| ЭМУ-3П | 115 | 0,15 | 2850 | 57 | 0,4 | 220 | 65 | — | 24 |
| | 60 | 0,7 | 5000 | 68 | 1,29 | 110 | 80 | | |
| ЭМУ-5П | 60 | 0,7 | 2850 | 65 | 0,7 | 220 | 77 | — | 43 |
| | 115 | 0,35 | 2850 | 72 | 1,7 | — | 78 | | |
| ЭМУ-12П | 115 | 1,2 | 4000 | 75 | 2,05 | 110 | 82 | — | 68 |
| | 115 | 1,5 | 4000 | 76 | 2,4 | — | — | | |

Примечание. Буква А означает, что усилитель приводится в действие асинхронным электродвигателем, П — двигателем постоянного тока.

Сельсины — индукционные электрические машины, которые конструктивно выполняются по типу однофазных или трехфазных машин переменного тока; трехфазные сельсины выполняются по типу асинхронных машин с фазным ротором. Они устанавливаются в системах синхронной связи для передачи «угла поворота» двух или нескольких механически не связанных и находящихся на расстоянии одна от другой осей механизмов. Технические данные сельсинов приводятся в табл. 198

Техническая характеристика универсальных двигателей дана в табл. 199.

Т а б л и ц а 198
Техническая характеристика сельсинов

| Назначение | Тип | Частота, гц | $U_{\text{возб}},$ в | $I_{\text{возб}},$ а | $P_{\text{потр}},$ вт | $U_{\text{макс-втор}},$ в | Максимальное количество приемников на один датчик |
|---------------|------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|---|
| | | | | | | | |
| Д а т ч и к и | ДИ-404 | 50 | 110 | 0,42 | 13 | 49 | 4 (СС-404) 1 (ЭД-101) |
| | ДИ-414 | 50 | 110 | 0,65 | 20 | 57 | 6 (СС-404) 1 (ЭД-101) |
| | СС-408 ДИ-500 | 50 50 | 110 110 | 0,7 1,0 | 13,3 17 | 45 57 | 1 (СС-410) 4 (СС-500) |
| | ДИ-501 | 50 | 110 | 0,7 | 15 | 57 | 8 (СС-404) 4 (СС-501) |
| | ДИ-511 | 50 | 110 | 1 | 18 | 57 | 16 (СС-404) 8 (СС-501) |
| | ДИ-153 | 500 | 110 | 0,26 | 3,3 | 47 | 12 (СС-153) |
| | ДИ-423 | 500 | 110 | 0,5 | 20 | 47 | 12 (СС-153) |
| | БД-404А | 50 | 110 | 0,45 | 12,5 | 49 | 3 (СС-404) |
| | БД-501А | 50 | 110 | 1,25 | 22 | 57 | 16 (БС-404А) |

Продолжение табл. 198

| Назначение | Тип | Частота, гц | $U_{\text{возб.}}$ в | $I_{\text{возб.}}$ а | $P_{\text{потр.}}$ вт | $U_{\text{макс. втор.}}$ в | Максимальное количество приемников на один датчик |
|------------|---------|-------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|---|
| Приемники | СС-404 | 50 | 110 | 0,42 | 13 | 49 | 4 (ДИ-404) |
| | СС-410 | 50 | 55 | 0,75 | 13 | 49 | 4 (СС-408) |
| | СС-500 | 50 | 110 | 0,38 | 16 | 57 | 10 (ДИ-511) |
| | СС-501 | 50 | 110 | 0,45 | 13 | 55 | 20 (ДИ-501) |
| | СС-153 | 500 | 110 | 0,16 | 2,2 | 47 | 8 (ДИ-153) |
| | БС-404А | 50 | 110 | 0,45 | 12,5 | 49 | 4 (БД-404А) |
| | БС-501А | 50 | 110 | 1,25 | 22 | 57 | 35 (БД-501А) |
| | ЭД-101 | 50 | 49 | 0,32 | 6,5 | 39 | 2 (ДИ-404) |
| | ЭД-501 | 50 | 57 | 0,55 | 8,5 | 50 | 17 (ДИ-501) |

Таблица 199

Универсальные двигатели с последовательным возбуждением

| Тип | $U_{\text{н.}}$ в (пост. ток) | $U_{\text{н.}}$ в (пер. ток 50 гц) | $P_{\text{н.}}$ вт | $n_{\text{н.}}$ об/мин | $M_{\text{н.}}$ гдм |
|--------|----------------------------------|--|-----------------------|---------------------------|------------------------|
| УМТ-11 | 110 | 120 | 5 | 3000 | 16 |
| УМТ-12 | 110 | 120 | 10 | 2000 | 48 |
| УМТ-21 | 110 | 120 | 28 | 1800 | 150 |
| УМТ-22 | 110 | 120 | 55 | 2500 | 210 |
| УМТ-42 | 110 | 120 | 15 | 3000 | 48 |
| УМТ-45 | 110 | 120 | 50 | 3000 | 160 |

Исполнительные двигатели серии СЛ предназначаются для работы в качестве управляемых двигателей небольшой мощности в схемах автоматики и счетно-решающей техники. Они имеют две обмотки: обмотку возбуждения, находящуюся под неизменным напряжением, и обмотку управления, на которую подается напряжение (сигнал), когда двигатель должен работать. Эти двигатели работают на постоянном и переменном токе (табл. 200 и 201).

Таблица 200

Исполнительные двигатели с параллельным и последовательным возбуждением

| Возбуждение | Тип | U_n , в | P_n , вт | n_n , об/мин | M_n , гдМ | $I_{в.н.}$, а | $I_{я.н.}$, а | Вес, кг | Примечание |
|--------------|--------|-----------|------------|----------------|-------------|----------------|----------------|---------|---|
| Параллельное | СЛ-121 | 110 | 7,5 | 4500 | 16 | 0,07 | 0,16 | 0,41 | |
| | СЛ-161 | 110 | 9 | 4000 | 22 | 0,08 | 0,17 | 0,55 | |
| | СЛ-221 | 110 | 13 | 3600 | 35 | 0,05 | 0,22 | 1,2 | |
| | СЛ-261 | 110 | 24 | 5000 | 65 | 0,08 | 0,42 | 1,4 | |
| | СЛ-281 | 24 | 26 | 3000 | 50 | 0,26 | 2,14 | 1,22 | |
| | СЛ-321 | 110 | 38 | 3000 | 125 | 0,11 | 0,6 | 2,2 | |
| | СЛ-361 | 110 | 50 | 3000 | 160 | 0,8 | 0,6 | 2,5 | |
| | СЛ-521 | 110 | 77 | 3000 | 250 | 0,1 | 1,1 | 3,9 | |
| | СЛ-569 | 110 | 175 | 3000 | 475 | 0,11 | 2 | 4,5 | |
| | СЛ-621 | 110 | 172 | 2500 | 700 | 0,16 | 2,2 | 7,5 | |
| | СЛ-661 | 110 | 230 | 2500 | 925 | 0,18 | 3,4 | 9,35 | |
| | СЛ-267 | 110 | 27 | 4000 | 65 | 0,08 | 0,8 | 1,2 | Для потенциометрических схем |
| | СЛ-367 | 110 | 32 | 2500 | 125 | 0,08 | 0,9 | 1,9 | |
| | СЛ-240 | 22 | 18,5 | 4500 | 40 | 0,32 | 2 | 1,4 | С центробежными регуляторами (стабилизированная скорость) |
| СЛ-360 | 110 | 23 | 4500 | 50 | 0,6 | 0,45 | 2,2 | | |
| СЛ-370 | 22 | 28 | 4500 | 60 | 0,32 | 2,8 | 3,9 | | |
| СЛ-570 | 110 | 77 | 3000 | 250 | 0,15 | 1,2 | 5,3 | | |

Продолжение табл. 200

| Воз- бужде- ние | Тип | U _н , в | P _н , вт | n _н , об/мин | M _н , зДж | I _в , н, а | I _я , н, а | Вес, кг | Примечание | |
|-----------------------|--------|-----------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|------------|---------------|-------------|
| Последовательное | СЛ-268 | 110 = | 5,5 | 3000 | 0,17/0,26 | 0,17/0,26 | 0,2 | 1,4 | Нереверсивные | |
| | | 127 ~ | | | | | | | | |
| | | 110 = | | | | | | | | |
| | | 127 ~ | | | | | | | | |
| | СЛ-328 | 110 = | 9 | 2000 | 0,25/0,43 | 0,25/0,43 | 0,6 | 2,2 | Нереверсивные | |
| | | 127 ~ | | | | | | | | |
| | СЛ-528 | 110 = | 30 | 3000 | 0,95/1,4 | 0,95/1,4 | 1,5 | 3,9 | Нереверсивные | |
| | | 127 ~ | | | | | | | | |
| | СЛ-565 | 110 = | 170 | 2000 | 2,15 | 2,15 | 2,5 | 5,3 | Нереверсивные | |
| | | 127 ~ | | | | | | | | |
| | СЛ-123 | СЛ-123 | 110 | 5,5 | 4500 | 12 | 0,185 | 0,185 | 0,41 | Реверсивные |
| | | | 110 | 10 | 4000 | 24 | 0,26 | 0,26 | 0,55 | |
| | | | 110 ~ | 10,3 | 4000 | 25 | 0,35 | 0,35 | 1,2 | |
| | | | 110 ~ | 14,5 | 4000 | 35 | 0,45 | 0,45 | 1,4 | |
| | | | 110 ~ | 22 | 3600 | 60 | 0,6 | 0,6 | 2,2 | |
| | | | 110 | 58 | 5000 | 100 | 0,8 | 0,8 | 2,5 | |
| 110 | | | 77 | 3000 | 250 | 1,0 | 1,0 | 3,9 | | |
| 110 | | | 110 | 4000 | 280 | 1,5 | 1,5 | 5,3 | | |

Т а б л и ц а 201

Двухфазные асинхронные двигатели

| Тип | f , гц | U_n , в | C , мкф | P_n , вт | n_n , об/мин |
|----------|----------|--------------|-----------|---------------|-------------------|
| 3АСМ-50 | 50 | 110 | 2 | — | 1250 |
| 2АСМ-100 | 50 | 110 | — | 1,32 | 1250 |
| 2АСМ-200 | 50 | 110 | — | 2,7 | 1250 |
| 2АСМ-700 | 50 | 110 | — | 5,5 | 1250 |

Глава III. УСТАНОВКА МАШИН И ПОДГОТОВКА
ИХ К ПУСКУ

1. Установка салазок, фундаментных плит и рам

Салазки, фундаментные плиты и рамы устанавливают на фундаменте на металлических подкладках. При монтаже машин для основных подкладок применяют стальные полосы толщиной от 10 мм и больше и шириной 50—100 мм, чугунные плитки толщиной 60 мм и более и шириной около 100 мм, двутавровую или швеллерную сталь; для окончательной выверки фундаментной рамы в горизонтальной плоскости используют полосы листовой стали толщиной 0,5—5 мм.

Подкладки устанавливают по всему периметру рамы на расстоянии не свыше 400 мм одна от другой; у фундаментных болтов подкладки устанавливают симметрично с обеих сторон. Подкладки должны выступать за края фундаментной рамы на 25—50 мм с обеих сторон.

Строганные плоскости салазок и фундаментных плит необходимо выверять по уровню.

2. Заливка салазок, фундаментных плит и рам

Заливка салазок, фундаментных плит и рам производится жидким цементным раствором, состоящим из одной части цемента и одной части мытого песка.

Верхняя поверхность фундамента перед заливкой должна быть насечена зубилом, очищена от мусора и пыли и полита водой.

Независимо от высоты заливки плиты необходимо, если позволяет конструкция плиты, залить полностью бетоном всю ее внутреннюю часть. Места, в которых через плиту проходят болты крепления подшипниковых стоек и станин, нельзя заливать бетоном.

3. Выверка линии вала

Подшипниковые стойки выверяют с помощью струны. Посредством гидростатического уровня они предварительно устанавливаются на одном уровне. Для устранения подшипниковых токов часть стоек должна быть изолирована от фундаментной рамы.

У многомашинных агрегатов с соединением машин глукими муфтами центры валов крайних подшипников должны находиться на одном уровне, а центры валов промежуточных подшипников — располагаться по плавной кривой, отвечающей естественному прогибу валов от собственного веса.

При сопряжении валов, из которых каждый имеет по два самостоятельных подшипника, в случае как жесткого соединения, так и эластичного, торцовые поверхности полумуфт соединяемых валов должны быть параллельны и центры их должны совпадать. Проверка этих условий выполняется при помощи двойных рейсмусов (аксиально-радиальных), которые устанавливаются на валах вблизи полумуфт.

При сопряжении двух валов, имеющих три подшипника, наклоны шеек вала, лежащего на двух подшипниках (замеренные точным валовым уровнем при разобращенных валах) не должны меняться при присоединении второго вала. Это условие осуществляется путем регулировки в вертикальной плоскости третьей подшипниковой стойки.

Для проверки правильного соединения муфты, точности проточки ее торцовых поверхностей и отсутствия искривления валов индикатором замеряется (при затянутых болтах муфты) биение в горизонтальной плоскости конца вала, имеющего один подшипник. При этом конец вала подвешивается на кране, а вкладыш вынимается.

Для проверки линии вала в горизонтальной плоскости

нутромером замеряется положение шейки вала по отношению к расточке в стойке подшипника при отсутствии вкладыша и наличии вкладыша.

Путем передвижки стойки подшипника должны быть достигнуты одинаковые зазоры в обоих случаях.

4. Сушка электрических машин

Перед пуском должны быть подвергнуты сушке все новые машины, а также машины, находившиеся долгое время в бездействии.

Машины мощностью до 50 квт и напряжением до 500 в, которые не могли отсыреть ни при транспортировке, ни во время хранения и монтажа, могут быть включены без сушки, если сопротивление их изоляции удовлетворяет норме (табл. 202—204).

Таблица 202

Наименьшие допустимые сопротивления изоляции машин

| Наименование машин и их частей | Наименьшая допустимая величина сопротивления изоляции | |
|--|---|----------------------------------|
| | после сушки при $t = 60^\circ$ | в эксплуатации |
| 1. Машины постоянного тока | 1 мгом | 0,1—0,25 мгом |
| 2. Статоры машин переменного тока при напряжении до 500 в включительно | 1 мгом | 0,5 мгом |
| 3. Статоры машин переменного тока при напряжении 2, 3 и 6 кв . | 1 мгом/кв | 0,3 мгом/кв |
| 4. Роторы асинхронных машин | 1 мгом/кв, но не ниже 0,5 мгом | 0,3 мгом/кв, но не ниже 0,5 мгом |

Продолжение табл. 202

| Наименование машин и их частей | Наименьшая допустимая величина сопротивления изоляции | |
|--|---|----------------|
| | после сушки при $t = 60^\circ$ | в эксплуатации |
| 5. Роторы синхронных машин | 0,5 мгом | 0,15 мгом |
| 6. Статоры синхронных генераторов вместе с кабелями | 15—20 мгом | 1 мгом/кв |
| 7. Роторы синхронных генераторов со всей цепью возбуждения . . | 1—2 мгом | 0,5 мгом |

Таблица 203

Наивысшая допустимая температура во время сушки в наиболее горячем месте

| Место замера | Метод замера | Наивысшая температура, град. |
|---|-----------------------------|------------------------------|
| 1. Железо или обмотка | Термометр | 70 |
| 2. » » » | Сопротивление обмотки | 90 |
| 3. » » » | Термодетектор или термопара | 80 |
| 4. Выходящий воздух (у машин с приточной вентиляцией или замкнутой системой вентиляции при сушке током) | Термометр | 65 |

Таблица 204

Продолжительность сушки

| Наименование машин | Время (час) для достижения температуры, град. | | Продолжительность сушки, час | |
|--|---|-------|--|---------|
| | 50 | 70 | после достижения установленного сопротивления изоляции | общая |
| 1. Малые и средние машины | 2—3 | 6—7 | 3—5 | 10—20 |
| 2. Большие машины открытого типа | 10—15 | 15—25 | 5—10 | 40—60 |
| 3. Машины закрытого типа средней мощности и турбогенераторы мощностью до 12 000 <i>квт</i> | 20—30 | 30—50 | 10 | 70—100 |
| 4. Большие машины закрытого типа и турбогенераторы мощностью 12 000 и 24 000 <i>квт</i> | 20—30 | 30—50 | 10—15 | 70—100 |
| 5. Турбогенераторы и гидрогенераторы мощностью более 24 000 <i>квт</i> | 20—30 | 30—50 | 15—20 | 120—150 |

После окончания сушки, а также при остановках во время эксплуатации не допускается остывания машин ниже температуры 3—4° во избежание их отпотевания.

Температура крупных машин поддерживается электрическими грелками, установленными в фундаментных ямах.

Мощность грелок 1 *квт* на 5—7 *т* веса машин, причем для машин меньшей мощности принимается 1 *квт* на 5 *т*, для машин большей мощности — 1 *квт* на 7 *т* веса машин.

5. Подготовка машин к пуску

Перед пуском машин в ход впервые следует:

1) очистить машинное помещение и фундаментную яму машины от мусора, пыли и грязи;

2) тщательно проверить путем освещения переносной лампой, нет ли в машине посторонних предметов, продуть машину сжатым воздухом под давлением не свыше 2 ат (не применяя металлических мундштуков) либо мехом; сжатый воздух должен быть предварительно проверен направлением струи на руку; он должен быть сухим и чистым;

3) прочистить и промыть керосином подшипники и заполнить их маслом или смазкой надлежащего качества;

4) проверить равномерность междужелезного пространства;

5) повернуть ротор вручную или краном для проверки его свободного вращения и наличия разбега;

6) проверить все механические крепления (фундаментные, подшипниковые и контактные болты, клинья и пр.);

7) проверить сопротивление изоляции машин;

8) проверить правильность присоединения выводов машин к сети и надежность заземления их корпусов;

9) проверить действие защитной и сигнальной аппаратуры;

10) пустить машину на холостой ход; проверить работу электрической и механической частей, вращение смазочных колец, подачу масла, правильность направления вращения, а также работу вентиляционных устройств при машинах с независимой вентиляцией и самовентиляцией.

В машинах постоянного тока, кроме того:

1) проверить установку щеток на нейтрали;

2) проверить полное прилегание щеток к коллектору, правильность их расстановки в шахматном порядке, равномерное расположение по окружности коллектора, одинаковые усилия нажатия;

3) разобщить токопроводящие кабельки соседних щеток;

4) прочистить канавки между пластинами коллектора.

РАЗДЕЛ СЕДЬМОЙ

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Глава I. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЛАМПЫ

1. Стандартные осветительные лампы накаливания

Лампы (табл. 205 и 206) предназначены для освещения промышленных предприятий, учреждений, жилых помещений и т. п. и выпускаются в баллонах из прозрачного стекла.

Лампы мощностью до 50 *вт* выпускаются также в матированных изнутри или окрашенных в молочный цвет баллонах.

Лампы мощностью до 200 *вт* изготовляют как с резьбовыми (диаметром 27 *мм*), так и со штифтовыми (диаметром 22 *мм*) нормальными цоколями; лампы большей мощности — только с резьбовыми цоколями (диаметром 40 *мм*).

Выпускают также более экономичные биспиральные лампы (с дважды спирализованной нитью накала) мощностью от 55 до 109 *вт*.

Для местного и переносного освещения изготовляют лампы пониженного напряжения (12—36 *в*) мощностью от 11 до 50 *вт*.

Средняя продолжительность срока службы всех типов ламп при номинальном напряжении не менее 1000 час.

Технические данные стандартных ламп накаливания

| Обозначение | Номинальные световые и электрические параметры | | | Обозначение | Номинальные световые и электрические параметры | | |
|-------------|--|--------------|--------------------|-------------|--|--------------|--------------------|
| | напряжение, в | мощность, вт | световой поток, лм | | напряжение, в | мощность, вт | световой поток, лм |

Лампы напряжением 110 в

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|-----|------|--------|
| НВ1 | 110 | 10 | 70 | НГ5 | 110 | 200 | 3 200 |
| НВ2 | 110 | 15 | 125 | НГ6 | 110 | 300 | 5 160 |
| НВ3 | 110 | 25 | 228 | НГ7 | 110 | 400 | 7 000 |
| НВ4 | 110 | 40 | 380 | | | | |
| НГ1 | 110 | 60 | 660 | НГ8 | 110 | 500 | 9 100 |
| НГ2 | 110 | 75 | 915 | НГ9 | 110 | 750 | 14 250 |
| НГ3 | 110 | 100 | 1320 | НГ10 | 110 | 1000 | 19 500 |
| НГ4 | 110 | 150 | 2280 | | | | |

Лампы напряжением 127 в

| | | | | | | | |
|------|-----|-----|------|------|-----|------|--------|
| НВ10 | 127 | 15 | 125 | НГ25 | 127 | 200 | 3 200 |
| НВ11 | 127 | 25 | 228 | НГ26 | 127 | 300 | 5 160 |
| НВ12 | 127 | 40 | 380 | НГ27 | 127 | 400 | 7 000 |
| НГ21 | 127 | 60 | 660 | НГ28 | 127 | 500 | 9 100 |
| НГ22 | 127 | 75 | 915 | НГ29 | 127 | 750 | 14 250 |
| НГ23 | 127 | 100 | 1320 | НГ30 | 127 | 1000 | 19 500 |
| НГ24 | 127 | 150 | 2280 | НБ7 | 127 | 55 | 650 |
| | | | | НБ8 | 127 | 71 | 900 |
| | | | | НБ9 | 127 | 96 | 1 300 |

Лампы напряжением 220 в

| | | | | | | | |
|------|-----|----|-----|------|-----|-----|-------|
| НВ23 | 220 | 15 | 101 | НГ51 | 220 | 300 | 4 350 |
| НВ24 | 220 | 25 | 198 | НГ52 | 220 | 400 | 6 000 |
| НВ25 | 220 | 40 | 340 | НГ53 | 220 | 500 | 8 000 |

Продолжение табл. 205

| Обозначение | Номинальные световые и электрические параметры | | | Обозначение | Номинальные световые и электрические параметры | | |
|-------------|--|--------------|--------------------|-------------|--|--------------|--------------------|
| | напряжение, в | мощность, вт | световой поток, лм | | напряжение, в | мощность, вт | световой поток, лм |
| НВ27 | 220 | 60 | 540 | НГ54 | 220 | 750 | 12 980 |
| НГ47 | 220 | 75 | 698 | НГ55 | 220 | 1000 | 18 000 |
| НГ48 | 220 | 100 | 1050 | НБ6 | 220 | 82 | 900 |
| НГ49 | 220 | 150 | 1845 | НБ5 | 220 | 109 | 1.300 |
| НГ50 | 220 | 200 | 2660 | | | | |

Примечания. 1. НВ — нормальные вакуумные; НГ — нормальные газополные; НБ — нормальные биспиральные.

2. Световой поток указан для ламп с баллонами из прозрачного стекла.

Таблица 206

Технические данные ламп накаливания для местного освещения

| Обозначение | Номинальные световые и электрические параметры | | |
|-------------|--|--------------|--------------------|
| | напряжение, в | мощность, вт | световой поток, лм |
| МО9 | 12 | 11 | 100 |
| МО10 | 12 | 20 | 200 |
| МО11 | 12 | 40 | 500 |
| МО12 | 36 | 14 | 100 |
| МО13 | 36 | 25 | 200 |
| МО14 | 36 | 50 | 500 |

Примечания. 1. МО — лампы местного освещения.

2. Световой поток указан для ламп с баллонами из прозрачного стекла.

2. Электрические осветительные лампы накаливания с криптоновым наполнением

Лампы накаливания с баллонами, наполненными инертным газом — криптоном (табл. 207), — наиболее совершенные источники света температурного излучения. Лампы применяют для освещения жилых домов.

В результате наполнения криптоном и применения биспиральной нити накала лампы накаливания с криптоновым наполнением обладают большей экономичностью по сравнению с обычными лампами (при той же продолжительности горения) и меньшими размерами. Лампы выпускаются в прозрачных матированных или окрашенных в молочный цвет баллонах.

Таблица 207

Технические данные ламп накаливания с криптоновым наполнением

| Обозначение | Номинальные световые и электрические параметры | | |
|-------------|--|-----------------|-----------------------|
| | напряжение, в | мощность, вт | световой поток, лм |
| БК1 | 127 | 26 | 250 |
| БК2 | 127 | 36 | 400 |
| БК3 | 127 | 51 | 650 |
| БК4 | 127 | 68 | 900 |
| БК5 | 127 | 92 | 1300 |
| БК6 | 220 | 42 | 400 |
| БК7 | 220 | 59 | 650 |
| БК8 | 220 | 75 | 900 |
| БК9 | 220 | 103 | 1300 |

Примечания. 1. БК — лампы биспиральные с криптоновым наполнением.

2. Световой поток указан для ламп с баллонами из прозрачного стекла.

3. Люминесцентные лампы

Люминесцентная лампа представляет собой газосветную ртутную лампу со стеклянной колбой цилиндрической формы. Внутренняя поверхность колбы покрыта специальным составом (люминофором), флуоресцирующим (светящимся) под влиянием излучения, создаваемого электрическим разрядом внутри колбы.

Люминесцентные лампы обладают следующими преимуществами перед лампами накаливания: 1) они значительно экономичнее; 2) дают свет, близкий по спектру к дневному, что бывает необходимо на ряде производств (например в полиграфической и текстильной промышленности); 3) температура колбы значительно ниже (не выше $+50^{\circ}$); 4) срок службы люминесцентных ламп в 2—2,5 раза больше.

Люминесцентные лампы имеют, однако, следующие недостатки:

1) они требуют специальных пусковых приспособлений для включения в сеть: дросселей, термических реле (зажигателей);

2) при питании от сети переменного тока они дают так называемый стробоскопический эффект, т. е. изменяют световой поток под влиянием периодического изменения протекающего тока, что создает неприятное впечатление, иногда оказывает вредное влияние на зрение, а при наличии в помещении движущихся механизмов может быть причиной несчастных случаев, так как при некоторых скоростях создается ложное впечатление неподвижности движущихся механизмов; в этих случаях обязательно должны быть приняты меры по ослаблению стробоскопического эффекта, что не представляет больших трудностей;

3) при понижении температуры окружающего воздуха количество света, отдаваемого лампами, понижается, а при температуре ниже $+5^{\circ}$ лампы работают неустойчиво и могут вообще не зажечься, что ограничивает область их применения.

Схема включения люминесцентной лампы приведена на рис. 13.

Необходимость зажигающего устройства обуславливается применением в лампе электродов, требующих разогрева в момент пуска. После зажигания лампы предварительный накал должен быть выключен, так как в процессе работы лампы электроды нагреваются разрядным током.

Включение и выключение предварительного накала осуществляются с помощью зажигающего — небольшой лампы тлеющего разряда.

Включение дросселя в цепь лампы индуктивного сопротивления значительно снижает коэффициент мощности установки. Для повышения коэффициента мощности реко-

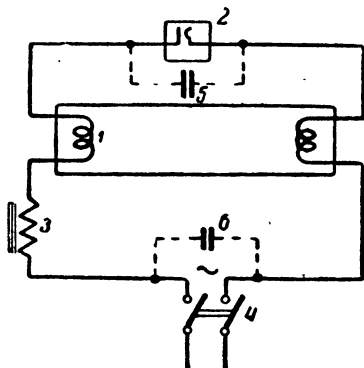


Рис. 13. Схема включения люминесцентной лампы:

- 1 — электроды лампы, 2 — стартер,
3 — дроссель, 4 — выключатель,
5, 6 — конденсаторы

мендуется включать в схему конденсатор 6, величина которого выбирается в зависимости от мощности лампы.

Установки с люминесцентными лампами при отсутствии соответствующих защитных устройств являются источниками радиопомех. Для снижения радиопомех в схему рекомендуется включать конденсаторы.

Техническая характеристика люминесцентных ламп приведена в табл. 208.

Т а б л и ц а 208

Технические данные люминесцентных ламп

| Обозначение | Номинальные световые и электрические параметры | | |
|-------------|--|-----------------|-----------------------|
| | напряжение, в | мощность, вт | световой поток, лм |
| ДС15 | 127 | 15 | 490 |
| БС15 | 127 | 15 | 560 |
| ТБС15 | 127 | 15 | 500 |
| ХБС15 | 127 | 15 | 490 |
| ДС20 | 127 | 20 | 700 |
| БС20 | 127 | 20 | 800 |
| ТБС20 | 127 | 20 | 700 |
| ХБС20 | 127 | 20 | 700 |
| ДС30 | 220 | 30 | 1160 |
| БС30 | 220 | 30 | 1400 |
| ТБС30 | 220 | 30 | 1250 |
| ХБС30 | 220 | 30 | 1160 |
| ДС40 | 220 | 40 | 1700 |
| БС40 | 220 | 40 | 1920 |
| ТБС40 | 220 | 40 | 1780 |
| ХБС40 | 220 | 40 | 1700 |
| ДС80 | 220 | 80 | 3040 |
| БС80 | 220 | 80 | 3440 |
| ТБ15-137 | 220 | 15 | 450 |
| ТБ15-206 | 220 | 15 | 450 |
| ТБ15-275 | 220 | 15 | 450 |
| ТБ21-206 | 220 | 21 | 700 |
| ТБ21-344 | 220 | 21 | 700 |
| ТБ30-275 | 220 | 30 | 1020 |
| ТБ30-412 | 220 | 30 | 1020 |
| ТБ30-550 | 220 | 30 | 1020 |
| ТБ30-825 | 220 | 30 | 1020 |
| ТБ30-1100 | 220 | 30 | 1020 |

Примечание. ДС — лампы дневного света (цветовая температура 6500° К). БС — лампы белого света (цветовая температура 3500° К). ТБС — лампы тепло-белого света (цветовая температура 2700° К). ХБС — лампы холодно-белого света (цветовая температура 4850° К).

Глава II. СВЕ

Характеристика наиболее распространенных светиль

Технические данные некоторых типов

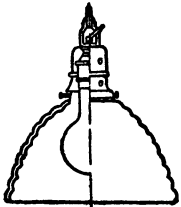
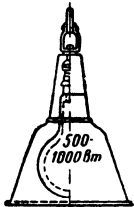
| Наименование | Условное обозначение | Светораспределение |
|--|----------------------|---------------------------|
| Глубокоизлучатель с зеркальным отражателем | Γ_3 | Прямого света; глубокое |
| Глубокоизлучатель эмалированный | Γ_3 | Прямого света; косинусное |

ТИЛЬНИКИ

ников приведена в табл. 209.

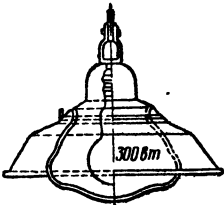
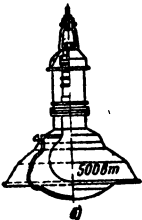
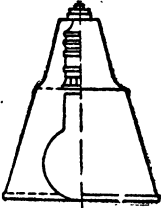
Таблица 209

светильников заводского изготовления

| Эскиз светильника | Мощность ламп, <i>вт</i> | К. п. д. | Защитный угол, град. | Наимень- шая высота подвеса, <i>м</i> |
|---|-----------------------------|-----------|----------------------------|---|
|  | До 500 | 0,85 | 35 | 6,0 |
|  | До 500 До 1000 | 0,61 — | 32 — | 4,0 6,0 |



| Наименование | Условное обозначение | Светораспределение |
|--|----------------------|------------------------------|
| Универсальный с полуматовым затенителем ($У_M$) или без затенителя ($У$) | $У_M, У$ | Прямого света; косинусное |
| Глубокоизлучатель эмалированный малый типа «альфа» для ламп 36 и 12 в | А | Косинусное |

Продолжение табл. 209

| Эскиз светильника | Мощность ламп, <i>вт</i> | К. п. л. | Защитный угол, град. | Наимень- шая высота подвеса, <i>м</i> |
|---|-----------------------------|--------------|-------------------------|---|
|  | До 300 До 500 | 0,55 0,55 | — — | 2,5 3,5 |
|  | | | | |
|  | До 60 | 0,51 | 32—40 | — |

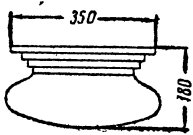
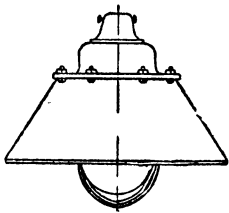
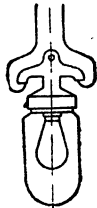
| Наименование | Условное обозначение | Светораспределение |
|---|-------------------------|--|
| Светильник «Люцетта» из молочного стекла | ● Л _ц | Рассеянного света; прямое |
| Шар молочного стекла | Ш _о | Рассеянного света (рис. а) и равномерного (рис. б) |

Продолжение табл. 209

| Эскиз светильника | Мощность ламп, <i>вт</i> | К. п. д. | Защитный угол, град. | Наимень- шая высота подвеса, <i>м</i> |
|--|-----------------------------|----------|-------------------------|---|
|  | До 200 | 0,83 | 35 | 3,0 |
|  | 60 150 300 1000 | 0,67 | — | 2—3 |

| Наименование | Условное обозначение | Светораспределение |
|---|----------------------|--------------------------------|
| Потолочный плафон двухламповый | П ₂ | Рассеянного света; прямое |
| Светильник повышенной надежности против взрыва | НОБ-150 НОГ-100 | Рассеянного света » » |
| Светильник фарфоровый полугерметический с рифленным стеклом | П ₂ | Рассеянного света; равномерное |

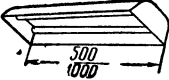

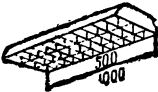
Продолжение табл. 209

| Эскиз светильника | Мощность ламп, <i>вт</i> | К. п. д. | Защитный угол, град. | Наимень- шая высота подвеса, м |
|---|-----------------------------|--------------|-------------------------|--------------------------------------|
|  | 2×60 | 0,55 | — | 3,0 |
|  | 150 100 | 0,65 0,65 | — — | 2,0 2,0 |
|  | До 60 | 0,84 | — | 2,0 |

| Наименование | Условное обозначение | Светораспределение |
|---|----------------------|------------------------------|
| Светильник с диффузным отражателем и открытым выходным отверстием * | ОД-2 | Прямого света; косинусное |
| Светильник с рассеивателем из стекла (пластмассы) * | Р-2 | Рассеянного света |
| Светильник с диффузным отражателем и защитной решеткой * | ОДР-2 | Прямого света; косинусное |

* Указанные светильники предназначены для люминесцентно-

Продолжение табл. 209

| Эскиз светильника | Мощность ламп, <i>вт</i> | К. п. д. | Защитный угол, град. | Наимень- шая высота подвеса, <i>м</i> |
|---|--------------------------------|--------------|-------------------------|---|
|  | 2×15 2×30 | 0,69 0,69 | 30 30 | 2,5 3,5 |
|  | 2×15 2×30 | 0,67 0,67 | — — | 2,0 3,0 |
|  | 2×15 2×30 | 0,60 0,60 | Более 45 " 45 | 2,0 3,0 |

го освещения.

Высота подвеса светильников указана в табл. 210, 211, 213.

Таблица 210

Наименьшая высота подвеса над полом светильников с лампами накаливания в установках внутреннего освещения

| Характеристика светильника | Наименьшая высота подвеса, м | |
|---|---|-------------------------------------|
| | лампы мощностью до 200 <i>вт</i> включительно | лампы мощностью более 200 <i>вт</i> |
| Светильник с диффузным отражателем с защитным углом в пределах 10—30° без рассеивателя | 3 | 4 |
| То же, но с защитным углом более 30° | Не ограничивается | |
| Светильники с диффузными отражателями, снабженные рассеивателями, а также без отражателей с рассеивателями: | } 3 | 4 |
| с коэффициентом пропускания до 80% в зоне 0—90° | | |
| с коэффициентом пропускания до 55% в зоне 60—90° | | |
| с коэффициентом пропускания до 55% в зоне 0—90° | Не ограничивается | 3 |
| Светильники с зеркальными отражателями: | | |
| глубокого излучения . . . | 2,5 | 3 |
| широкого » . . . | 4 | 6 |
| Открытая лампа с колбой из матированного стекла | 4 | 6 |

Таблица 213

Наименьшая высота подвеса светильников над уровнем земли в местах производства работ на строительномонтажных площадках

| Характеристика | Наименьшая высота подвеса, м | |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| | лампы мощностью 200 вт и меньше | лампы мощностью более 200 вт |
| Светильник с диффузным отражателем без рассеивателя . | 3,5 | 4,5 |
| Светильники с диффузными отражателями и с рассеивателями: | | |
| с коэффициентом пропускания до 80% в зоне 0—90° | 3,5 | 4,5 |
| с коэффициентом пропускания до 55% в зоне 60—90° | 3,5 | 4,5 |
| с коэффициентом пропускания до 55% в зоне 0—90° | 2,5 | 3,5 |
| Зеркальные светильники широкого излучения и призматические светильники: | | |
| без рассеивателей | 4,5 | 7,0 |
| с рассеивателями с коэффициентом пропускания до 80% | 3,5 | 7,0 |
| Зеркальные светильники глубокого излучения: | | |
| без рассеивателей | 3,5 | 5,0 |
| с рассеивателями с коэффициентом пропускания до 80% | 3,0 | 5,0 |
| Зеркально-призматические светильники | 9 | 10 |

Простейшие схемы включения светильников приведены в табл. 212.

Таблица 212

Простейшие схемы включения светильников

| Наименование схемы | Схема выключателя | Схема включения в сеть | |
|--|-------------------|------------------------|--------------------|
| | | в развернутом виде | в условн. обознач. |
| Однополюсное включение одной лампы | | | |
| Однополюсное включение группы ламп | | | |
| Однополюсное переключение группы ламп с двумя перерывами | | | |
| Однополюсное переключение ламп с одним перерывом | | | |
| Двухполюсное включение ламп | | | |
| Включение группы ламп из двух мест | | | |

Таблица 213

Наименьшая высота подвеса светильников над уровнем земли на площадях, улицах, дорогах и в проездах

| Мощность лампы в светильнике, <i>вт</i> | Наименьшая высота подвеса, <i>м</i> |
|---|-------------------------------------|
| Менее 150 | 5,5 |
| 150 | 6,0 |
| 200—300 | 6,5 |
| 500—750 | 7,5 |
| 1000 и выше | 8,5 |

Глава III. НОРМЫ ОСВЕЩЕННОСТИ

1. Общие сведения

С целью правильного выбора мощности и количества ламп для освещения промышленных и бытовых помещений ПУЭ установлены нормы освещенности. При определении норм освещенности руководствовались «шкалой освещенности», приведенной в табл. 214.

Таблица 214

Шкала освещенности

| Ступени шкалы | Освещенность, <i>лк</i> | Ступени шкалы | Освещенность, <i>лк</i> |
|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|
| I | 5 | IV | 40 |
| II | 10 | V | 50 |
| III | 30 | VI | 75 |

Продолжение табл. 214

| Ступени шкалы | Освещенность, лк | Ступени шкалы | Освещенность, лк |
|---------------|------------------|---------------|------------------|
| VII | 100 | XII | 500 |
| VIII | 150 | XIII | 750 |
| IX | 200 | XIV | 1000 |
| X | 300 | XV | 1500 |
| XI | 400 | XVI | 2000 |
| | | XVII | 3000 |

Нормы освещенности, приведенные в табл. 215, следует повышать на одну ступень по шкале освещенности в следующих случаях:

а) при работах Ib, Ig, IIб, IIв, IIг, III и IV разрядов, если расстояние от рассматриваемого объекта до глаза более 0,5 м, если работа производится непрерывно в течение более половины рабочего дня или если объекты различения расположены на движущихся поверхностях;

б) при отсутствии естественного освещения в помещениях с постоянным пребыванием в них людей;

в) при предъявлении специальных санитарных требований (например в некоторых помещениях пищевой промышленности).

Нормы освещенности, приведенные в табл. 215, следует снижать на одну ступень по шкале освещенности в следующих случаях:

а) в производственных помещениях при кратковременном пребывании в них людей;

б) в помещениях с оборудованием, не требующим постоянного обслуживания.

2. Нормирование освещенности в производственных помещениях

Таблица 215

Наименьшая освещенность на рабочих поверхностях в производственных помещениях

| Характеристика работы | Размер объекта различения, мм | Разряд работы | Подразряд работы | Контраст объекта с фоном | Фон | Наименьшая освещенность, лк | | | |
|-----------------------|-------------------------------|---------------|------------------|--------------------------|---------|-----------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|
| | | | | | | при люминесцентных лампах | | при лампах накаливания | |
| | | | | | | Комбинированное освещение | Одно-цветное освещение | Комбинированное освещение | Одно-цветное освещение |
| Особо точная | 0,1 и менее | I | а | Малый | Темный | 3000 | 750 | 1500 | 300 |
| | | | б | Малый | Светлый | 2000 | 750 | 1000 | 300 |
| | | в | Средний | Темный | 2000 | 750 | 1000 | 300 | |
| | | | Средний | Светлый | 1500 | 500 | 750 | 300 | |
| | | г | Большой | Темный | 1500 | 500 | 750 | 300 | |
| | | | Большой | Светлый | 750 | 300 | 400 | 150 | |

Продолжение табл. 215

| Характеристика работы | Размер объекта различения, мм | Разряд работы | Подразряд работы | Контраст объекта с фоном | Фон | Наименьшая освещенность, лк | | | |
|-----------------------|-------------------------------|---------------|------------------|--|---|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| | | | | | | при люминесцентных лампах | | при лампах накаливания | |
| | | | | | | комбинированное освещение | однообъектное освещение | комбинированное освещение | однообъектное освещение |
| Высокой точности | Более 0,1 до 0,3 | II | а б в г | Малый Малый Средний Средний Большой Большой | Темный Светлый Темный Светлый Темный Светлый | 2000 | 750 | 1000 | 300 |
| | | | | | | 1000 | 400 | 500 | 150 |
| | | | | | | 1000 | 400 | 500 | 150 |
| | | | | | | 750 | 200 | 400 | 100 |
| Точная | Более 0,3 до 1 | III | а б в г | Малый Малый Средний Большой Большой | Темный Светлый Темный Светлый Темный Светлый | 1000 | 300 | 500 | 150 |
| | | | | | | 750 | 200 | 400 | 100 |
| | | | | | | 750 | 200 | 400 | 100 |
| | | | | | | 500 | 150 | 300 | 75 |
| Малой точности | Более 1 до 10 | IV | а б | Малый Малый Средний | Темный Светлый Темный | 150 | 150 | 150 | 50 |
| | | | | | | 150 | 150 | 150 | 50 |
| | | | | | | 150 | 150 | 150 | 50 |
| | | | | | | 150 | 150 | 150 | 50 |

Продолжение табл. 215

| Характеристика работы | Размер объекта различения, мм | Разряд работы | Подразряд работы | Контраст объекта с фоном | Фон | Наименьшая освещенность, лк | | | |
|--|-------------------------------|---------------|------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------|---------------------------|----------------|
| | | | | | | при люминесцентных лампах | | при лампах накаливания | |
| | | | | | | Комбинированное освещение | Однооблученное | Комбинированное освещение | Однооблученное |
| Малой точности | Более 1 до 10 | IV | в | Средний Большой Большой | Светлый Темный Светлый | 100 | 100 | 100 | 30 |
| | | | | | | 100 | 100 | 100 | 30 |
| Грубая | Более 10 | V | — | Независимо от контраста и фона | | 100 | 100 | 100 | 30 |
| | | | | | | | | | |
| Требующая наблюдения за ходом производственного процесса | — | VI | — | То же | | 75 | 75 | — | 20 |
| | | | | | | | | | |
| С самосветящимися предметами или материалами | — | VII | — | То же | | 150 | 150 | — | 50 |
| | | | | | | | | | |

3. Нормирование освещенности в жилых и общественных зданиях и вспомогательных помещениях

Таблица 216

Наименьшая освещенность жилых и общественных зданий и вспомогательных помещений

| Наименование помещений | Наименьшая освещенность, лк | | Поверхности, к которым относятся нормы освещенности |
|---|-----------------------------|------------------------|---|
| | при люминесцентных лампах | при лампах накаливания | |
| I. Жилые здания (гостиницы, общежития, интернаты и квартиры) | | | |
| Жилые комнаты: в квартирах и гостиницах | 75 | 30 | 0,8 м от пола в горизонтальной плоскости |
| в общежитиях и интернатах гостиные, комнаты отдыха, комнаты игр и т. д. | 100 150 | 50 75 | То же » » |
| II. Административно-конторские помещения | | | |
| Кабинеты и рабочие комнаты для конторских занятий | 200 | 75 | » » |
| Машинописные и машиносчетные бюро | 300 | 150 | » » |
| Проектные залы, конструкторские и чертежные бюро | 300 | 150 | » » |
| Залы заседаний | 200 | 100 | » » |
| Приемные и комнаты ожидания | 100 | 50 | » » |
| Комнаты общественных организаций и красные уголки | 150 | 75 | » » |

Продолжение табл. 216

| Наименование помещений | Наименьшая освещенность, лк | | Поверхности, к которым относятся нормы освещенности |
|---|-----------------------------|------------------------|--|
| | при люминесцентных лампах | при лампах накаливания | |
| Операционные залы банков, сберегательных касс, почтовых отделений и т. д. | 200 | 100 | 0,8 м от пола в горизонтальной плоскости |
| Архивы: | | | |
| на рабочих столах | 200 | 75 | То же |
| на стеллажах | 75 | 20 | 2 м от пола в вертикальной плоскости |
| <i>III. Библиотеки и зрелищные предприятия</i> | | | |
| Библиотеки: | | | |
| читальные залы | 300 | 100 | 0,8 м от пола в горизонтальной плоскости |
| комнаты каталогов | 150 | 75 | То же |
| Книгохранилища: | | | |
| центральных библиотек | 100 | 30 | 2 м от пола в вертикальной плоскости на стеллажах |
| прочих библиотек | 75 | 20 | То же |
| Зрелищные предприятия: | | | |
| выставочные залы | 300 | 100 | 1 м от пола в горизонтальной плоскости и на экспонате в вертикальной плоскости |

Продолжение табл. 216

| Наименование помещений | Наименьшая освещенность, лк | | Поверхности, к которым относятся нормы освещенности |
|--|-----------------------------|------------------------|---|
| | при люминесцентных лампах | при лампах накаливания | |
| Зрительные залы: театров, концертных залов, клубов и домов культуры | 200 | 75 | 0,8 м от пола в горизонтальной плоскости |
| кинотеатров | 100 | 30 | То же |
| фойе | 200 | 75 | » » |
| <i>IV. Лечебно-профилактические учреждения</i> | | | |
| Операционные | 400 | 200 | » » |
| Прочие помещения хирургического блока и хирургические кабинеты в поликлиниках и медсанчастях | 300 | 150 | » » |
| Кабинеты врачей | 200 | 100 | » » |
| Рентгеновские кабинеты | 75 | 30 | » » |
| Процедурные кабинеты, боксы и изоляторы | 150 | 75 | » » |
| Палаты больниц и санаториев | 75 | 30 | » » |
| Диагностические лаборатории | 300 | 150 | » » |
| Аптеки: помещения для приготовления лекарств | 300 | 150 | » » |
| места приема рецептов и выдачи лекарств | 200 | 100 | » » |
| дезинфекционные камеры и пропускники | 75 | 30 | На полу |
| <i>V. Школы, техникумы и вузы</i> | | | |
| Аудитории, классы, учебные кабинеты и лаборатории: столы и парты | 300 | 150 | 0,8 м от пола в горизонтальной плоскости |

Продолжение табл. 216

| Наименование помещений | Наименьшая освещенность, лк | | Поверхности, к которым относятся нормы освещенности |
|---|-----------------------------|------------------------|--|
| | при люминесцентных лампах | при лампах накаливания | |
| классные доски | 300 | 150 | В вертикальной плоскости 0,8 м от пола в горизонтальной плоскости |
| кабинеты черчения | 400 | 200 | |
| кабинеты и комнаты преподавателей | 150 | 75 | То же На полу » » |
| актовые залы | 200 | 100 | |
| рекреационные залы | 150 | 75 | |
| <i>VI. Детские сады и ясли:</i> | | | |
| смотровые | 200 | 100 | 0,8 м от пола в горизонтальной плоскости |
| комнаты для групповых игр и столовые | 200 | 100 | То же |
| приемные и комнаты кормления грудных детей | 150 | 75 | » » |
| спальные комнаты | 75 | 30 | » » |
| <i>VII. Магазины</i> | | | |
| Торговые залы в магазинах: готового платья, белья, обуви, тканей, меховых изделий, головных уборов, парфюмерных, галантерейных, ювелирных, книжных, продовольственных товаров | 300 | 150 | » » |
| Торговые залы прочих магазинов: | | | |
| посудных, мебельных и т. д. | 200 | 100 | » » |
| Кабины кассиров | 200 | 100 | » » |

Продолжение табл. 216

| Наименование помещений | Наименьшая освещенность, лк | | Поверхности, к которым относятся нормы освещенности |
|---|-----------------------------|------------------------|---|
| | при люминесцентных лампах | при лампах накаливания | |
| VIII. Предприятия общественного питания | | | |
| Залы: | | | |
| ресторанов | 300 | 100 | 0,8 м от пола в горизонтальной плоскости |
| кафе, столовых, чайных, закусовых, буфетов | 200 | 75 | То же |
| Заготовочные и моечные помещения | 200 | 75 | » » |
| IX. Бани, парикмахерские и прачечные | | | |
| Раздевальные и моечные помещения в банях и душевых павильонах | 100 | 50 | На полу |
| Парикмахерские залы | 200 | 100 | 1 м от пола |
| Помещения для стирки: | | | |
| механической | 100 | 50 | На полу |
| ручной | 150 | 75 | » » |
| Помещения для глажения: | | | |
| механического | 200 | 100 | На поверхности гладильных машин |
| ручного | 300 | 150 | 0,8 м от пола в горизонтальной плоскости |

Продолжение табл. 216

| Наименование помещений | Наименьшая освещенность, лк | | Поверхности, к которым относятся нормы освещенности |
|---|-----------------------------|------------------------|---|
| | при люминесцентных лампах | при лампах накаливания | |
| <i>Х. Вспомогательные помещения жилых, общественных, административных и промышленных зданий</i> | | | |
| Вестибюли и гардеробные: | | | |
| в театрах, концертных залах и центральных гостиницах | 150 | 75 | На полу |
| в вузах, школах, клубах, музеях | 100 | 50 | » » |
| в общежитиях, поликлиниках, кинотеатрах и других общественных, административных, а также промышленных зданиях | 75 | 30 | » » |
| Лестницы: | | | |
| главные лестницы в театрах, концертных залах, а также лестницы в школах | 100 | 30 | На площадках и ступенях лестницы |
| главные лестницы в других общественных, административных, а также промышленных зданиях | 75 | 20 | То же |
| прочие лестницы в общественных, административных и промышленных зданиях и лестницы жилых зданий | 50 | 10 | » » |
| Коридоры и проходы: | | | |
| главные коридоры и проходы в больницах и школах | 100 | 30 | На полу |

Продолжение табл. 216

| Наименование помещений | Наименьшая освещенность, лк | | Поверхности, к которым относятся нормы освещенности |
|--|-----------------------------|------------------------|---|
| | при люминесцентных лампах | при лампах накаливания | |
| главные коридоры и проходы в общественных, административных и промышленных зданиях | 75 | 20 | На полу |
| прочие коридоры и проходы в промышленных, общественных и административных зданиях, в больницах и школах, а также коридоры и прихожие в квартирах | 50 | 10 | » » |
| Кухни: варочные залы предприятий общественного питания, кухни детских учреждений и в общежитиях | 200 | 75 | 0,8 м от пола в горизонтальной плоскости |
| кухни в жилых зданиях | 100 | 30 | То же |
| Санитарные узлы: в общественных, административных и промышленных зданиях | 75 | 30 | На полу |
| в квартирах | 50 | 10 | » » |
| Кубовые и сушилки | 75 | 30 | » » |
| Лифты пассажирские и грузовые | 75 | 30 | » » |

4. Нормативы для определения мощности светильников

Таблица 217

Ориентировочные нормативы удельной мощности ($вт/м^2$) для общего освещения при расчетной высоте 2,5—3,5 м помещений площадью от 10 до 100 $м^2$ при напряжении ламп 220 в *

| Тип осветительной арматуры | Удельная мощность ($вт/м^2$) при наименьшей освещенности**, лк | | | | | | |
|--|--|-------|-------|------|-------|-------|---------|
| | 25 | 20 | 15 | 10 | 5 | 3 | 2 |
| «Люцетта» цельного молочного стекла. «Универсаль» с полуматовым затенителем | 8/13 | 7/11 | 5,5/8 | 4/5 | — | — | — |
| «Универсаль» без затенителя; «Альфа» | 6/10 | 5/8 | 4/6 | 3/4 | 1,5/3 | 1/2 | 0,7/1,7 |
| Шар молочного стекла; одно- и двухламповые плафоны с полуматовым стеклом | 13/12 | 11/18 | 8/14 | 5/10 | — | — | — |
| Водопыленепроницаемый; фарфоровый полугерметический | 10/18 | 8/15 | 6/11 | 4/7 | 3,5/1 | 1,5/3 | 1/2,5 |

* При напряжении ламп 110—127 в значения удельной мощности следует принимать на 10% ниже указанных в таблице.

** Из приведенных значений удельной мощности числитель относится к меньшим, знаменатель — к большим помещениям.

Таблица 218

**Мощность ламп для общего освещения малых помещений
(площадью до 10 м²) и лестничных клеток**

| Наименование помещений | Наибольшая мощность ламп в помещении, <i>вт</i> |
|---|---|
| Помещения площадью от 5 до 10 м ² при освещенности по нормам: 20—25 лк | 100 (биспиральная 900 лм) |
| 10—15 » | 60 |
| 2—5 » | 25 |
| Помещения площадью менее 5 м ² : | |
| тамбуры, проходы и т. п. . . . | 15 |
| душевые, уборные и т. п. . . . | 25 |
| Лестничные клетки (световые точки устанавливаются через площадку, т. е. с одного конца каждого марша) | 25 |

Глава IV. МОНТАЖНЫЕ УКАЗАНИЯ

1. Монтаж светильников, выключателей и штепсельных розеток

Светильники, устанавливаемые в помещениях сырых, особо сырых, с едкими парами или газами, а также на открытом воздухе, должны иметь два отверстия с изоляционными втулками для раздельного ввода проводов.

Раздельный ввод проводов необязателен при навинчивании светильника на стальные (газовые) трубы, а также при вводе в них оцинкованных кабелей. В последнем случае отверстие для ввода кабеля снабжается сальником, а при отсутствии его кабель в отверстии заливается изолирующей массой.

Спуски светильников на длину до 1 м выполняются на стальной проволоке диаметром 1—1,5 мм; при больших длинах спусков арматура подвешивается на полосовой или

круглой (диаметром 6—7 мм) стали, а иногда на стальных (газовых) трубах диаметром $1/2''$. Провода между потолком и светильником при небольших спусках (до 0,5 м) свободно висят, а при больших длинах прокладываются вдоль спуска на планках с роликами или заключаются в резиновую полутвердую (эбонитовую) трубку или изоляционную установочную трубку, которая прикрепляется к спуску. При подвеске светильников на стальных трубах провода заключаются внутрь их.

При вводе освинцованных кабелей и с полихлорвиниловой оболочкой, а также проводов марки ТПРФ в светильники крепление последних должно быть жестким.

Подвесные патроны с колпаками (абжурами) монтируются на шнуре, проходящем через потолочные розетки из изоляционного материала. Вес светильника не должен превышать 1 кг.

Стенные и потолочные патроны устанавливаются на деревянных розетках.

Установка плафонов производится на роликах или на деревянных розетках. В последнем случае для ввода проводов при открытой проводке в розетке делается желобок, а при скрытой проводке — отверстие, через которое провода вводятся в плафон в резиновой полутвердой (эбонитовой) трубке.

При подвеске светильников к кронштейнам провода на участке от стены до светильника прокладываются по кронштейнам на планках с роликами или в стальных (газовых) трубах.

Выключатели и штепсельные розетки в помещениях сырых, особо сырых, с едкими парами или газами, а также при наружной установке применяются герметические, во всех остальных помещениях (кроме взрывоопасных) — нормальные. Нормальные выключатели и штепсельные розетки устанавливаются на круглых деревянных розетках диаметром 60—70 мм.

Герметические выключатели и штепсельные розетки устанавливаются на роликах или непосредственно на стене. Герметические выключатели без сальниковых уплотнений устанавливаются так, чтобы отверстие для ввода проводов было обращено вниз. Отверстие должно быть снабжено изолирующей втулкой. Высота установки выключателей 1,5—1,7 м, штепсельных розеток 0,8—1,2 м от пола.

2. Монтаж групповых щитков

Щитки монтируются на панелях, изготовленных из стали, мрамора, асбоцемента и других огнестойких изоляционных материалов.

Асбоцемент после обработки (резки, сверловки отверстий и т. п.) должен быть пропитан изоляционным составом. Токоведущие части аппаратуры, монтируемой на плитах из стали, должны быть пропущены через изоляционные втулки.

Для щитков применяют пробочные предохранители до 25 а прямоугольные и квадратные. Магистралы на ток больше 25 а, отходящие от щитка, защищают пробочными предохранителями до 60 а или трубчатыми (типа ПР-2).

Для отключения групп в случае необходимости на щитках устанавливают выключатели (на 6 или 10 а) или одно-, двух- или трехполюсные рубильники (до 25 а).

При напряжении 380/220 и 220/127 в с заземленной нейтралью предохранители и выключатели (или рубильники) включаются только в цепь фазных проводов.

При напряжении 3×120, 3×220 и 220/127 в с изолированной нейтралью для двухпроводных групп предохранители и выключатели (или рубильники) рекомендуется включать в цепь обоих проводов отходящих линий. В цепи нулевых проводов трехфазных или двухфазных (2 фазы и нуль) групп установка предохранителей и выключателей не допускается.

Ошиновка щитков выполняется полосовой сталью сечением 15×3 и 25×3 мм. Шины, за исключением контактных поверхностей, покрывают лаком или окрашивают.

Щитки устанавливают в местах, доступных для осмотра и замены сгоревших плавких вставок (пробок).

Для удобства присоединения проводов и обслуживания щитков рекомендуется относить их от стен на расстояние, приведенное в табл. 219.

Высота установки щитков в производственных помещениях 1,5—1,7 м, в бытовых и жилых помещениях 2,5—3 м от пола. Щитки с выключателями или рубильниками, независимо от характера помещения, устанавливаются на высоте 1,5—1,7 м от пола.

В помещениях пыльных, сырых, с едкими парами и газами, а также при наличии на щитках рубильников с открытыми токоведущими частями щитки должны закрывать-

Т а б л и ц а 219

Наименьшее расстояние от распределительного щитка до стены

| Размеры щитка, мм | Наименьшее расстояние от щитка до стены, мм |
|-------------------|---|
| 200×400 | 100 |
| 500×400 | 150 |
| 600×500 | 250 |
| 600×800 | 300 |
| 600×1000 | 600 |
| 600×1200 | 900 |

ся защитными металлическими кожухами с открывающимися дверцами.

Щитки, установленные в нишах стен, закрываются металлическими или деревянными дверцами. Расстояние от токоведущих частей щитка до стены не должно быть менее 50 мм. Для обеспечения возможности присоединения проводов и удобства обслуживания щиток должен поворачиваться на шарнирных петлях, прикрепленных к одной из вертикальных кромок щитка. Провода, присоединенные к щитку, должны иметь запас, обеспечивающий свободный поворот щитка. Щитки с контактами для присоединения проводов, выведенными на лицевую сторону панели, не требуют приспособления для поворота.

3. Монтаж местного освещения

Понизительные трансформаторы для питания местного освещения устанавливаются: а) на стенах и колоннах на высоте 2,5—3 м от пола; б) на стойках закрытых шинопроводов; в) на стенах—вблизи пусковых аппаратов для электродвигателей станков.

Трансформаторы защищаются кожухами для предохранения их от механических повреждений и запыления.

Выключатели для отключения понизительных трансформаторов от сети со стороны высшего напряжения устанавливаются на высоте не более 1,7 м в местах, удобных для пользования выключателями.

Предохранители со стороны низшего напряжения трансформаторов размещаются рядом с трансформаторами.

Выключатели для арматур местного освещения монтируются вблизи кронштейнов или на самих кронштейнах.

При питании местного освещения от групповых пониженных трансформаторов, установленных на закрытых шинопроводах (на участках от шинопроводов до станков), провода сети местного освещения прокладываются по общей конструкции или в общей стальной трубе с проводами силовой сети; при этом провода местного освещения заключаются в изоляционную трубку. На всех остальных участках провода сети местного освещения прокладываются раздельно от проводов силовой сети.

Зарядка шарнирных кронштейнов для арматур местного освещения выполняется гибким проводом (например марки ПРГ).

ЗАЗЕМЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

1. Части установок, подлежащие заземлению

В установках с напряжением выше 127 в переменного тока и 110 в постоянного все доступные для прикосновения металлические части, которые нормально не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним вследствие повреждения изоляции, должны быть заземлены в следующих случаях:

а) в сухих производственных, конторских и торговых помещениях с сухими плохо проводящими (деревянными, асфальтовыми и т. п.) полами при напряжении 500 в и выше постоянного и переменного тока (при 380 в переменного и 440 в постоянного тока заземление не требуется);

б) в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, а также в пожаро- и взрывоопасных помещениях в сетях переменного тока при напряжении 380/220 в с заземленной нейтралью и 220/127 в с изолированной нейтралью и в сетях постоянного тока при напряжении 220 в и выше.

К частям, подлежащим заземлению, относятся: корпуса приборов, аппаратов, электрических машин и трансформаторов, каркасы распределительных устройств и щитов, корпуса кабельных муфт, арматура изоляторов распределительных устройств, металлические защитные трубы и ограждения.

Обмотки трансформаторов низшего напряжения (до 500 в включительно), не имеющие непосредственного заземления, необходимо заземлять через пробивные предохранители.

Сопротивление защитного заземления не должно превышать 4 ом, за исключением установок небольшой мощности (кустарных мастерских, отопительных установок, жилых домов и т. п.) с предохранителями на вводе не более 25 а, когда величина защитного заземления не должна превосходить 10 ом.

Для заземления элементов осветительной установки

используются нулевые провода (или заменяющие их естественные заземляющие проводники). Нулевой провод не должен защищаться предохранителями, кроме случаев, когда он не используется для заземления.

Если сеть имеет заземленную нулевую точку, то необходимо выполнить следующее:

а) винтовую металлическую резьбу патрона соединить с нулевым проводом;

б) заземление корпуса светильника и выключателя выполнить посредством отдельного провода или жилы провода, присоединяемого к нулевому проводу групповой линии;

в) однополюсные выключатели поставить в рассечку фазного провода;

г) при напряжении 380/220 в с заземленной нулевой точкой ни в коем случае не применять штепсельных розеток с предохранителями такой конструкции, которая допускает возможность прикосновения к токоведущим частям при смене предохранителя под напряжением.

2. Выполнение заземлений

Заземлители. В установках переменного тока должны в первую очередь использоваться естественные заземлители, при наличии которых искусственные заземлители не требуются.

В качестве естественных заземлителей могут быть использованы:

а) проложенные в земле водопроводные трубы, заполненные водой;

б) обсадные трубы артезианских колодцев;

в) металлические конструкции зданий и сооружений;

г) металлические оболочки кабелей, проложенных в земле, при числе их не менее двух (только при наличии искусственных заземлителей); алюминиевые оболочки кабелей не могут быть использованы в качестве заземлителей;

д) трубопроводы, проложенные под землей, за исключением трубопроводов горючих жидкостей и горючих или взрывчатых газов.

Для устройства искусственных заземлителей можно применять:

а) вертикально забитые стальные трубы или стержни;

при применении труб, толщина стенки их должна быть не менее 3,5 мм; число труб — не менее двух;

б) стальные ленты толщиной не менее 4 мм и площадью поперечного сечения не менее 48 мм², а также проволоку диаметром 6 мм.

При грунтах, в которых можно ожидать усиленной коррозии, следует использовать омедненные или оцинкованные стальные проволоки и трубы.

В плохо проводящих грунтах с целью снижения сопротивления заземлителей можно применять искусственную обработку земли (поваренной солью, содой и т. д.) в соответствии с инструкцией.

Трубы, входящие в состав сложного заземлителя, необходимо размещать на расстоянии не менее 2,5—3 м одна от другой и располагать вертикально; стальные полосы следует помещать в грунт на ребро, причем между параллельно проложенными полосами должно быть расстояние не менее 1,5 м.

Расстояние от заземлителей до фундаментов зданий и сооружений не должно быть менее 1,5 м.

Верхнюю кромку труб и полосовые заземлители нужно располагать ниже уровня земли (с учетом планировки) не менее чем на 0,6 м.

Заземляющие проводники. Пропускная способность магистралей заземляющей сети должна быть не меньше 50% пропускной способности наиболее мощного фидера, питающего рассматриваемую установку.

Пропускная способность ответвления, служащего для заземления отдельного приемника, должна быть не меньше $\frac{1}{3}$ пропускной способности фазного провода ответвления, питающего этот приемник.

Для магистралей и ответвлений сечение 100 мм² по железу и 25 мм² по меди считается достаточным во всех случаях.

Сечение заземляющих проводников должно быть выбрано так, чтобы при замыкании между нулевым проводом и токоведущими частями, в каком бы пункте сети оно ни произошло, возникал ток короткого замыкания, превышающий по меньшей мере в три раза номинальный ток ближайшей плавкой вставки или в 1,5 раза ток отключения соответствующего автоматического выключателя.

Сечения заземляющих проводников должны быть не менее величин, приведенных в табл. 220 и 221,

Т а б л и ц а 220

**Минимальные размеры стальных заземлителей
и заземляющих проводников**

| Наименование | В зданиях | В наружных установках | В земле |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Круглые проводники | Ø 5 мм | Ø 6 мм | Ø 6 мм |
| Прямоугольные проводники | S=24 мм ² | S=48 мм ² | S=48 мм ² |
| Угловая сталь | Толщина полок 2 мм | Толщина полок 2,5 мм | Толщина полок 4 мм |
| Стальные трубы | Толщина стенок 2,5 мм | Толщина стенок 2,5 мм | Толщина стенок 3,5 мм |

Т а б л и ц а 221

**Минимальные сечения медных и алюминиевых
заземляющих проводников в электроустановках
напряжением до 1000 в**

| Наименование | Сечение медных проводников, мм ² | Сечение алюминиевых проводников, мм ² |
|---|---|--|
| Голые проводники при открытой прокладке | 4 | 6 |
| Изолированные провода | 1,5 | 2,5 |
| Заземляющие жилы кабелей или многожильных проводов в общей защитной оболочке с фазными жилами | 1 | 1,5 |

Использование для заземления стальных труб, конструкций, а также свинцовых оболочек кабелей. В помещениях, за исключением взрывоопасных, допускается использование в качестве заземляющих проводов:

а) металлических конструкций зданий, ферм, колонн, прогонов и связей;

б) металлических конструкций производственного назначения (металлических балок, подкрановых путей, каркасов распределительных устройств и др.);

в) стальных (газовых) труб, служащих для прокладки проводов;

г) стальных коробов шинопроводов;

д) тросов, служащих для подвески проводов.

При использовании для заземления металлических конструкций необходимо обеспечивать надежность контактов в соединениях и непрерывность электрической цепи по всей ее длине. Используемые металлические конструкции должны быть доступны для наблюдения и иметь отличительную окраску, позволяющую распознавать в них составную часть электрической цепи.

Если металлические конструкции используются не только для заземления приемника, но и в качестве заземляющих магистралей, то последние должны удовлетворять следующим дополнительным требованиям:

а) соединение этих участков должно осуществляться сваркой с помощью шины сечением не менее 100 мм^2 ;

б) используемые конструкции должны иметь четкую отмеченную краской трассу (например нижний пояс ферм, металлическую балку и т. п.) и быть доступными для наблюдения.

Соединение цеховых нулевых и заземляющих магистралей с нулевой шиной трансформаторной подстанции, а также с нулевыми шинами цеховых щитков рекомендуется осуществлять путем использования свинцовых оболочек и брони как силовых, так и осветительных кабелей.

При этом следует использовать оболочки всех кабелей, причем берется не менее двух оболочек. Суммарная проводимость используемых оболочек должна быть не менее 50% проводимости фазы любого из силовых или смешанных (силового и осветительного) фидеров.

Присоединение заземляющей проводки к заземлителям. Соединение полос и отдельных участков протяженного заземления между собой, а также с трубчатыми заземлителями необходимо производить сваркой внахлестку. Длина

сварочного шва должна равняться двойной ширине прямоугольных полос.

Сварочный шов должен быть ровным и непрерывным, не иметь шлаковых включений, газовых пузырей, непроварки и пережога металла.

В местах пересечения заземляющей проводки, проложенной в земле, с кабелями, трубопроводами, железнодорожными путями, а также в других местах, где возможны механические повреждения заземляющей проводки, последняя должна быть защищена трубами, угловой сталью и т. п.

Соединение заземляющей проводки с естественными заземлителями большой протяженности (например водопроводными трубами) должно, как правило, производиться до ввода их в здание и только сваркой.

В промышленных и других крупных установках присоединение необходимо делать не менее чем в двух местах. Места присоединения должны быть выбраны так, чтобы при разъединении водопровода для ремонта не прерывалась цепь заземления.

Фланцевые соединения труб с изолирующими прокладками, а также водомеры следует зашунтировать стальными перемычками (скобами), приваренными к трубам с обеих сторон фланцев и водомеров.

Если невозможно приварить шунтирующие перемычки, их нужно подсоединить к трубам с помощью хомутов.

В этом случае контактные поверхности хомутов и труб должны быть тщательно зачищены до блеска и облужены, а хомуты надежно затянуты. Готовое присоединение должно быть покрыто битумом не менее чем за два раза.

При использовании в качестве заземляющих ответвлений газовых (стальных) труб, предназначенных для прокладки проводов, надо соблюдать следующие требования:

а) соединительные муфты в скрытых трубопроводах должны быть приварены к трубам не менее чем в двух точках;

б) у проходных и ответвительных коробок, у вводов в распределительные и групповые ящики, шкафы и т. п. концы труб необходимо соединять между собой и с коробкой (ящиком, шкафом) при помощи приваренной к ним стальной полосы или проволоки соответствующего сечения;

в) присоединение труб к магистралям заземления и к заземляемым элементам установки должно быть осуще-

ствлено при помощи полосы или проволоки, приваренной к трубам.

Использование в качестве заземляющей проводки металлических оболочек трубчатых и тому подобных проводов, а также оболочек изоляционных установочных труб не допускается.

Полосы заземляющей проводки при открытой прокладке должны быть выправлены на плоскость и на ребро.

На прямолинейных участках они не должны иметь заметных на глаз неровностей и изгибов.

Заземляющие проводки нужно прокладывать вертикально или горизонтально; допускаются прокладки проводов параллельно наклонным конструкциям зданий.

Шины прямоугольного сечения, как правило, устанавливают по отношению к поверхности основания на плоскость, а не на ребро.

При прокладке заземляющих голых проводов по бетону и кирпичу они, как правило, должны быть укреплены на опорах на расстоянии 10—15 мм от соответствующих поверхностей; при прокладке по дереву разрешается непосредственное крепление.

В каналах заземляющие голые провода следует прокладывать на расстоянии не менее 50 мм от нижней поверхности съемного перекрытия.

Расстояние между опорами для крепления заземляющих проводов нормально принимается равным 1000—1500 мм на прямых участках и 1000 мм на изгибах.

Опоры должны быть надежно заделаны в стены.

Заземляющие провода необходимо надежно крепить на опорах путем приварки и т. п.

Соединение заземляющих проводов следует выполнять сваркой или путем свинчивания.

Под землей, в сырых или содержащих едкие выделения помещениях, а также в наружных установках соединения заземляющих проводов должны быть выполнены только сваркой внахлестку.

Заземляющие провода, проложенные открыто в помещениях, при пересечении каналов, в местах перемещения тяжелых грузов и т. п. должны быть надежно защищены от механических повреждений (трубами, угловой сталью).

Проходы заземляющих проводов сквозь стены следует осуществлять через открытые отверстия или через стальные трубы. Между проводами заземления и стенками отверстия со всех сторон должен быть зазор не менее 3 мм.

Пересечение оконных или дверных проемов осуществляется обходом заземляющей шиной над окном (дверью).

При пересечении температурных швов зданий концы заземляющих проводов соединяют дугообразной накладкой (компенсатором). Проводимость накладки должна быть равна проводимости заземляющего провода.

Во всем местах, где при ремонтных работах приходится выполнять временные заземления, должны быть подвешены заземляющие шины, а на них предусмотрены зачищенные и смазанные вазелином планки или барашки для присоединения переносных заземлителей. К числу таких мест относятся камеры высоковольтных выключателей, аванкамеры, отдельные секции сборных шин и т. д.

Подземные выводы заземляющих проводов из здания должны быть расположены выше уровня грунтовых вод. У мест вводов подземной заземляющей проводки в здание на его стенах нужно навести опознавательные знаки с указанием расстояния от знаков до заземляющих проводов.

Траншеи с помещенной в них заземляющей проводкой следует засыпать грунтом, не содержащим камней и строительного мусора. При засыпке траншеи грунт надо трамбовать.

3. Присоединение заземляющей проводки к силовому электрооборудованию

Каждый из подлежащих заземлению элементов электроустановки должен быть присоединен к заземляющей магистрали при помощи отдельного ответвления.

Последовательное соединение подлежащих заземлению элементов не допускается.

Присоединение корпусов аппаратов, машин и т. п. должно осуществляться либо надежными болтовыми соединениями, либо сваркой.

Соединение заземляющих проводов с элементами электрооборудования, подвергающимся частому демонтажу, должно быть выполнено гибким проводником.

Элементы оборудования, установленные на металлических конструкциях (на панелях щитов, на металлических каркасах ячеек распределительных устройств, кронштейнах и т. п.), считаются заземленными через эти конструкции. Присоединение конструкций, на которых установлено

электрооборудование, к заземляющим проводам выполняется сваркой. Если длина конструкции превышает 3 м, то такая конструкция должна быть присоединена к заземляющему проводу в двух (конечных) точках.

При устройстве болтовых соединений между заземляющими проводами или между заземляющими проводами и заземляемым оборудованием контактные поверхности должны быть зачищены до металлического блеска и покрыты тонким слоем вазелина. Внешние поверхности болтовых соединений следует покрывать бесцветным лаком.

В помещениях сырых и с едкими парами контактные поверхности, не имеющие специального антикоррозийного покрытия, нужно зачищать перед выполнением контактных соединений, а после их выполнения швы соединений окрашивать краской, стойкой в отношении химических воздействий.

При наличии сотрясений должны быть приняты меры против ослабления болтовых контактов (установка контргаяк или контрящих шайб, приваривание гаек в какой-либо точке и др.).

РАЗДЕЛ ДЕВЯТЫЙ

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ И МЕХАНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Глава I. ОСОБЕННОСТИ РАЦИОНАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

Для повышения производительности и уменьшения объема ручного труда на строительстве все шире применяются индустриальные методы организации электромонтажных работ, внедряются передовые приемы с использованием электрифицированного и пневматического инструмента, приспособлений и механизмов.

Сущность индустриальных методов организации и проведения электромонтажных работ заключается в обеспечении массового изготовления узлов конструкций, трубо- и шинопроводов, различных видов проводок, установочных и крепежных материалов в электромонтажных мастерских с доставкой их в комплектном виде на объект электромонтажных работ для операций установки, сборки, присоединения и включения.

Каждая операция электромонтажных работ при использовании современных рациональных методов отличается рядом особенностей.

Разметочные работы характерны использованием в бытовых и административных помещениях шеста со шнурком, рамки на шесте, деревянного циркуля и стальной ленты для разметки на карнизах, а также шаблонов (при строительстве однотипных помещений). Это позволяет одному электромонтеру прямо с пола размечать линии проводок на потолке и стенах, а на размеченных линиях отмечать пролеты между опорами (роликами, изоляторами, клицями, скобками и т. п.).

Эскизы участков проводки передаются в заготовительные мастерские, где на специальных стендах эти участки проводок изготавливаются с зарядкой арматуры и с при-

соединением выключателей и штепсельных розеток. Заготовленные участки проводок доставляют на объект для прокладки и закрепления на изолирующих опорах.

В общем объеме электромонтажных работ *заготовочные работы* занимают значительное место. К ним относится пробивка отверстий, гнезд, ниш и борозд в стенах и междуэтажных перекрытиях. Пробивка отверстий наиболее быстро и качественно выполняется с помощью пневматических и электрических молотков, электросверлилок со сверлами, имеющими наконечники из твердых сплавов, а также с помощью специальных пробойников трубчатого типа, прикрепляемых к пневматическим молоткам (пистолетам). Применяются также специальные станки для сверления отверстий, бороздофрезы, электродрели с фрезами и т. п.

Закрепление изолирующих опор, металлоконструкций труб, скоб для крепления кабеля и т. п. для ускорения и улучшения качества работ выполняется с помощью закладных креплений с распорными гайками или волокнистым наполнителем, распорных конусов, перфорированных полос с пряжками и замками, приваркой стальных труб к металлоконструкциям и т. п.

При обработке стальных труб широко используется в электромонтажных организациях предварительная заготовка стальных (водопроводных, газовых) труб на трубообрабатывающих, трубоотрезных, трубонарезных и гибочных станках и приспособлениях. Для облегчения втягивания проводов в трубы внутрь их вдувается тальк. Трубопроводы собираются в мастерских по узлам и доставляются на монтажный объект, где и производится окончательная сборка и монтаж.

Обработка стеклянных труб заключается в нарезке заготовок определенных длин и диаметров согласно монтажной спецификации. Резка осуществляется специальными приспособлениями, например отрезным станком, стекло-труборезом, электрическими клещами и др.

Соединение и ответвление проводов требуют больших затрат ручного труда. В целях ускорения процесса и повышения качества монтажа выпускаются специальные соединительные гильзы (серий ГМО, ГА и др.), механические зажимы (ответвительные) в пластмассовой оболочке на различные сечения жил. Для опрессовки применяются специальные клещи или гидравлические ручные прессы с соответствующими комплектами пуансонов и матриц (по

размерам сечений). Применяется также сварка и напайка: снятие резиновой изоляции с жил проводов и кабелей выполняется специальными клещами.

В целях ускорения процесса оконцевания проводов и кабелей, обеспечения надежного электрического контакта и уменьшения переходного сопротивления в практике передовых монтажных организаций широко применяются кабельные наконечники для медных или алюминиевых жил (как штампованные, так и литые), а также специальные пистоны (для многопроволочных жил), которыми оконцовываются жилы путем опрессования.

Для пайки и сварки проводов с алюминиевыми жилами применяются клещи, присоединенные к трансформатору со вторичным напряжением 12 в; широко используется также метод контактного разогрева с применением флюсов. При пайке и сварке алюминиевых многопроволочных жил используются специальные приспособления (стальные открытые или чугунные закрытые формы).

Проводка шинопроводами требует широкого применения механизмов и приспособлений, связанных с отрезкой, правкой, изгибанием шин и их соединением, поэтому в электромонтажных организациях все заготовительные работы выполняются в мастерских. Собранные узлы шинопроводов доставляются на объекты.

Для этих целей применяются прессы для правки на ребро, шиногибы ручные и рычажные универсальные, приспособления для гнутья шин в штопор, приспособления для обработки контактных поверхностей методом шлифования, фрезерования или строгания.

Глава II. МОНТАЖНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Строительно-монтажный пистолет СМП-1 (рис. 14) предназначен для забивки крепежных деталей в кирпичные, бетонные и стальные строительные конструкции.

С помощью пистолета в электротехнических установках могут закрепляться электрические аппараты, металлоконструкции, кабели и проводки в трубах, сети заземления; в санитарно-технических установках — кронштейны и скобы для крепления радиаторов, газовых счетчиков, разводки труб.

Пистолет работает по принципу использования пороховых газов; он однозарядный с шарнирным запирающим устройством и состоит из ствола с муфтой, корпуса с размещенным в нем ударно-спусковым механизмом и защелкой запирающего устройства двухступенчатой блокировки безопасности, кожаной рукоятки с резиновой ручкой и предохранительной кнопкой.

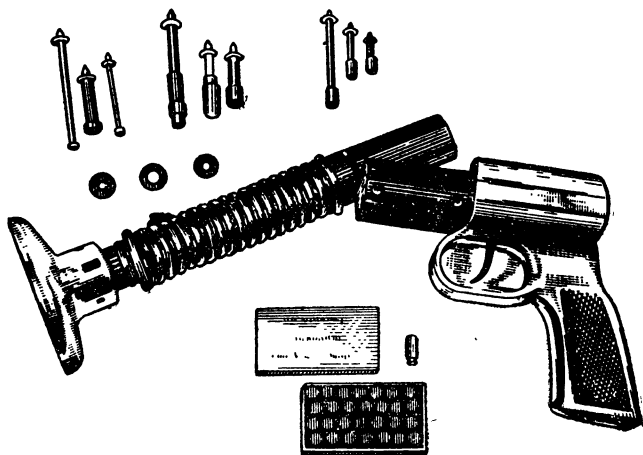


Рис. 14. Общий вид пистолета СМП-1

сменных наконечников, предохраняющих от осколков, и рукоятки.

Пистолет имеет два сменных ствола диаметром 8 и 12 мм, применяемых в зависимости от размеров забиваемых крепежных деталей (дюбелей и гвоздей).

В качестве зарядов пистолета применяются патроны диаметром 12,5 мм, длиной 17,5 и 24 мм. Основные данные патронов приведены в табл. 222.

Выбор патронов производится в зависимости от размеров забиваемых крепежных деталей и от характеристики материала конструкции, в которую они забиваются. Чем больше диаметр и длина крепежной детали и выше механические характеристики материала конструкции, тем с

Таблица 222

Основная характеристика патронов к пистолету СМП-1

| Группа | Номер | Ориентировочный вес зарядов, г | Цвет пыжей | Примечание |
|--------|-------|--------------------------------|------------|-----------------|
| В | 1 | 0,3 | Белый | } Длина 17,5 мм |
| Б | 2 | 0,35 | Зеленый | |
| В | 3 | 0,4 | Черный | |
| В | 4 | 0,45 | Бурый | |
| В | 5 | 0,5 | Желтый | |
| В | 6 | 0,55 | Синий | |
| В | 7 | 0,6 | Красный | |
| В | 8 | 0,7 | Бордовый | |
| Г | 1 | 0,8 | Белый | } Длина 24 мм |
| Г | 2 | 0,9 | Зеленый | |
| Г | 3 | 1,0 | Черный | |
| Г | 4 | 1,1 | Синий | |

большим зарядом пороха применяют патроны. Крепежные детали (дюбели и гвозди) изготавливаются из сталей марок 40ХГ, 40Х, 50 и 45 (с содержанием углерода не менее 0,45%). Дюбели выпускаются с наружной или внутренней резьбой и без резьбы (гвозди).

Дюбели с резьбой «встреливаются» в кирпичные, бетонные и стальные конструкции, после чего к ним могут крепиться конструкции и аппараты.

Для фиксации крепежной детали в стволе пистолета перед патроном и правильного направления ее в канале ствола употребляют специальные наконечники из полиэтилена. Чтобы предупредить излишнее заглубление крепежных деталей при забивке их с помощью пистолета, применяют специальные ограничительные шайбы.

Пистолет заряжается в следующей последовательности: его открывают и в ствол вводят дюбель или гвоздь с надетым на него наконечником из полиэтилена, затем в ствол вставляют патрон и пистолет закрывают.

Пистолет берут обеими руками, левой за кожух ствола, правой за рукоятку и производят выстрел (рис. 15).

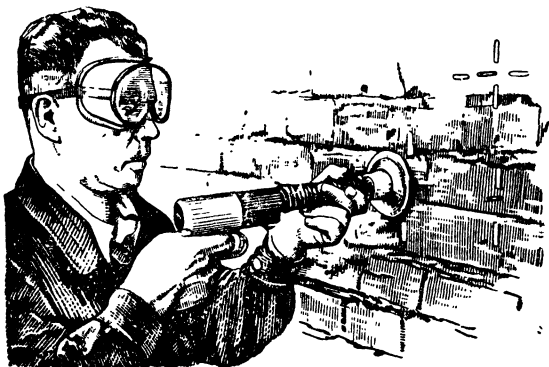


Рис. 15. Забивка дюбелей в кирпичную стену

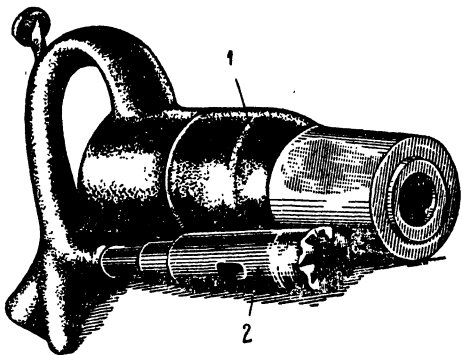


Рис. 16. Трубчатый пробойник типа РБ:
1 — пневматический молоток, 2 — пробой-
ник

Правила обращения с пистолетом, применение различных защитных наконечников, порядок чистки, смазки, разборки и сборки его изложены в инструкции, прилагаемой к пистолету.

Работа с пистолетом может быть поручена только специально обученным лицам с обязательной проверкой их знаний квалификационной комиссией и выдачей специальных удостоверений.

Применение строительно-монтажного пистолета СМП-1 значительно облегчает труд рабочих и повышает его производительность в 4—5 раз, позволяя произвести одному рабочему за 8 час. до 200 креплений.

Пневматический молоток, снабженный трубчатым пробойником (рис. 16) или зубилом, применяется для пробивки гнезд больших размеров. Качество пробитых отверстий и производительность приспособления в первом случае значительно выше, чем во втором. На пробивку гнезд глубиной 30 мм при помощи трубчатого пробойника затрачивается 2,5—3 мин., а глубиной 70 мм от 5,5 до 6 мин.

Техническая характеристика пневматических молотков типа РБ приведена в табл. 223.

Таблица 223

Техническая характеристика пневматических молотков

| Тип молотка | Давление, атм | Расход воздуха м ³ /сек | Число ударов в минуту | Работа, выполняемая одним ударом, кг | Длина, мм | Вес, кг | Диаметр воздушного шланга, мм |
|-------------|---------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|-----------|---------|-------------------------------|
| РБ-45 | 5 | 0,6 | 2200 | 1,1 | 319 | 4,5 | 13 |
| РБ-49 | 5 | 0,6 | 1700 | 1,5 | 355 | 4,9 | 13 |
| И-46 | — | — | — | 4,5 | 465 | 4,9 | 13 |

В практике электромонтажных работ применяются многие механизмы и приспособления для электропроводки в трубах.

Универсальный трубообрабатывающий станок типа УТС-1 предназначен для резки стальных (газовых) труб диаметром от 2 до 4", нарезания на них резьбы и зачистки (райберовки) их концов.

Техническая характеристика станка:

| | |
|---|----------------|
| наименьший и наибольший диаметры обрабатываемых труб, дюймы | 2—4 |
| наибольшая длина нарезки, мм | 150 |
| шаг резьбы, мм | 2,309 |
| число ниток на 1" | 11 |
| диаметр внутреннего отверстия шпинделя, мм | 125 |
| наибольший ход каретки (суппорта), мм | 250 |
| мощность электродвигателя, квт | 3,3 |
| габариты, мм | 1600×1000×1175 |
| вес, кг | 1000 |

Станок трубоотрезной типа С-246 предназначен для резки стальных газовых труб диаметром от 1/2 до 4" (с наружным диаметром 114 мм), а также круглой стали диаметром до 400 мм.

Техническая характеристика станка:

| | |
|--|--------------|
| диаметр отрезаемой трубы, дюймы | 1/2—4 |
| число скоростей отрезной головки | 3 |
| скорости вращения отрезной головки, об/мин | 93, 167, 251 |
| число оборотов n в минуту отрезной головки в зависимости от диаметра отрезаемой трубы: | |
| диаметр трубы 1,2—1 1/2" | 251 |
| » » 2—3" | 167 |
| » » 4" | 93 |

| | |
|---|---------------|
| наибольшее радиальное перемещение резцов, мм | 60 |
| расстояние от зажимных кулачков до резцов, мм | 65 |
| мощность электродвигателя, квт | 2,8 |
| габариты, мм | 1400×815×1330 |
| вес, кг | 800 |

Станок ножовочный (модель 872) предназначен для отрезки труб и металлических брусков круглого, квадратного и прямоугольного сечений.

Техническая характеристика станка:

| | |
|---|---------------|
| длина ножовочного полотна, мм | 450 |
| наибольший диаметр разрезаемого металла, мм | 220 |
| длина хода пильной рамы, мм | 150 |
| число двойных ходов пильной рамы в минуту | 75 и 97 |
| мощность электродвигателя, квт | 1,5 |
| габариты, мм | 1300×750×1340 |
| вес, кг | 680 |

Шинотрубогиб гидравлический ШТГМ-1 предназначен для изгиба труб диаметром свыше 2½" и шин (на плоскость), для правки труб, шин и сортовой стали.

Техническая характеристика шинотрубогиба:

| | |
|---|--------|
| максимальный диаметр изгибаемых труб, дюймы | 4 |
| максимальная ширина изгибаемых шин, мм | 250 |
| угол изгиба труб и шин, град. | 90—180 |
| рабочее давление, т | 20 |
| максимальный ход поршня цилиндра, мм | 250 |
| число полных ходов поршня в час при 240 об/мин эксцентрикового вала | 20 |

| | |
|---|----------------|
| габариты, мм | 1400×1170×1275 |
| мощность электродвигателя, кВт | 2,7 |
| скорость вращения электродвигателя, об/мин | 960 |
| вес, кг | 400 |

Гибочный станок ВГС-12 применяется для изгибания стальных шин, труб, сортового металла, а также позволяет производить и правку.

Техническая характеристика станка:

| | |
|--|----------------|
| скорость движения винта, м/мин | 1,1 |
| максимальные усилия при изгибании или правке, т | 12,0 |
| максимальный радиус изгиба, мм | 1200 |
| наибольший размер профиля для изгибания: | |
| стальных труб, дюймы | 4 |
| шин из цветных металлов, мм | 250×30 |
| угол изгибания за один ход, град. | 90 |
| мощность электродвигателя, кВт | 5,8 |
| габариты, мм | 1500×2500×1250 |
| вес без шаблонов, кг | 1077 |

В комплект входят универсальный шаблон для изгибания труб диаметром от 2 до 4", шаблон для изгибания труб диаметром от 1 до 2" и шаблон для изгибания шин на плоскость.

Труборез ручной роликовый используется для резки при наличии небольшого количества труб или отсутствии специальных труборезных станков. Максимальный диаметр труб до 4" включительно.

Трубогиб ручной применяется для изгибания стальных труб диаметром до 1".

Труборез для резки стеклянных труб (стеклотруборез) с победитовым резцом.

Механизмы и приспособления для обработки шин включают прессы, шиногибы и другие станки и приспособления:

пресс для правки на ребро медных и алюминиевых шин размером 100×10 мм;

шиногиб ручной для гнутья медных и алюминиевых шин размером до 50×4 мм и стальных размером до 30×4 мм;

шиногиб рычажный универсальный, предназначенный для изгибания медных и алюминиевых шин размером 50×6 мм на ребро дисками и на плоскость роликом, а также стальных предварительно нагретых шин;

приспособление для гнутья шин в штопор;

приспособление для обработки контактных поверхностей шин, состоящее из металлического диска диаметром 200 мм, приваренного к хвостовику, вставляемому в патрон сверлильного станка.

В передовых монтажных организациях применяется также обработка контактных поверхностей шин с помощью фрезы и на строгальных станках.

Глава III. СВАРКА И РЕЗКА МЕТАЛЛОВ

При электромонтажных работах применяется как электрическая, так и газовая сварка.

Электрическая сварка (дуговая на постоянном и переменном токе с помощью стальных электродов, аргоно-дуговая с помощью вольфрамовых электродов, контактная) широко применяется для сварки различных стальных конструкций и шин из черного и цветного металлов (сварка тяжелых шин из цветного металла выполняется преимущественно на постоянном токе), для сварки коробок из листовой стали, приварки скобок к панелям щитов, сварки проводов и наварки на них наконечников и т. п.

Газовая сварка (кислородно-ацетиленовая и бензиновая) применяется сравнительно редко главным образом при ремонте электрооборудования и резке крупных профилей черного металла.

1. Электрическая дуговая сварка

Оборудование. Для электродуговой сварки применяются специальные аппараты (сварочные трансформаторы) и сварочные агрегаты постоянного тока, техническая характеристика которых приведена в табл. 224—227.

В тех случаях, когда для производства работ ток одного аппарата или агрегата недостаточен, подключают по два аппарата на параллельную работу.

Т а б л и ц а 224

Техническая характеристика сварочных агрегатов

| Показатели | Марка агрегата | | | |
|--|----------------------------|--------------|---------------|---------------|
| | ПС-100 | СУГ-2р-у | ПС-500 | ПСМ-1000 |
| Тип генератора | ГСВ-100 | СМГ-2р | СГ-500 | СГ-1000 |
| Род тока | Переменный, частота 500 гц | Постоянный | Постоянный | Постоянный |
| Пределы регулирования сварочного тока, a | 20—115 25 | 70—400 30 | 120—600 40 | До 1000 60 |
| Номинальное рабочее напряжение, в | 80 | 250 | 400 | — |
| Сварочный ток, a : | 115 | 320 | 500 | — |
| ПВ = 100% | 80 | 50—70 | 60—90 | — |
| ПВ = 50% | | | | |
| Напряжение холостого хода, в | | | | |
| Двигатель: | | | | |
| тип | ТС-5 | А-62/4 | А-72/4 | ВДЭ-75/4 |
| напряжение, в | 220/380 | 220/380 | 220/380 | 220/380 |
| мощность, квт | 4 | 14 | 28 | 75 |
| скорость вращения, об/мин | 2900 | 1450 | 1450 | 1450 |
| коэффициент мощности | 0,86 | — | 0,84 | 0,9 |
| Коэффициент полезного действия преобразователя при ПВ = 100% | 0,5 | — | 0,58 | 0,8 |
| Вес преобразователя и переносного регулятора, кг | 160/120 | 510 | 920 | 1700 |

Таблица 225

Техническая характеристика контактных точечных машин типа МТП

| Показатели | Марка машины | | | | | |
|--|----------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| | МТП-75-6 МТП-75-9 | МТП-100-1 | МТП-150-3 | МТП-200-300 | МТП-300 | МТП-400 |
| Номинальная мощность, <i>квa</i> . . . | 75 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 |
| Максимальная толщина свариваемых деталей, <i>мм</i> : при ручном управлении . . . | 2,5+ 2,5 | 4+4 | 5+5 | 6+6 | 7+7 | 8+8 |
| при автоматическом управлении | 5+5 | 8+8 | 10+10 | 12+12 | 14+14 | 16+16 |
| Максимальное число ходов в минуту при автоматическом управлении | 90 | 90 | 65 | 65 | 40 | 40 |
| Максимальное давление между электродами, <i>кг</i> | 550 | 700 | 1400 | 1400 | 3200 | 3200 |
| Привод давления | Пневматический | | | | | |
| Регулирование вторичного напряжения: число ступеней | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| пределы вторичного напряжения, <i>в</i> | 3,39— 5,3 | 3,5— 7,2 | 4,65— 8,1 | 4,75— 8,95 | 4,63— 9,27 | 5,15— 10,3 |

Продолжение табл. 225

| Показатели | Марка машины | | | | | |
|---|-------------------------------|-----------|-----------|-------------|---------|---------|
| | МТП-75-6 МТП-75-9 | МТП-100-1 | МТП-150-3 | МТП-200-300 | МТП-300 | МТП-400 |
| Способ регулирования цикла сварки | Электронный регулятор времени | | | | | |
| Выдержка времени сварки регулятором типа РВЭ-7, сек.: | | | | | | |
| импульс | — | 0,1 | — | 1 | — | — |
| пауза | — | 0,1 | — | 1 | — | — |
| общее время | — | 0,3 | — | 6 | — | — |
| Повторно-кратковременная работа ПВ, % | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Первичное напряжение, в | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 |
| Номинальный первичный ток, а | 197 | 263 | 395 | 526 | 790 | 1052 |
| Расход охлаждающей воды, л/час | 430 | 680 | 795 | 795 | 1200 | 1200 |
| Давление сжатого воздуха, м ³ /час | 4 | 4 | 6 | 6 | 12 | 12 |
| Вес машины, кг | 930 | 1000 | 1100 | 1200 | 1400 | 1500 |
| Сечение питающих проводов, мм ² | 25 | 25 | 50 | 70 | 120 | 185 |

Таблица 226

Техническая характеристика машин АТП и МТМ

| Показатели | Настольный аппарат АТП-5 с ледальным приводом и водяным охлаждением электродов | Стационарный аппарат с ледальным приводом и водяным охлаждением электродов | | Стационарная машина с радиальным ходом и механическим приводом | |
|--|--|--|-------------|--|-------------|
| | | АТП | АТП-25 | МТМ-50 | МТМ-75 |
| Суммарная толщина свариваемых стальных листов, мм | До 2 | До 4 | До 6 | До 4 | До 5 |
| Первичное напряжение, в | 220 или 380 | 220 или 380 | 220 или 380 | 220 или 380 | 220 или 380 |
| Производительность, точек = $\frac{\text{точек}}{\text{час}}$ | До 900 | До 600 | До 600 | До 3000 | До 3000 |
| Номинальная мощность, квт | 5 | 10 | 25 | 50 | 75 |
| Номинальный ток, а | 2500 | 4160 | 7000 | 11000 | 12300 |
| Режим ПВ, % | 25 | 30 | 25 | 20 | 20 |
| Вторичное напряжение, в | 1,16—1,74 | 1,59—2,62 | 2—3,5 | 2,7—5,1 | 3,5—7,1 |
| Вес, кг | 120 | 215 | 225 | 345 | 430 |

Т а б л и ц а 227

Техническая характеристика сварочных трансформаторов

| Показатели | Марка трансформатора | | | | | |
|--|----------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | СТЭ-24 | СТЭ-34 | СТН-500 | СТН-700 | ТСД-500 | ТСД-1000-3 |
| Пределы регулирования сварочного тока, <i>a</i> . . . | 70—500 | 150—700 | 150—700 | 200—900 | 20—600 | 400—1200 |
| Вторичное напряжение холостого хода, <i>b</i> | 65 | 60 | 60 | 60 | 80 | 70—80 |
| Рабочее вторичное напряжение, <i>b</i> | 30 | 30 | 30 | 35 | 33—49 | 30—46 |
| Сварочный ток, <i>a</i> : | | | | | | |
| при ПВ=100% | — | 400 | 400 | 540 | 385 | 770 |
| при ПВ=65% | 350 | 500 | 500 | — | — | — |
| при ПВ=60% | — | — | — | 700 | 500 | 1000 |
| К. п. д. при номинальном режиме, % | 83 | 85 | 85 | 85 | 86 | 90 |
| Коэффициент мощности при номинальном режиме | 0,52 | 0,52 | 0,54 | 0,66 | 0,62 | 0,62 |
| Первичное напряжение, <i>b</i> | 220/380 | 220/380 | 220/380 | 220/380 | 220/380 | 220/380 |
| Первичный ток при номинальном режиме, <i>a</i> | 110 или 64 | 153 или 89 | 145 или 84 | 198 или 114 | 190 или 110 | 345 или 200 |

Продолжение табл. 227

| Показатели | Марка трансформатора | | | | | |
|--|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | СТЭ-24 | СТЭ-34 | СТН-500 | СТН-700 | ТСД-500 | ТСД-1000-3 |
| Вес трансформатора и реактора, кг | 140/70 | 160/100 | 260 | 380 | 450 | 560 |
| Сечение питающих проводов, мм ² | 25 | 35 | 35 | 70 | 50 | 95 |
| | или 16 | или 16 | или 16 | или 35 | или 25 | или 50 |

Электроды. При изготовлении электродов применяется проволока стальная горячекатаная по ГОСТ 2246—43, диаметром 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 и 12 мм. Нормальная длина электродов 450 мм. Один конец обмазанного электрода должен иметь свободный от покрытия торец.

Для обмазки электродов применяются следующие составы: а) жидкое стекло, смешанное просеянным мелом; б) зола древесная 1 кг, смешанная с 0,05 кг мела и 1—2 л жидкого стекла.

Толщина покрытия тонкообмазанных электродов 0,15—0,25 мм, а толстообмазанных—0,5—2,7 мм (табл. 228).

Таблица 228

Толщина покрытия толстообмазанных электродов

| Диаметр проволоки, мм | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Толщина слоя обмазки, мм | 0,5— 0,7 | 0,8— 1,0 | 1,1— 1,3 | 1,4— 1,5 | 1,7— 2,0 | 2,1— 2,3 | 2,4— 2,7 |

Обмазанные электроды необходимо сушить в течение 12—20 час. (до отвердения обмазки) при температуре 18—20° и хранить после этого в сухом помещении.

При наложении сварочных швов рекомендуется руководствоваться табл. 229.

Сварка металла толщиной до 8 мм выполняется в один слой, от 8 до 10 мм — в два слоя, от 10 до 20 мм — в два и более слоев.

Первый слой проваривается электродом диаметром 4—5 мм.

Таблица 229

Режим сварки по видам сварочных швов

| Виды швов | Толщина свариваемого металла, мм | Рекомендуемый ток, а | Диаметр электрода, мм | Расход электродов на 1 пог. м шва, кг |
|---|----------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| В стык без скоса кромок | 2 | 60—80 | 2 | 0,10 |
| То же | 3 | 100—130 | 3 | 0,12 |
| » » | 4 | 140—190 | 4 | 0,10 |
| » » | 5—8 | 180—250 | 5 | 0,22—0,40 |
| В стык с V-образным скосом кромок | 8—10 | 220—300 | 6 | 0,58—0,87 |
| То же | 10—15 | 260—350 | 7 | 0,85—1,60 |
| » » | 15—30 | 300—400 | 8 | 1,80—3,20 |
| Внахлестку — полосо, в стык — уголок и тавр | 4 | 140—190 | 4 | 0,11 |
| То же | 5—8 | 180—250 | 5 | 0,13—0,40 |
| » » | 8—10 | 220—300 | 6 | 0,40—0,60 |
| » » | 10—15 | 260—350 | 7 | 0,60—1,60 |
| » » | 15—20 | 300—400 | 8 | 1,60—2,50 |

2. Газовая сварка

Газовая сварка жил проводов выполняется в ацетилено-кислородном или бензино-кислородном пламени и производится в два приема: сначала конец многопроволочной жилы сплавляется в монолитный стержень, а затем свариваются между собой концы жил, подлежащих соединению.

Техническая характеристика газосварочных аппаратов

1. Газосварочная установка с кислородным и ацетиленовым баллонами (рис. 17)

Баллон с кислородом (1 шт.):

| | |
|--------------------------------|------|
| емкость, л | 40 |
| давление, <i>ати</i> | 150 |
| количество газа, л | 6000 |
| вес, кг | 75 |
| высота, мм | 1390 |

Баллон с ацетиленом (1 шт.):

| | |
|--------------------------------|------|
| емкость, л | 40 |
| давление, <i>ати</i> | 16 |
| количество газа, л | 5000 |
| вес, кг | 85 |
| высота, мм | 1390 |

Редуктор кислородный типа РК (1 шт.)

Редуктор ацетиленовый (1 шт.)

Длина шлангов с внутренним диаметром 5,5 мм, м:

| | |
|-------------------------|----|
| кислородного | 10 |
| ацетиленового | 10 |

Сварочная горелка с набором сменных наконечников № 0—6 типа СУ-48 (рис. 18) (1 шт.).

Ключ торцовый для вентиля ацетиленового баллона типа СУ—48 (1 шт.)

2. Газосварочная установка с ацетиленовым переносным газогенератором (рис. 19)

Газогенератор «Рекорд» РА (1 шт.):

| | |
|--|------|
| производительность, л/час | 1000 |
| единовременная загрузка карбидом кальция, кг | 4 |

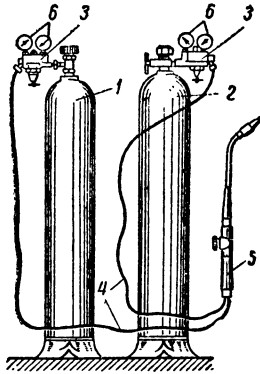


Рис. 17. Газосварочная установка с кислородным и ацетиленовым баллонами:

1 — кислородный баллон,
2 — ацетиленовый баллон,
3 — редукторы, 4 — резиновые шланги, 5 — сварочная горелка, 6 — манометры

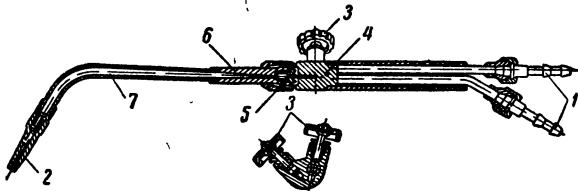


Рис. 18. Ацетилено-кислородная сварочная горелка типа СУ-48:

1 — штуцеры для подсоединения резиновых шлангов, 2 — мундштук, 3 — ацетиленовый и кислородный вентили, 4 — корпус горелки, 5 — инжектор, 6 — смешивательная камера, 7 — сменный наконечник

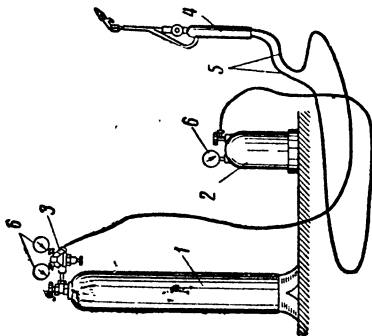


Рис. 20. Бензино-кислородная установка:

1 — кислородный баллон, 2 — баллон с бензином, 3 — редуктор, 4 — сварочная горелка, 5 — резиновые шланги, 6 — манометры

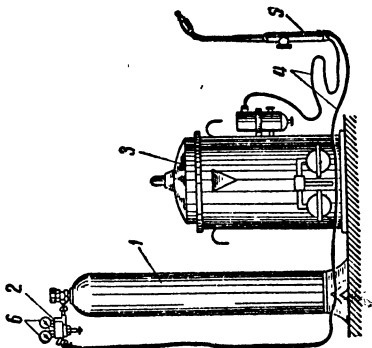


Рис. 19. Газосварочная установка с ацетиленовым переносным газогенератором:

1 — кислородный баллон, 2 — редуктор, 3 — ацетиленовый газогенератор, 4 — шланги, 5 — сварочная горелка, 6 — манометры

Баллон с кислородом (1 шт.):

| | |
|--------------------|------|
| емкость, л | 40 |
| давление, ати | 150 |
| количество газа, л | 6000 |
| вес, кг | 75 |
| высота, мм | 1390 |

Редуктор кислородный типа РК (1 шт.)

Длина шлангов с внутренним диаметром 5,5 мм, м:

| | |
|---------------|----|
| кислородного | 10 |
| ацетиленового | 10 |

Сварочная горелка с набором сменных наконечников № 0—6 типа СУ-48 (1 шт.)

3. Бензино-кислородная установка (рис. 20)

Баллон с кислородом (1 шт.):

| | |
|--------------------|------|
| емкость, л | 40 |
| давление, ати | 150 |
| количество газа, л | 6000 |

Бачок для бензина емкостью около 5 л с манометром до 5 ати (1 шт.)

Редуктор кислородный типа РК (1 шт.)

Длина шлангов с внутренним диаметром 5,5 мм, м:

| | |
|--------------|----|
| кислородного | 10 |
| бензинового | 10 |

4. Сварочная горелка Свердловского автогенного завода (1 шт.):

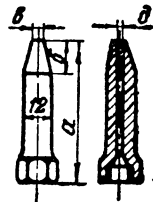
комплект пламенных наконечников диаметром 1,5; 2,4; 2,8; 3,2 мм.

В табл. 230 приведены размеры наконечников к бензино-кислородной горелке.

Таблица 230

Однопламенные мундштуки к бензино-кислородной горелке

| Наконечник, № | Размер мундштука, мм | | | |
|---------------|----------------------|----|----|-----|
| | δ | а | б | в |
| 1 | 1,5 | 50 | 17 | 3,5 |
| 2 | 2,0 | 60 | 20 | 4,5 |
| 3 | 2,4 | 60 | 23 | 5 |
| 4 | 2,8 | 65 | 23 | 5 |
| 5 | 3,2 | 65 | 23 | 5 |



Материал наконечников — латунь ЛС-51-1, резьба в мундштуке М-14.

3. Сварка медных и алюминиевых шин и жил

Некоторые справочные данные по сварке медных и алюминиевых шин и алюминиевых жил приведены в табл. 231—241.

Таблица 231

Открытые формочки для сварки жил в стык

(материал — листовая сталь толщиной: 1 мм для сечения до 50 мм², 1,5 мм — до 150 мм², 2 мм — свыше 150 мм²)

| Размеры, мм | Сечение жил, мм ² | | | | |
|-------------|------------------------------|-------|-------|---------|---------|
| | 16—25 | 35—50 | 70—95 | 120—150 | 185—240 |
| a_1 | 35 | 40 | 40 | 50 | 60 |
| a | 29 | 33 | 33 | 42 | 52 |
| b | 8 | 10,5 | 14,5 | 18,5 | 23 |
| v | 10 | 14 | 17 | 21 | 26 |

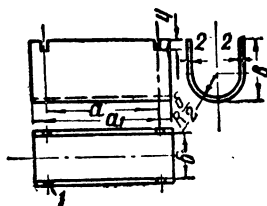
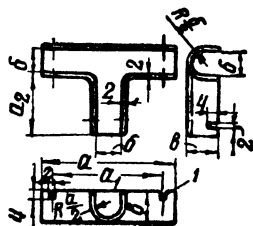


Таблица 232

Тройниковые открытые формы

(материал — листовая сталь толщиной: 1 мм для сечения до 25 мм², 1,5 мм — до 150 мм², 2 мм — свыше 150 мм²)

| Размеры, мм | Сечение жил, мм ² | | | | |
|-------------|------------------------------|-------|-------|---------|---------|
| | 16—25 | 35—50 | 70—95 | 120—150 | 135—240 |
| a | 35 | 40 | 40 | 50 | 60 |
| a_1 | 29 | 33 | 33 | 42 | 52 |
| a_2 | 13,5 | 14,5 | 12,8 | 15,8 | 19 |
| b | 8 | 10,5 | 14,5 | 18,5 | 23 |
| v | 10 | 13 | 16 | 20 | 24 |



Т а б л и ц а 233

Сварочные швы при сварке шин

| Толщина шин, мм | Вид шва | Обработка концов шин | Зазор между шинами при сварке |
|-----------------|---|--|--|
| До 10 | В стык без скоса кромок | Не требуется | При толщине шины до 5 мм — от 1 до 2 мм; при толщине 5—10 мм — от 2 до 3 мм; при толщине 10—20 мм — от 3 до 4 мм |
| Свыше 10 | В стык с V-образным (45°) скосом кромок | Косой разрез шин, обрубка зубилом кромок или оплавление ее дугой | |

Т а б л и ц а 234

Флюсы для сварки шин

| Материал шин | Состав флюса | Содержание по весу |
|------------------|------------------------------------|--------------------|
| Медь Алюминий | Порошкообразная бура | 100 |
| | 1. Хлористый калий | 65 |
| | Хлористый литий | 27 |
| | Хлористый натрий (поваренная соль) | 8 |
| | 2. Хлористый калий | 65 |
| | Хлористый натрий | 27 |
| | Бисульфат калия | 8 |
| | 3. Криолит | 45 |
| | Хлористый натрий | 40 |
| | Хлористый калий | 15 |
| | 4. Криолит | 55 |
| | Хлористый натрий | 45 |

Т а б л и ц а 235

**Размеры алюминиевых присадочных прутков
для сварки**

| Сечение присадочного прутка, мм ² | До 70 | 95—150 | Более 150 |
|--|-------|--------|-----------|
| Диаметр присадочного прутка, мм | 3—4 | 5 | 7 |

Примечание. В качестве присадочных прутков можно использовать проволоки жил кабелей соответствующего диаметра или прутки, нарезанные из алюминиевых шин.

Т а б л и ц а 236

Размеры сменных наконечников для сварочных горелок

| Сечение алюминиевых жил, мм ² | 10—25 | 25—50 | 70—95 | 120—150 | 185—240 | 300 |
|---|-------|-------|-------|---------|---------|-----|
| Номера наконечников ацетилено-кислородной горелки типа СУ | 1 | 1—2 | 2 | 3 | 3—4 | 4 |
| Номера мундштуков бензино-кислородной горелки | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Т а б л и ц а 237

Оконцевание стандартными наконечниками алюминиевых жил проводов и кабелей

| Сечение жил, мм ² | Длина участка жилы, очищенной от изоляции, мм | Диаметр угольного электрода, мм | Диаметр присадочного прутка, мм | Количество сварочных трансформаторов по 1000 вА | Напряжение, к | Сварочный ток, а | Продолжительность сварки, мин. | Глубина расплавления жил (от верхнего края гильзы наконечника), мм |
|------------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|---|---------------|------------------|--------------------------------|--|
| 16 | 50 | 8 | 3 | 1 | 9 | 150 | 0,7 | 6 |
| 25 | 50 | 8 | 3 | 1 | 9 | 150 | 0,8 | 6 |
| 35 | 55 | 10 | 4 | 1 | 12 | 220 | 0,8 | 6 |
| 50 | 55 | 10 | 4 | 1 | 12 | 220 | 1,0 | 8 |
| 70 | 55 | 15 | 5 | 2 | 12 | 400 | 0,75 | 8 |
| 95 | 56 | 15 | 5 | 2 | 12 | 400 | 1,0 | 10 |
| 120 | 70 | 15 | 5 | 2 | 12 | 420 | 1,2 | 10 |
| 150 | 70 | 15 | 6 | 2 | 12 | 450 | 1,5 | 10 |
| 185 | 70 | 15 | 6 | 2 | 12 | 470 | 2,0 | 10 |
| 240 | 75 | 15 | 6 | 2 | 12 | 470 | 2,5 | 10 |

Т а б л и ц а 238

Сплавление жил в монолитные стержни

| Сечение жил, мм ² | Длина участка жилы, очищенной от изоляции, мм | Диаметр угольного графитированного электрода, мм | Диаметр присадочного прутка, мм | Количество сварочных трансформаторов по 1000 вА | Напряжение, к | Сварочный ток, а | Продолжительность сварки, мин. | Длина монолитного стержня, мм |
|------------------------------|---|--|---------------------------------|---|---------------|------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 16 | 60 | 8 | 3 | 1 | 9 | 150 | 0,5 | 8 |
| 25 | 60 | 8 | 4 | 1 | 9 | 150 | 0,5 | 8 |
| 35 | 60 | 10 | 4 | 1 | 9 | 150 | 0,6 | 10 |
| 50 | 60 | 10 | 4 | 1 | 12 | 200 | 0,6 | 12 |
| 70 | 65 | 15 | 5 | 2 | 12 | 400 | 0,7 | 12 |
| 95 | 65 | 15 | 5 | 2 | 12 | 400 | 1,0 | 14 |
| 120 | 70 | 15 | 6 | 2 | 12 | 400 | 1,25 | 14 |

Т а б л и ц а 239

**Соединение алюминиевых многопроволочных жил путем
сплавания в общий монолитный стержень**

| Суммарное сече- ние соединяемых жил, мм ² | Длина участка жилы, очи- щенной от изоляции, мм | | Диаметр угольного электро- да, мм | Диаметр присадочного прутка, мм | Внутренний диаметр фор- мочки для сварки, мм | Количество сварочных транс- форматоров по 1000 в | Напряжение, в | Сварочный ток, а | Продолжительность сварки, мин. | Длина монолитного стерж- ня, мм |
|--|--|----|--------------------------------------|------------------------------------|---|---|---------------|------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| | 60 | 80 | | | | | | | | |
| 32 (2 × 16); 50 (3 × 16; 2 × 25) | 60 | 8 | 4 | 10 | 1 | 9 | 150 | 0,5 | 6 | |
| | 60 | 10 | | | | | | | | 4 |
| 75 (4 × 16; 3 × 25; 2 × 35) | 65 | 10 | 5 | 10 | 1 | 12 | 200 | 0,75 | 8 | |
| 105 (6 × 16; 4 × 25; 3 × 35; 2 × 50) | 70 | 15 | 5 | 14 | 2 | 12 | 400 | 0,6 | 10 | |
| 150 (4 × 35; 3 × 50; 2 × 70) | 72 | 15 | 6 | 14 | 2 | 12 | 450 | 0,8 | 12 | |
| 210 (4 × 50; 3 × 70; 2 × 95) | 75 | 15 | 6 | 18 | 2 | 12 | 450 | 1,3 | 12 | |
| 300 (4 × 70; 3 × 95; 2 × 120; 2 × 150) | 75 | 15 | 7 | 28 | 8 | 18 | 480 | 2,0 | 15 | |

Таблица 240

**Сварка в открытой форме концов жил, сплавленных
в монолитный стержень**

| Сечение жил, мм ² | Диаметр электрода, мм | Диаметр присадочного прутка, мм | Количество сварочных трансформаторов по 1000 ва | Напряжение, в | Сварочный ток, а | Продолжительность сварки, мин. |
|------------------------------|-----------------------|---------------------------------|---|---------------|------------------|--------------------------------|
| 16 | 3 | 8 | 1 | 12 | 200 | 0,5 |
| 25 | 4 | 10 | 1 | 12 | 200 | 0,6 |
| 35 | 4 | 15 | 2 | 12 | 400 | 0,4 |
| 50 | 5 | 15 | 2 | 12 | 400 | 0,6 |
| 70 | 5 | 15 | 2 | 12 | 400 | 1,0 |
| 95 | 5 | 15 | 2 | 12 | 400 | 1,5 |
| 120 | 6 | 15 | 2 | 12 | 400 | 2,0 |

Примечание. Сварку жил сечением 120 мм² рекомендуется производить при помощи обычных сварочных трансформаторов (используется 12-вольтовая отпайка от вторичной обмотки). При этом вследствие большой мощности время сварки уменьшается на 30%.

Таблица 241

**Напряжение трансформатора, ток и продолжительность
электросварки однопроволочных проводов**

| Сечение жил, мм ² | Ступени напряжения трансформатора, в | | Ориентировочное значение тока для соединения и ответвления, а | Ориентировочная продолжительность нагревания при сварке, сек. | |
|------------------------------|--------------------------------------|-------------------|---|---|---------------|
| | для соединения | для от- ветвления | | соединение | ответв- ление |
| 4 | 9 | 12 | 120—160 | 8 | 12 |
| 6 | 12 | 12 | 175—120 | 11/30* | 17/30 |
| 10 | 12 | 12 | 180—150 | 15/40 | 22/40 |

* В числителе приведено время при сварке трансформатором мощностью 1 кВа, в знаменателе — 0,3 кВа.

РАЗДЕЛ ДЕСЯТЫЙ

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

1. Классификация помещений

ПУЭ устанавливают следующую классификацию помещений в отношении опасности поражения людей электрическим током:

а) *помещения с повышенной опасностью*, характеризующиеся наличием в них одного из следующих условий — сырости или проводящей пыли, токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т. п.), высокой температуры, возможности прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землей, технологическим аппаратам, механизмам и т. п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования — с другой;

б) *особо опасные помещения*, характеризующиеся наличием одного из следующих условий — особой сырости, химически активной среды, одновременного наличия двух или более условий повышенной опасности;

в) *помещения без повышенной опасности*, в которых отсутствуют условия, перечисленные в предыдущих пунктах.

2. Величины допускаемых напряжений

Напряжение 12 в — для ручных светильников и электрифицированного ручного инструмента в особо опасных помещениях.

Напряжение 36 в — для тех же целей в помещениях с повышенной опасностью, а также для стационарных светильников, подвешенных ниже 2,5 м над полом в помещениях «особо опасных» и «с повышенной опасностью».

Напряжение 70 в — для сварочных работ.

Напряжение до 250 в (между фазой и землей) — для осветительных установок, электропривода и т. п.

Напряжение выше 250 в (между фазой и землей) относится к высокому напряжению — для различных технических целей, исключая лампы накаливания, ручные электрифицированные инструменты и бытовые приборы.

Согласно ПУЭ по условиям безопасности электроустановки подразделяются следующим образом:

электроустановки напряжением до 1000 в;

» » свыше 1000 в.

В электропомещениях с установками до 1000-в голые и изолированные провода (токоведущие части), доступные прикосновению, должны быть расположены так, чтобы обслуживание их не было сопряжено с опасностью прикосновения к ним.

В жилых, общественных, торговых и других помещениях защитные ограждения токоведущих частей должны быть сплошные; в помещениях производственных и электропомещениях допускаются также сетчатые и дырчатые защитные ограждения.

Ограждения должны быть выполнены таким образом, чтобы открыть или снять их можно было лишь при помощи ключей или инструментов.

3. Квалификация персонала по технике безопасности

Квалификационная группа устанавливается специальной квалификационной комиссией и присваивается проверяемому после сдачи им испытаний.

Характеристика основных требований

I группа — работники, связанные с обслуживанием электротехнических установок, но не имеющие электротехнических знаний, а также отчетливого представления об опасностях, связанных с электрическим током и мерах безопасности при работах. К этой группе относятся: разнорабочие, строительные рабочие, уборщики, ученики монтеров и прочий неэлектротехнический персонал; возраст — не менее 17 лет. При допуске к работе они проходят инструктаж и в дальнейшем проверку не реже одного раза в год.

II группа — работники, которые должны иметь элементарное представление об электротехнических установках и достаточно отчетливое — об опасностях, связанных

с электрическим током. Кроме того, они должны знать основные меры предосторожности и оказания первой помощи. К этой группе относятся: уборщики устройств (напряжением выше 1000 в), слесари, связисты, шоферы, помощники электромонтеров и электрослесарей, монтеры по надзору, практиканты учебных заведений; возраст — не менее 17 лет. Все они (кроме практикантов) должны иметь стаж работы на электрических установках не менее 1 месяца.

III группа — работники, которые должны иметь элементарные познания в области электротехники и быть знакомыми с устройством и обслуживанием электротехнических установок: кроме того, они должны знать общие правила техники безопасности и в особенности правила допуска к работам в ЭУ, им также следует знать правила подачи первой помощи и уметь оказать ее. К этой группе относятся электромонтеры и электрослесари всех специальностей, оперативный персонал электросетей и практиканты: возраст — не менее 17 лет. Все они (кроме практикантов) должны иметь стаж работы после окончания ремесленного училища или технического училища не менее 3 месяцев, а при образовании 7 классов и специальном образовании — не менее 6 месяцев.

IV группа — работники, которые должны знать электротехнику в объеме техминимума, иметь полное представление об опасностях при работах в ЭУ, знать полностью «Правила техники безопасности», а также правила пользования защитными средствами, уметь оказать первую помощь. К этой группе относятся: электромонтеры, электрослесари, оперативный персонал электросетей: возраст — не менее 18 лет. Все они должны иметь стаж работы 1 год; при специальной подготовке — не менее 6 месяцев, начинающие инженеры и техники могут иметь стаж 3 месяца.

V группа — работники, которые должны твердо знать все правила техники безопасности как в общей, так и в специальных частях, иметь ясное представление о том, чем вызвано каждое требование этих правил, а также уметь организовать безопасное производство работ и вести надзор за ними; кроме того, они должны уметь оказать первую помощь потерпевшему. К этой группе относятся: старшие электромонтеры, мастера, техники и инженеры-практики. Все они должны иметь стаж работы не менее 5 лет; при наличии специального образования — не менее 3 лет; мастера, техники, инженеры — не менее 6 месяцев.

4. Работы в электроустановках напряжением до 1000 в

Работы на сборках в порядке текущей эксплуатации, в цепях электродвигателей и их пусковой аппаратуры напряжением до 1000 в, в осветительных проводках, на домашних вводах могут выполняться лицом, имеющим квалификацию не менее III группы.

Для предупреждения ошибочной подачи напряжения к месту работ должны быть приняты следующие меры — вывешивание на приводах автоматических выключателей, разъединителей, на рубильниках плакатов: «Не включать — работают люди», а также применение изоляционных прокладок в рубильниках, автоматах и т. п. Правила требуют, чтобы смена сгоревших плавких вставок и предохранителей при наличии рубильников производилась при снятом напряжении.

В случае, если необходимо работать под напряжением, смену плавких вставок следует выполнять в предохранительных очках, диэлектрических перчатках или с помощью изолирующих клещей. К этим работам допускаются квалифицированные рабочие (группа IV, не ниже).

5. Производство работ на воздушных линиях и воздушных подстанциях

Работы на линиях, разъединительных пунктах и воздушных подстанциях должны выполняться по нарядам не менее чем двумя лицами. Производитель работ на линиях напряжением выше 1000 в должен иметь квалификацию не ниже IV группы, а на линиях напряжением до 1000 в и ниже — квалификацию III группы.

При установке заземления сначала присоединяют заземляющий провод к «земле», а затем производят заземление линии; при снятии заземления соблюдают обратный порядок.

Во время грозы или ее приближения все работы должны быть прекращены.

Подъем на опору и спуск с нее разрешается только с применением когтей или специальных приспособлений; при работах на опоре необходимо пользоваться предохранительным поясом.

6. Первая помощь пострадавшим от электрического тока

Общие положения

Успех при оказании первой помощи пострадавшему зависит от того, насколько быстро он будет освобожден от цепи электрического тока, а также от умения и находчивости оказывающего помощь.

При поражении электрическим током смерть часто бывает кажущейся. Только врач может установить факт смерти и решить, нужны ли дальнейшие усилия по оказанию помощи пострадавшему.

Освобождение от тока

Если пострадавший соприкасается с токоведущими частями, надо немедленно освободить его от действия тока, но следует помнить, что это может быть опасно и для жизни спасающего, если его действия не будут соответствовать инструкции. По возможности надо быстрее отключить ту часть установки, которой касается пострадавший. При этом должна быть исключена возможность падения пострадавшего (если он находится на крышке, лестнице, подмостях); необходимо обеспечить наличие какого-либо резервного источника освещения при отключении установки.

Если установку невозможно отключить достаточно быстро, надо непременно принять меры к отделению пострадавшего от токоведущих частей, к которым он прикасается. При выполнении этих спасательных работ необходимо помнить следующее.

При низком напряжении следует пользоваться сухой одеждой или сухим непроводником. Оторвать пострадавшего можно, взявшись за его одежду, если она сухая и отстает от тела (нельзя при этом прикасаться к каким-либо металлическим частям).

В случае необходимости надо перерубить или перерезать провода низкого напряжения топором или инструментом с изолирующими ручками. Эту операцию нужно выполнять осторожно (не касаться проводов, рубить каждый провод в отдельности, надев диэлектрические перчатки и галоши).

При высоком напряжении для отделения пострадав-

шего от земли или от токоведущих частей необходимо надеть боты, перчатки и действовать штангами или клещами. Если на линиях электропередачи это невозможно сделать немедленно, можно прибегнуть к замыканию всех проводов линии и к их надежному заземлению. При этом следует помнить обо всех изложенных выше правилах, обеспечивающих безопасность спасаемого и спасателей. Особенно тщательно надо производить заземление с учетом наличия остаточного емкостного заряда.

Меры первой помощи

Если пострадавший в сознании, но до этого был в обморочном состоянии или длительное время находился под током, то ему надо обеспечить полный покой до прибытия врача или срочно доставить в больницу. При тяжелом состоянии пострадавшего необходимо вызвать врача на место происшествия.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, его нужно удобно уложить, расстегнуть одежду, создать приток свежего воздуха, давать нюхать нашатырный спирт, растирать и согревать тело.

Если пострадавший редко и судорожно дышит, следует немедленно приступить к искусственному дыханию и производить его непрерывно до прибытия врача.

При отсутствии признаков жизни (нет дыхания, пульса, сердцебиения) нельзя считать пострадавшего мертвым. Необходимо до прибытия врача непрерывно делать искусственное дыхание. Наблюдались случаи, когда мнимо умершие были возвращены к жизни через несколько часов.

Основные правила, обязательные при производстве искусственного дыхания

Приемы искусственного дыхания производятся только в том случае, когда пострадавший совсем не дышит или дышит с трудом (редко, судорожно, как бы со всхлипыванием). Производить искусственное дыхание пострадавшему надо немедленно после освобождения его от тока.

При проведении искусственного дыхания необходимо следить за лицом пострадавшего. Если он пошевелит губами или сделает глотательное движение, нужно проверить не сделает ли он самостоятельного вдоха. Если он начнет дышать самостоятельно и равномерно, проведение искус-

ственного дыхания необходимо прекратить. Если же после нескольких мгновений ожидания окажется, что пострадавший не дышит, надо снова делать ему искусственное дыхание. Прежде чем приступить к искусственному дыханию,

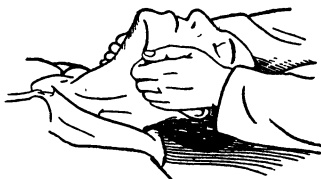


Рис. 21. Раскрывание рта у пострадавшего

необходимо освободить пострадавшего от стесняющей его одежды. Если рот крепко (судорожно) стиснут, надо раскрыть его и выдвинуть нижнюю челюсть.

На рис. 21 показано, как это сделать: чтобы поднять и выдвинуть челюсть, ставят четыре пальца обеих рук позади углов нижней челюсти, большими пальцами упираются в ее край и выдвигают челюсть вперед так, чтобы нижние зубы стояли впереди верхних. Если таким путем раскрыть рот не удастся, следует вставить между коренными зубами ручку ложки или другой подобный предмет и осторожно разжать зубы.

Как производить искусственное дыхание

Первый способ применяется в тех случаях, когда искусственное дыхание производит один человек.

Пострадавшего кладут спиной вверх, голову помещают на его руку, лицом в сторону, подстелив под него что-либо, другую его руку вытягивают вдоль головы. Вытягивают, если можно, язык. Встают на колени над пострадавшим (как бы верхом) лицом к его голове так, чтобы бедра пострадавшего были между коленями оказывающего помощь. Кладут ладони на спину пострадавшего, на нижние ребра, обхватив их с боков сложенными пальцами (рис. 22).

По счету «раз, два, три» наклоняют постепенно свое тело вперед так, чтобы его весом наваливаться на вытянутые руки и таким образом нажимать на нижние ребра пострадавшего (выдох). Не снимая рук со спины пострадавшего, откидываются назад (вдох). Затем считают «четыре, пять, шесть» и вновь постепенно наваливаются тяжестью своего тела на вытянутые руки, считая «раз, два, три» и т. д.

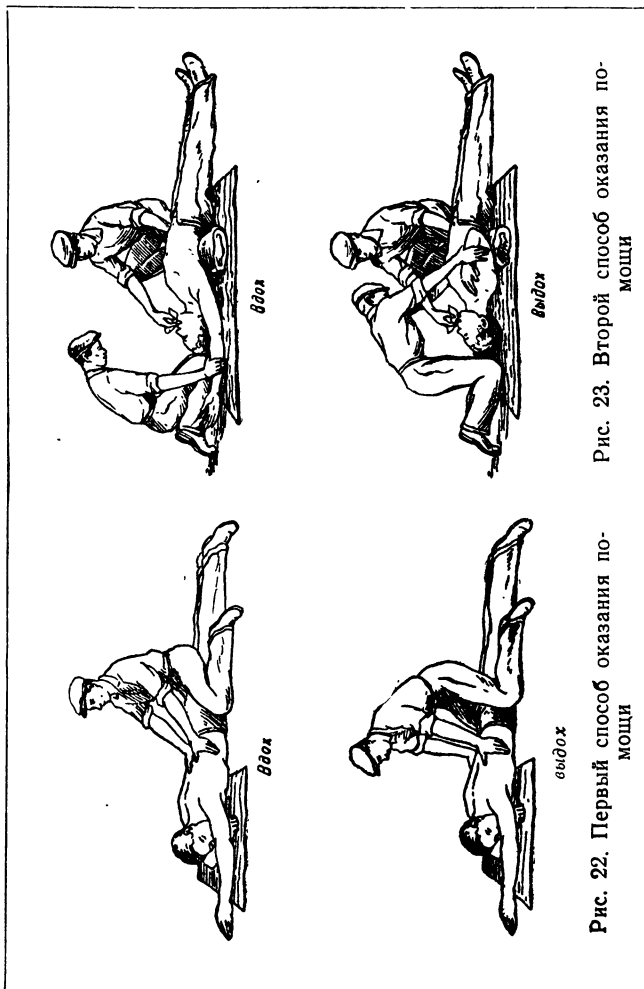


Рис. 23. Второй способ оказания помощи

Рис. 22. Первый способ оказания помощи

Второй способ применяется в тех случаях, когда есть помощники.

Пострадавшего кладут на спину, подкладывая под лопатки сверток одежды (рис. 23), чтобы грудная клетка расширялась. Встав на колени над головой пострадавшего, захватывают его руки у локтя и прижимают их без большого усилия к боковым сторонам его груди (выдох). Считая «раз, два три», поднимают руки пострадавшего кверху, закинув их за голову (вдох). Считая «четыре, пять, шесть», вновь прижимают руки к груди и т. д.

При наличии помощников второй способ применяют двое, стоя каждый на одном колене по бокам пострадавшего и действуя согласованно по счету. Третий удерживает язык пострадавшего.

При правильно проводимом искусственном дыхании слышится звук (как бы стон) от прохождения воздуха через дыхательные пути пострадавшего, когда грудная клетка сдавливается и опускается. При переломе руки или ключицы этот способ не применяется. При сильном давлении в особенности на живот может произойти закупорка дыхательных путей выдавленной пищей. При резких насильственных движениях руками пострадавшего могут получиться вывихи и даже переломы рук.

При обоих способах искусственного дыхания нельзя допускать охлаждения пострадавшего; нельзя оставлять его на сырой земле, на каменном или бетонном полу.

Первая помощь при ожогах

Ожоги бывают трех степеней от легкого покраснения до тяжелого омертвления участков кожи, а иногда и более глубоких тканей. Нельзя касаться руками обожженного участка кожи или смазывать его какими-либо мазями, маслами, вазелином или растворами. Обожженную поверхность надо перевязать, покрыть стерилизованным материалом из пакета или чистой глаженной полотняной тряпкой, сверху наложить вату, все закрепить бинтом и направить пострадавшего к врачу.

При ожогах глаз вольтовой дугой следует применять холодные примочки из борной кислоты и немедленно направить пострадавшего к врачу. Ожоги, вызванные крепкими кислотами (серной, азотной, соляной) и едкими щелочами (каустической и бельевой содой, негашеной известью и т. п.), требуют немедленного и обильного (в течение

10—15 мин.) обмывания пораженной кожи быстротекущей струей воды.

После тщательного обмывания водой на обожженную кожу нужно наложить примочку: при ожогах кислотами — из содового раствора (чайная ложка соды на стакан воды), а при ожогах щелочью — из слабого раствора уксуса (слегка кислого на вкус) или борной кислоты (чайная ложка борной кислоты на стакан воды).

7. Техника безопасности при сварке и резке металлов

Лица, занимающиеся перевозкой, хранением сжатых газов и карбида кальция, а также работающие с газосварочной аппаратурой, должны пройти специальный техминимум, сдать экзамены по нему и иметь при себе правила техники безопасности. Воспрещается производить сварочные работы вблизи легко воспламеняющихся или огнеопасных материалов (наименьшее допустимое расстояние — 5 м).

Присоединение редуктора к баллону производится специальным ключом, который постоянно находится у сварщика; перед присоединением производится продувка штуцера кратковременным открыванием вентиля (необходимо проследить, чтобы при этом никто не находился перед штуцером). После установки редуктора на баллон следует медленно открывать вентиль. Сварщику не разрешается выпускать из рук горящую горелку; если необходимо положить горелку, то она должна быть потушена или положена на специальную подставку.

При зажигании горелки в первую очередь открывают кислородный вентиль на ней, а затем уже пускают ацетилен (или бензин) и тотчас зажигают. При тушении горелки сначала закрывают ацетилен (или бензин), а потом кислород.

Сварщик обязан следить за тем, чтобы вентили горелок были плотно перекрыты и не пропускали ацетилен (бензин) или кислород в атмосферу во время перерыва (отключения).

Сварщик должен принимать меры против обратных ударов пламени, для чего необходимо охлаждать и прочищать горелку и правильно регулировать подачу смеси.

При выполнении соединений и ответвлений электро-сваркой сварщику необходимо выполнять правила безопас-

ности, относящиеся к работе с электрифицированными инструментами; производить работы в защитных очках и брезентовых рукавицах; придерживать обоймы-формы во время сварки плоскогубцами; снимать с проводов обоймы по окончании сварки и охлаждения их.

8. Защитные средства

Общие положения

Защитными средствами называют приборы, аппараты и переносные приспособления, предназначенные для защиты персонала, работающего в электротехнических установках, от поражения электрическим током, от действия электрической дуги и т. д.

Защитные средства делятся на четыре группы:

1) изолирующие штанги, клещи, инструмент с изолирующими ручками, резиновые перчатки, боты, галоши, изолирующие подставки, резиновые коврики и дорожки;

2) переносные указатели напряжения и токоизмерительные клещи;

3) переносные временные защитные заземления, ограждения и предупредительные плакаты;

4) защитные средства от действия электрической дуги — защитные очки, брезентовые рукавицы, противогазы.

Изолирующие защитные средства делятся на основные и дополнительные.

В основных защитных средствах изоляция надежно выдерживает рабочее напряжение установки. Применяя эти защитные средства, можно касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением.

В установках любого напряжения основными защитными средствами являются:

а) изолирующие штанги для оперативных измерительных и других целей,

б) изолирующие клещи для предохранителей.

В установках низкого напряжения основными защитными изолирующими средствами являются:

а) диэлектрические перчатки и рукавицы,

б) монтерский инструмент с изолирующими ручками.

Дополнительные защитные средства сами по себе не могут обеспечить безопасность от поражения электрическим током и применяются дополнительно к основным средствам.

В установках высокого напряжения дополнительными защитными средствами являются:

- а) диэлектрические перчатки и рукавицы, *
- б) диэлектрические боты,
- в) резиновые коврики и дорожки,
- г) изолирующие подставки.

В установках низкого напряжения к защитным средствам, кроме перечисленных выше, относятся также резиновые галоши.

Основные защитные средства должны применяться при всех операциях совместно с дополнительными защитными средствами

Комплектование защитными средствами электротехнических установок

На каждом этаже распределительного устройства (РУ) с постоянным обслуживающим персоналом, должен находиться комплект защитных средств.

Рекомендуется проходы закрытых РУ покрывать резиновыми дорожками, на каждой подстанции иметь не менее двух комплектов противогазов.

Распределительное устройство высокого напряжения обязательно должно быть снабжено изолирующей штангой, изолирующей подставкой или ботами и клещами, указателями напряжения (не менее двух для каждого из имеющихся напряжений).

Для обслуживания цеховых пусковых устройств напряжением 500 в и выше должны выдаваться резиновые перчатки.

Нормы и сроки испытания защитных средств

Все защитные средства, принятые в эксплуатацию, должны систематически контролироваться с целью проверки их состояния (см. табл. 242).

Все защитные средства, находящиеся в употреблении и содержащиеся в запасе, должны быть пронумерованы. Каждое защитное изолирующее средство (указатели напряжения, токоизмерительные клещи) должно быть снабжено клеймом о прохождении испытания.

Перед каждым употреблением защитного средства необходимо проверить: 1) его исправность; 2) не истек ли срок периодического испытания; 3) соответствие данного защитного средства напряжению установки.

**Периодичность и нормы электрических испытаний
защитных средств**

| Наименование средств | Напряжение установки | Испытательное напряжение, кв | Продолжительность, мин. | Ток утечки, ма | Периодичность |
|--|----------------------------|------------------------------|---------------------------------------|----------------|----------------|
| Диэлектрические перчатки | Высокое | 6 | 1 | 7 | 1 раз в 6 мес. |
| То же | Низкое | 2,5 | 1 | 2,5 | То же |
| Диэлектрические боты | Любое | 15 | 1 | 7,5 | » » |
| Диэлектрические галоши | До 1000в | 3,5 | 1 | 2 | » » |
| Резиновые коврики и дорожки | Свыше 1000 в | 15 | Протягиванием со скоростью 2—3 см/сек | 15 | 1 раз в 2 года |
| То же | До 1000 в | 5 | | 5 | То же |
| Изолирующие подставки | Любое | 40 | 1 | — | 1 раз в 3 года |
| Монтерский инструмент с изолирующими ручками | Низкое | 3 | 1 | — | 1 раз в 6 мес. |
| Указатели напряжения с неоновой лампой, работающие от емкостного тока: | | | | | |
| собственно указатель | До 10 кв (включительно) | 20 | 1 | — | 1 раз в 6 мес. |
| держатель | | 40 | 5 | | |

Продолжение табл. 242

| Наименование средств | Напряжение установки | Испытательное напряжение, кВ | Продолжительность, мин. | Ток утечки, ма | Периодичность |
|--|-------------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------|------------------|
| Указатели напряжения с неоновой лампой, работающие от емкостного тока: | | | | | |
| собственно указатель | От 10 до 35 кВ (включительно) | 20 | 1 | — | } 1 раз в 6 мес. |
| держатель | | 105 | 5 | — | |
| Трубки с сопротивлением (для фазировки) | 6 кВ | 6 | 1 | { 1,7 2,4 | — |
| | 10 кВ | 10 | 1 | | |
| Токоизмерительные клещи | До 10 кВ (включительно) | 40 | 1 | 1,4—1,7 | 1 раз в год |

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | <i>Стр.</i> |
|--|-------------|
| Предисловие | 3 |
| Раздел первый | |
| ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ | |
| Глава I. Общетехнические сведения | 7 |
| 1. Алфавиты | 7 |
| 2. Обозначения некоторых общетехнических величин | 8 |
| 3. Системы единиц и физические постоянные | 8 |
| Глава II. Обозначения величин и единиц в электротехнике | 18 |
| 1. Буквенные обозначения основных величин в электротехнике | 18 |
| 2. Обозначения электрических единиц | 20 |
| Глава III. Основные сведения по математике | 21 |
| 1. Некоторые часто встречающиеся постоянные | 21 |
| 2. Квадраты, кубы, корни, десятичные логарифмы, длины окружностей, площади круга и обратные величины | 21 |
| 3. Тригонометрические функции острого угла | 25 |
| 4. Некоторые тригонометрические формулы | 27 |
| Глава IV. Основные сведения по теории электротехники | 28 |
| 1. Неразветвленная цепь | 28 |
| 2. Разветвленная цепь | 29 |
| 3. Трехфазный ток | 30 |
| 4. Мощность электрического тока | 32 |
| 5. Коэффициент мощности («косинус фи») | 32 |

| | <i>Стр.</i> |
|---|-------------|
| 6. Тепловое действие тока | 34 |
| 7. Электродинамическое действие тока | 34 |
| 8. Электрическое поле в диэлектриках | 34 |
| 9. Емкость | 35 |
| 10. Электромагнетизм | 36 |
| 11. Силовые и измерительные трансформаторы | 38 |
| 12. Электрические машины | 40 |
| Глава V. Графические обозначения в электротехнике | 46 |
| 1. Условные графические обозначения в электрических схемах | 46 |
| 2. Условные графические обозначения на чертежах электрического оборудования | 47 |

Раздел второй.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

| | |
|---|-----|
| Глава I. Электроизоляционные материалы (диэлектрики) | 80 |
| 1. Общие сведения | 80 |
| 2. Электроизоляционные жидкости | 81 |
| 3. Электроизоляционные смолы | 82 |
| 4. Битумы и асфальты | 86 |
| 5. Воскообразные диэлектрики | 87 |
| 6. Лаки и эмали | 89 |
| 7. Пропиточные и заливочные составы | 95 |
| 8. Изоляционные бумаги | 98 |
| 9. Электрокартоны и фибры | 100 |
| 10. Хлопчатобумажные ленты и локоткани | 103 |
| 11. Материалы на основе асбеста | 106 |
| 12. Слюда | 107 |
| 13. Минеральные диэлектрики | 108 |
| 14. Пластмассы и резины | 109 |
| 15. Воздействие кислот, щелочей и газов на проводниковые и изоляционные материалы | 111 |
| Глава II. Проводниковые и магнитные материалы | 113 |
| 1. Проводниковые материалы | 113 |
| 2. Магнитные материалы | 113 |
| Глава III. Монтажные изделия и материалы | 122 |

Раздел третий

КАНАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

| | |
|--|-----|
| Глава I. Электропроводки | 131 |
| 1. Изолированные провода и шнуры | 131 |
| 2. Выбор установочных материалов к изолированным проводам | 135 |
| 3. Область применения проводов наиболее распространенных марок и способы их прокладки в различных помещениях | 136 |
| 4. Монтажные указания | 144 |
| Глава II. Кабельные линии | 157 |
| 1. Общие сведения | 157 |
| 2. Технические характеристики кабелей | 160 |
| 3. Концевые заделки и соединения кабелей | 176 |
| 4. Выбор установочных материалов для кабелей | 191 |
| 5. Монтажные указания | 200 |
| Глава III. Воздушные линии | 209 |
| 1. Общие сведения | 209 |
| 2. Воздушные линии низкого напряжения | 209 |
| 3. Воздушные линии высокого напряжения (свыше 1000 в) | 216 |
| Глава IV. Расчет электрических сетей | 227 |
| 1. Расчет электрических сетей на нагревание | 227 |
| 2. Расчет электрических сетей на потерю напряжения | 244 |
| 3. Расчет электрических сетей на экономическую плотность тока | 251 |

Раздел четвертый

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА

| | |
|---|-----|
| Глава I. Аппаратура низкого напряжения | 252 |
| 1. Рубильники и переключатели | 252 |
| 2. Пакетные выключатели и переключатели | 255 |
| 3. Универсальные переключатели | 258 |
| 4. Контактры | 260 |
| 5. Магнитные пускатели | 264 |

| | Стр. |
|--|------|
| 6. Кнопки управления | 265 |
| 7. Воздушные автоматические выключатели | 266 |
| 8. Предохранители | 267 |
| Глава II. Аппаратура высокого напряжения | 271 |
| 1. Выключатели высокого напряжения | 271 |
| 2. Разъединители | 274 |
| 3. Измерительные трансформаторы | 278 |
| 4. Предохранители высокого напряжения | 282 |
| 5. Конденсаторы для повышения коэффициента мощности | 284 |
| 6. Разрядники | 285 |
| Глава III. Аппаратура релейной защиты | 287 |

Раздел пятый

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА И ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ

| | |
|--|-----|
| Глава I. Общие сведения об электроснабжении | 293 |
| Глава II. Основное оборудование трансформаторных подстанций | 297 |
| 1. Типы трансформаторных подстанций | 297 |
| 2. Силовые трансформаторы | 297 |
| 3. Высоковольтное оборудование, шины и изоля- торы | 299 |
| Глава III. Конструктивная часть трансформаторных подстанций | 305 |

Раздел шестой

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

| | |
|---|-----|
| Глава I. Общие сведения | 312 |
| 1. Виды электрических машин по способам за- щиты | 312 |
| 2. Виды электрических машин по способам охла- ждения | 313 |
| 3. Классификация изоляционных материалов | 314 |

| | Стр. |
|--|------------|
| 4. Пределы допускаемых превышений температур для электрических машин и трансформаторов | 314 |
| Глава II. Технические данные электродвигателей | 316 |
| 1. Технические данные асинхронных электродвигателей основных типов | 316 |
| 2. Технические данные некоторых типов электродвигателей постоянного тока | 355 |
| 3. Специальные электрические машины | 358 |
| Глава III. Установка машин и подготовка их к пуску | 363 |
| 1. Установка салазок, фундаментных плит и рам | 363 |
| 2. Заливка салазок, фундаментальных плит и рам | 363 |
| 3. Выверка линии вала | 364 |
| 4. Сушка электрических машин | 365 |
| 5. Подготовка машин к пуску | 368 |

Раздел седьмой

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

| | |
|--|------------|
| Глава I. Электрические лампы | 369 |
| 1. Стандартные осветительные лампы накаливания | 369 |
| 2. Электрические осветительные лампы накаливания с криптоновым наполнением | 372 |
| 3. Люминесцентные лампы | 373 |
| Глава II. Светильники | 376 |
| Глава III. Нормы освещенности | 389 |
| 1. Общие сведения | 389 |
| 2. Нормирование освещенности в производственных помещениях | 391 |
| 3. Нормирование освещенности в жилых и общественных зданиях и вспомогательных помещениях | 394 |
| 4. Нормативы для определения мощности светильников | 401 |
| Глава IV. Монтажные указания | 402 |
| 1. Монтаж светильников, выключателей и штепсельных розеток | 402 |
| 2. Монтаж групповых щитков | 404 |
| 3. Монтаж местного освещения | 405 |

Стр.

Раздел восьмой

ЗАЗЕМЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

- | | |
|--|-----|
| 1. Части установок, подлежащие заземлению | 407 |
| 2. Выполнение заземлений | 408 |
| 3. Присоединение заземляющей проводки к силовому электрооборудованию | 414 |

Раздел девятый

**ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ
И МЕХАНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ
ОПЕРАЦИЙ**

- | | |
|--|-----|
| Глава I. Особенности рациональных методов организации электромонтажных работ | 416 |
| Глава II. Монтажные механизмы и приспособления | 418 |
| Глава III. Сварка и резка металлов | 426 |
| 1. Электрическая дуговая сварка | 426 |
| 2. Газовая сварка | 434 |
| 3. Сварка медных и алюминиевых шин и жил | 438 |

Раздел десятый

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

- | | |
|---|-----|
| 1. Классификация помещений | 444 |
| 2. Величины допускаемых напряжений | 444 |
| 3. Квалификация персонала по технике безопасности | 445 |
| 4. Работы в электроустановках напряжением до 1000 в | 447 |
| 5. Производство работ на воздушных линиях и воздушных подстанциях | 447 |
| 6. Первая помощь пострадавшим от электрического тока | 448 |
| 7. Техника безопасности при сварке и резке металлов | 453 |
| 8. Защитные средства | 454 |

Глаз Абрам Ильич
СПРАВОЧНИК МОЛОДОГО ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

* * *

Научный редактор Хейфец И. Г.
Редактор Концевая Э. М.
Технич. редактор Персон М. Н.
Корректор Герасимова Е. И.

* * *

А-01422. Сдано в набор 17/X 1959 г.

Подп. к печ. 3/II 1960 г.

Формат бум. $70 \times 92 \frac{1}{32} = 14,5$ п. л. 16,96 усл. п. л.

В 1 п. л. 43 500 зн. Уч.-изд. л. 18,48. Уч. № 158/4385
Тираж 200 000 экз. (2-й завод 50 001—200 000 экз.) Цена 7 р. 10 к.

Набрано в тип. Профтехиздата. Москва, Хохловский пер., 7.

Отпечатано с набора типографии Профтехиздата в 1-й тип.

Трансжелдориздата МПС. Зак. 196

Москва, Б. Переяславская, 46

