

М.Д. Горенштейн

**Справочник
электромонтера**

Том 1

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 621.39
ББК 32
М11

М11 **М.Д. Горенштейн**
Справочник электромонтера: Том 1 / М.Д. Горенштейн – М.: Книга по Требо-
ванию, 2012. – 304 с.

ISBN 978-5-458-34414-2

В справочнике даны конкретные сведения, необходимые для эксплуатации электроустановок, требования к монтажу электроосвещения, силовых установок и внутренних проводок, освещены вопросы экономии электроэнергии и повышения коэффициента мощности.

ISBN 978-5-458-34414-2

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2012

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2012

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

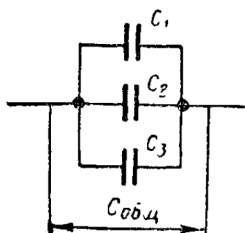
Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint



Параллельное соединение конденсаторов:

$$C_{\text{общ.}} = C_1 + C_2 + C_3.$$

Активное сопротивление проводника:

$$R = \rho \frac{l}{q},$$

где R — сопротивление проводника, Ом;
 ρ — удельное сопротивление, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$; l — длина проводника, м;

q — сечение проводника, мм^2 .

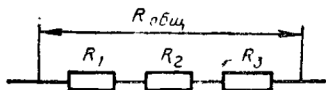
Зависимость сопротивления от температуры:

$$R_t = R_0 [1 + \alpha (t - t_0)],$$

где R_t — сопротивление при температуре t° , Ом; R_0 — сопротивление при начальной температуре (обычно при 20°C), Ом; α — температурный коэффициент сопротивления (см. табл. 1.1).

Последовательное соединение сопротивлений

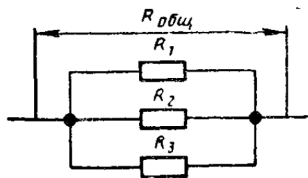
Общее сопротивление группы последовательно соединенных сопротивлений равно сумме этих сопротивлений:



$$R_{\text{общ.}} = R_1 + R_2 + R_3.$$

Параллельное соединение сопротивлений

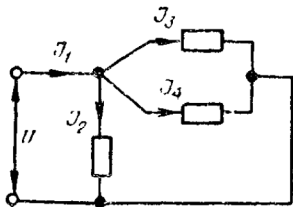
Общая проводимость группы параллельно включенных сопротивлений равна сумме их проводимостей. Проводимостью называется величина, обратная сопротивлению $\left(\frac{1}{R}\right)$.



$$\frac{1}{R_{\text{общ.}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}.$$

Для случая двух сопротивлений:

$$R_{\text{общ.}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$$



Первое правило Кирхгофа: сумма всех токов, притекающих к любой точке электрической цепи, равна сумме всех токов, вытекающих из этой точки.

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

Второе правило Кирхгофа: сумма электродвижущих сил в любом замкнутом контуре равна сумме падений напряжений (то есть произведений токов на сопротивления) в этом контуре.

$$\Sigma E = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3.$$

Закон Джоуля-Ленца — количество тепла (Q), выделяемого в проводнике при протекании по нему электрического тока, прямо пропорционально квадрату силы тока, времени протекания тока и сопротивлению проводника.

$$Q = 0,24 I^2 \cdot R \cdot t,$$

где Q — количество тепла, кал; I — сила тока, А; R — активное сопротивление, Ом; t — время, с.

Одна ватт-секунда соответствует 0,24 калории тепла.

Мощность электрического тока (P)

а) постоянный ток:

$$P = U \cdot I$$

или

$$P = I^2 \cdot R$$

или

$$P = \frac{U^2}{R};$$

б) однофазный переменный ток:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

или

$$P = I^2 \cdot R$$

или

$$P = \frac{U^2}{R};$$

где P — мощность, Вт; U — напряжение, В; I — сила тока, А; R — активное сопротивление, Ом; $\cos \varphi$ — коэффициент мощности;

в) трехфазный ток:

$$P = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \cos \varphi$$

или

$$P = \sqrt{3} U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}} \cdot \cos \varphi,$$

где U_{ϕ} — фазовое напряжение, В; $U_{\text{л}}$ — линейное (междуфазное) напряжение, В; I_{ϕ} — ток, протекающий в одной фазе нагрузки, А; $I_{\text{л}}$ — ток, протекающий в одной фазе линии, А.

1.3. ПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Таблица 1.1. Основные характеристики проводников

Материал	Плотность, г/см ³	Удельное электрическое сопротивление при 20 °С $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$	Температура плавления, °С	Средний температурный коэффициент сопротивления (на 1 °С)
Алюминий	2,7	0,028	657	0,004
Константан	8,9	0,5	1270	0,000005
Манганин	8,14	0,4—0,48	960	0,000006
Медь	8,9	0,0175	1083	0,039
Никелин	8,9	0,42	1060	0,00002
Нихром	8,2	1,1—1,27	1360	0,0001
Сталь	7,8	0,13	1400	0,063
Фехраль	7,6	1,2—1,4	1450	0,0028

1.4. ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Таблица 1.2. Основные характеристики изоляционных материалов

Материалы	Плотность, г/см ³	Пробивная прочность, кВ/мм	Допустимая рабочая температура, °С
1	2	3	4
Асбест	2,6	2—4	450
Асбестоцемент	2	0,3—0,8	250
Ацид	1,4—1,5	1,5—2	250
Бумага кабельная, не-пропитанная	0,8	8—9	90
Бумага, пропитанная маслом	0,8	15—25	105
Воздух	0,0012	3	Не нормируется
Гетинакс	1,35	15—25	105
Дерево (дуб парафинированный, береза)	0,85	3—7	100—105
Карболит	1,1	14	120
Лакоткань	1—1,2	20—60	105
Масло трансформаторное	0,89	15—20	95
Масса кабельная	0,93	8—12	60—80
Миканит	2,2	15—20	125—400
Мрамор	2,8	2—8	100—120
Пряжа хлопчатобумажная, непропитанная	—	3—5	90

1	2	3	4
Пряжа, пропитанная лаками	—	5—20	До 105
Полиэтилен	0,92—0,97	35—60	80—100
Поливинилхлорид	1,3	10—20	65
Полистирол	1,05	20—35	70—80
Резина изоляционная	1,2—1,3	20—30	55—65
Стекло	2,5	10—25	300
Стеклотекстолит	1,85	20—23	180
Текстолит	1,3—1,7	6—18	105
Фибра	1,2—1,4	4—10	100
Фарфор	2,4	15—20	Не нормируется
Фторопласт-4	2,1	25—40	180
Шифер	2,7—2,9	0,8—2	200—250
Эбонит	1,4	17—25	55
Электрокартон	1—1,15	8—10	90
Эпоксидная смола	1,1—1,2	16—20	110—120

Таблица 1.3. Классификация изоляционных материалов по нагревостойкости

Класс нагревостойкости	Наименование материала	Предельно допустимая температура, °С
1	2	3
У	Волокнистые материалы из целлюлозы, хлопка, натурального шелка, бумага, электрокартон, не пропитанные и не погруженные в жидкий электроизоляционный материал	90
А	Волокнистые материалы из целлюлозы, хлопка, натурального шелка, искусственного шелка, бумага, электрокартон, пропитанные или погруженные в жидкий электроизоляционный материал. Лакоткани. Слоистые пластики на основе целлюлозных бумаг и тканей. Изоляция эмаль-проводов на масляно-смолистых и поливинил-ацетатных лаках	105
Е	Синтетические органические пленки, волокна, смолы и компаунды. Изоляция эмаль-проводов на полиуретановых, эпоксидных лаках	120
В	Материалы на основе слюды, асбеста, стекловолокна с органическими связующими и пропитывающими составами, стеклолакоткани. Изоляция эмаль-проводов на полиэтилентерефталатных смолах. Асбоцемент, пропитанный органическим составом, не вытекающим при 135°С	130

1	2	3
F	Материалы на основе слюды, асбеста, стекловолокна с синтетическими связующими и пропитывающими составами, алкидные, эпоксидные, полиэфирные покровные и пропитывающие составы. Изоляция эмаль-проводов на полиэфиримидных лаках	155
H	Материалы на основе слюды, асбеста и стекловолокна с кремнийорганическими связующими и пропитывающими составами	180
C	Слюда, керамические материалы, стекло, кварц	Свыше 180

1.5. НОМИНАЛЬНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Номинальные напряжения источников энергии, преобразователей, сетей и присоединяемых к ним приемников электрической энергии согласно ГОСТ 21128—75 должны соответствовать указанным в табл. 1.4.

Таблица 1.4. Номинальные напряжения сетей, приемников и источников энергии

Постоянный ток, В		Переменный ток, В			
источники и преобразователи	сети и приемники	источники и преобразователи		сети и приемники	
		однофазный ток	трехфазный ток, междуфазное	однофазный ток	трехфазный ток, междуфазное
28,5	27	42	42	40	40
115	110				
230	220	230	230	220	220
			400	380	380
460	440	—	690	660	660
—	—	—	6300	—	6000
—	—	—	10500	—	10000

Примечание. Дополнительно к напряжениям, указанным в таблице, допускается применение напряжений: 12 В переменного тока — для электрооборудования, применяемого в условиях повышенной влажности; 24 и 36 В однофазного тока — для источников и приемников общепромышленного назначения частотой 50 Гц;

1,25; 1,5; 2; 2,5; 3,5; 6; 12; 24 В — для химических источников тока и присоединяемых к ним приемников;

7; 14; 28 В постоянного тока — для автотракторной техники;

12; 24; 36; 48; 60 В постоянного тока — для источников, преобразователей и приемников общепромышленного назначения.

1.6. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Действующие «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ) предъявляют определенные требования по выполнению электрических устройств в зависимости от физических условий в помещениях, где располагается электроустановка.

Классификация по условиям среды

Сухими называются помещения, в которых относительная влажность не превышает 60%. В таких помещениях влага не конденсируется и не оседает на стенах, потолках и оборудовании (жилые помещения, конторы, мастерские, клубы).

Влажными называются помещения, в которых пары или конденсирующаяся влага выделяются лишь временно и в небольших количествах. Относительная влажность в них не превышает 75%.

К *сырым* относятся те помещения, в которых относительная влажность длительно превышает 75%.

Особо сырые помещения — это те, в которых относительная влажность воздуха близка к 100% (потолок, стены, пол и предметы покрыты влагой).

Жаркими называют помещения, где температура длительно превышает +35°C.

Пыльными называются те помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т. п. Пыльные помещения подразделяются на две категории:

а) помещения с проводящей пылью, например, склады угля, износные цехи, термические цехи с пламенными печами и т. д.;

б) помещения с непроводящей пылью, например, деревообделочные цехи, мельницы, сухие цехи предприятий стройиндустрии.

Помещениями с *химически активной или органической средой* называются также, в которых постоянно или длительно содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, действующие разрушающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

Сухими нормальными называются такие сухие помещения, в которых нет выделения пыли и химически активных веществ, а температура длительно не превышает +35°C.

Пожароопасной зоной называется пространство внутри и вне помещений, в котором при нормальных технологических процессах или при их нарушениях постоянно или периодически обращаются горючие (сгораемые) вещества.

Пожароопасные зоны подразделяются на 4 класса:

а) зоны *класса П-I* — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C;

б) зоны *класса П-II* — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыль и волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м³ к объему воздуха;

в) зоны *класса П-IIa* — зоны, в которых обращаются твердые горючие вещества;

г) зоны *класса П-III* — зоны, расположенные вне помещений, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C или твердые горючие вещества, например открытые склады масел, древесные и т. п.

Взрывоопасные зоны — такие помещения или наружные установки, в которых выделяются горючие газы или пары, а также горючие волокна или пыль, переходящие во взвешенное состояние и образующие с воздухом взрывоопасные смеси. К ним относятся склады легко воспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), мельницы и т. п.

Взрывоопасные зоны делятся на классы.

Зоны *класса В-I* — такие зоны в помещениях, где возможно образование взрывоопасных смесей и паров ЛВЖ или газов с воздухом при нормальных недлительных режимах (загрузка, разгрузка технологических аппаратов, хранение или переливание ЛВЖ и т. п.).

Зоны *класса В-Ia* — такие взрывоопасные зоны, в которых образование взрывоопасных смесей паров и газов с воздухом может произойти только в результате аварий или неисправностей.

Зоны *класса В-Iб* — такие зоны, в которых условия, указанные для зоны В-Ia, могут образоваться только в небольшой части помещения (менее 5%), или горючие газы в этих зонах обладают резким запахом, например, машинные залы аммиачных компрессоров. К этому же классу относятся зоны лабораторных и других помещений, где горючие газы есть, но в небольших количествах, недостаточных для создания взрывоопасной смеси в зоне, превышающей 5% свободного объема всего помещения, и где не работают с открытым пламенем. Эти зоны не будут считаться взрывоопасными, если работа с горючими газами и ЛВЖ производится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами.

Зоны *класса В-Iг* — наружные и установленные под навесами взрывоопасные установки, содержащие горючие газы и ЛВЖ (за исключением наружных аммиачных компрессорных установок) — газгольдеры, резервуары, эстакады для слива и налива ЛВЖ, открытые нефтеловушки и пруды-отстойники.

Для наружных установок и сооружений взрывоопасной считается зона в пределах:

а) до 0,5 м — по горизонтали и вертикали от проемов окон и дверей по наружной стороне помещения;

б) до 3 м — по горизонтали и вертикали от закрытого технологического оборудования, содержащего ЛВЖ или горючие газы;

в) до 5 м — по горизонтали и вертикали от дыхательных и предохранительных клапанов оборудования, содержащего ЛВЖ или горючие газы;

г) до 20 м — по горизонтали и вертикали от мест открытого слива и налива ЛВЖ (наливные и сливные эстакады);

д) в пределах всей площади обслуживания отдельных газгольдеров, резервуаров и резервуарных парков с горючими газами и ЛВЖ.

Примечания. 1. Кровли зданий, содержащих взрывоопасные зоны, относятся к зонам класса В-Iг, если на них или вблизи от них расположены выходы вентиляции и т. п. устройства. 2. Наружные открытые эстакады с трубопроводами для горючих газов и ЛВЖ относятся к невзрывоопасным, но электрооборудование арматуры, установленной на этих трубопроводах, должно быть взрывозащищенным для соответствующей категории и группы взрывоопасной смеси.

Зоны *класса В-II* — это зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли и волокна, создающие с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных недельных режимах работы, например, при загрузке и выгрузке технологических аппаратов.

Зоны *класса В-IIа* — это также взрывоопасные зоны, в которых образование взрывоопасных смесей пыли с воздухом в нормальных условиях эксплуатации не имеет места, а возможно только при аварии или неисправности.

Требования к электрооборудованию в пожароопасных и взрывоопасных зонах приведены в т. II.

Классификация по условиям опасности поражения током

Помещения *с повышенной опасностью* — это те, в которых имеется одно из следующих условий: а) сырость или проводящая пыль; б) токопроводящие полы (металлические, земляные, бетонные, кирпичные и т. п.); в) высокая температура (длительно более 35°C); г) возможность одновременного прикосновения к соединенным с землей металлоконструкциям, механизмам и металлическим корпусам оборудования.

К *особо опасным* принадлежат помещения, в которых имеются такие условия: а) большая сырость; б) химически активная среда; в) одновременное наличие двух условий повышенной опасности — например, повышенная температура и токопроводящие полы и т. д.

Помещения *без повышенной опасности* — такие, в которых отсутствуют факторы, создающие повышенную или особую опасность поражения электрическим током.

1.7. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПО СТЕПЕНИ ЗАЩИТЫ ОТ ПРИКОСНОВЕНИЯ, ПОПАДАНИЯ ВНУТРЬ ПОСТОРОННИХ ТЕЛ И ВОДЫ

Термины видов оборудования установлены ГОСТ 18311—72.

Классификация электрооборудования по степени защиты его оболочками от прикосновения и проникновения внутрь посторонних предметов, пыли, паров, газов и жидкостей регламентируется ГОСТ 14254—69.

Согласно этому стандарту степень защиты условно обозначается буквами IP и двумя цифрами, например, IP02. Буквы указывают, что стандарт соответствует международной классификации защиты (International Protection). Первая цифра — от 0 до 6 характеризует защиту от прикосновения и попадания твердых посторонних тел. Вторая цифра — от 0 до 8 характеризует защиту от проникновения воды (см табл. 1.5).

В таблице курсивом указано, какому виду оборудования (по ГОСТ 18311—72) соответствуют разные исполнения по степени защиты.

Таблица 1.5. Исполнение оборудования по степени защиты

	0	1		2		3		4		5		6		7	8
		защита от капель конденсата	защита от капель воды	защита от падающих под углом до 15° капель воды	защита от падающего под углом до 60° к вертикали	защита от брызг любого направления	защита от струи любого направления	защита от запыляемости волнами	защита при погружении в воду	защита от попадания воды при работе под водой					
	защита отсутствует	каплезащитное		каплезащитное		каплезащитное		брызго-защитное		водозащитное		водозащитное		погружное	
Защита от прикосновения к токоведущим или движущимся частям и попадания посторонних тел															
Защита отсутствует (открытое оборудование)	00	01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Защита от прикосновения большими частями тела и попадания крупных предметов диаметром свыше 50 мм	10	11	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1															
Защита от возможности прикосновения пальцем и попадания предметов диаметром свыше 12 мм	20	21	22	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2															

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Защита от соприкосновения инструмента, проволоки и т. п. толщиной более 2,5 мм и попадания мелких предметов диаметром не менее 2,5 мм	30	31	32	33	34	—	—	—	—
	<i>защитное</i>								
Защита от соприкосновения инструмента, проволоки и т. п. толщиной более 1 мм и попадания предметов диаметром не менее 1 мм	40	41	42	43	44	—	—	—	—
	<i>плазящ-</i>								
Полная защита персонала от прикосновения к токоведущим и движущимся частям. Защита от вредных отложений пыли	50	51	—	—	54	55	56	—	—
	<i>герметичное</i>								
Полная защита персонала и полная защита от попадания пыли	60	—	—	—	—	65	66	67	68
	6								