

ЕФРЕМОВСКИЙ филиал Ряз ГМУ

Методические указания для
выполнения курсового
проекта по МДК 01.03
«Электрическое и
электромеханическое
оборудование»

Специальность 13.02.11

Техническая эксплуатация и обслуживание
электрического и электромеханического
оборудования

2018 год

Автор В.Е. Полосухин

Введение

Выполнение курсового проекта по расчету и выбору силового и электроосветительного оборудования для производственных объектов промышленных предприятий является завершающим этапом изучения студентами дисциплины «Электрическое и электромеханическое оборудование», входящей в МДК 01.03 «Электрическое и электромеханическое оборудование».

Цель курсового проекта - систематизировать и углубить знания студента, полученные при изучении теоретического курса, дать умения и навыки для их практического применения при решении конкретно поставленной задачи, а также предоставить возможность студенту проявить творческие способности в области проектирования силового и электроосветительного оборудования для производственных объектов промышленных предприятий.

Требования к оформлению пояснительной записке курсового проекта

Бланк титульного листа пояснительной записки оформляется по образцу.

Пояснительная записка курсового проекта должна быть оформлена на одной стороне листа бумаги формата А4. Каждый лист записки должен быть оформлен рамкой (отступы: 20 мм с левой стороны, 5 мм сверху, снизу и с правой стороны) и штампом (стандартный штамп высотой 15 мм). Все страницы пояснительной записки должны быть пронумерованы. Номер страницы проставляется в штампе. Нумерация страниц начинается со 2-го листа и заканчивается последним. Текст следует напечатать с расстоянием между строк 8-10 мм шрифтом COST type B14 (обычный), соблюдая следующие размеры полей: левое - 5 мм; правое - 3 мм; верхнее и нижнее - 10 мм.

Вторым листом записки является «Содержание». На листе «Содержание» стандартный штамп высотой 40 мм. Слово «Содержание» печатается шрифтом COST type B28. Далее в содержании перечисляются все части и разделы пояснительной записки шрифтом GOST type B20. Расстояние между строкой «Содержание» и последующей строкой 15 мм, между всеми остальными строками 8-10 мм. С правой части листа на расстоянии 3 мм от рамки, на строке, на которой написано название части или раздела, проставляется номер страницы, с которой начинается эта часть. Если название части или раздела напечатано более чем на одной строке, то номер страницы проставляется на последней строке.

Если перечисление частей и разделов не помещается на одном листе, то продолжение перечисления переносится на следующий лист, как и все последующие, оформляется штампом 15 мм.

После «Содержание» в пояснительной записке печатается «Введение». Слово «Введение» печатается посередине страницы шрифтом GOST type B28. Весь остальной текст введения начинается с красной строки на расстоянии 15 мм от рамки с левой стороны листа.

Весь текст пояснительной записки делится на части и разделы.

Все части записки начинаются с нового листа. Название частей передается шрифтом GOST type B28.

Название разделов печатается шрифтом GOST type B20. Расстояние между строками части и раздела 15 мм. Если название раздела не умещается на одной строке, то расстояние между строк 10 мм. Расстояние между последней строкой названия и первой строкой текста 15 мм. Переносы слов в заголовках не допускаются. Части нумеруются одной арабской цифрой с точкой. Разделы нумеруются двумя арабскими разделенными точкой (первая цифра номер части, вторая - порядковый номер раздела). Если название части или раздела состоит из одного предложения, то точка в конце не ставится.

Названием «Литература» заканчивается записка. Слово «Литература» печатается шрифтом GOST type B28. Список используемой литературы печатается, располагая имена авторов в алфавитном порядке.

Сноски, на использованную литературу печатаются в квадратных скобках. В скобках указывают номер источника по перечню литературы и через запятую номер страницы (номера страниц).

Формулы расчетов в тексте печатаются шрифтом GOST type B20 отдельной строкой, давая подробное пояснение каждому символу (когда он встречается впервые)

Формулы нумеруют арабскими цифрами в пределах части. Номер формулы состоит из номера части и порядкового номера формулы в части, разделенных точкой. Номер ставят в круглых скобках с правой стороны листа на уровне формулы. Если на странице несколько пронумерованных формул, то номера становятся один под другим. Сноски в тексте на формулы дают в круглых скобках

От текста записки до формулы отступают 10 мм и от формулы до пояснения к ней необходимо также отступить 10 мм. Пояснение к формуле начинаются словом «где». После напечатания формулы ставится запятая.

Нумеровать иллюстрации следует в пределах раздела. Номер иллюстрации будет состоять из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например, «Рисунок 1.1».

При ссылках на иллюстрации в тексте следует писать «в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «...в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Иллюстрации при необходимости могут иметь название и пояснительные данные (подрисовочный текст). Слово «Рисунок» и его название помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: «Рисунок 1 — Детали прибора», печатаются шрифтом GOST type B20.

В пояснительную записку включаются таблицы

Таблицы применяют для большей наглядности материала и удобства сравнения показателей. Название таблицы (если оно имеется) должно отражать ее содержание, быть точным и кратким. Название помещают над таблицей. При переносе части таблицы на другую страницу название помещают только над первой ее частью.

Нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы

будет состоять из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

Расстояние от текста до слова «Таблица» - 10 мм.

Заглавие таблицы печатается шрифтом GOST type B20 строчными буквами, кроме первой - прописной. Размеры таблиц выбирают произвольно, в зависимости от изложенного материала.

На все таблицы документа должны быть ссылки в тексте. При ссылке в тексте пишут слово «таблица» с указанием ее номера.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки — со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф пишут в единственном числе.

Слева, справа и снизу таблицу, как правило, ограничивают линиями.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки и колонки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы, но при необходимости допускается их перпендикулярное расположение.

Головка таблицы отделяется линией от остальной части таблицы. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Таблицу в зависимости от ее размера помещают под текстом при первой ссылке на нее или на следующей странице. Допускается располагать таблицу вдоль длинной стороны листа документа.

Если строки или графы таблицы не помещаются на формате страницы, ее делят на части и располагают одну часть под другой или рядом, при этом в каждой части повторяют головку и боковик таблицы. При делении таблицы допускается графы и строки головки или боковика ее первой части нумеровать арабскими цифрами.

Слово «Таблица» пишут один раз слева над первой частью таблицы, далее пишут «Продолжение таблицы» (с указанием номера).

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы нижнюю горизонтальную ограничительную линию не проводят.

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. Нумерация граф таблиц арабскими цифрами допускается, если в тексте документа имеются ссылки на них, при делении таблицы на части, а также при переносе части таблицы на следующую страницу.

При необходимости нумерации показателей, параметров или других данных порядковые номера указывают в первой графе (боковике) таблицы непосредственно перед их наименованием. Перед числовыми значениями величин и обозначениями типов и марок порядковые номера не проставляют.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, имеют одну и ту же единицу измерения, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа, а при делении таблицы на части — над каждой ее частью.

Требования к оформлению графической части курсового проекта

Графическая часть курсового проекта выполняется на листах формата А3, используя специальные программы «Компас 3D», «sPlan 7.0» соблюдая требования ЕСКД.

Содержание пояснительной записки курсового проекта

Введение.

1. Общая часть.

1.1. Описание технологического процесса.

1.2. Параметры технологического оборудования.

1.3. Категория производственного помещения.

1.4. Степени защиты электрооборудования.

1.5. Выбор величин питающих напряжений.

1.6. Выбор схемы внутрицеховой распределительной сети.

2. Специальная часть.

2.1. Силовое электрооборудование.

2.1.1. Выбор электродвигателей.

2.1.2. Номинальные и пусковые токи электродвигателей.

2.1.3. Выбор электроаппаратов управления и защиты.

2.1.4. Выбор силовых кабелей.

2.1.5. Проверка силовых кабелей на потерю напряжения.

2.1.6. Разработка схемы управления электроприводом технологического механизма.

2.2. Электроосветительная установка.

2.2.1. Светотехнический расчет рабочего освещения.

2.2.2. Электротехнический расчет рабочего освещения.

2.2.3. Светотехнический расчет аварийного освещения.

2.2.4. Электротехнический расчет аварийного освещения.

2.2.5. Разработка схемы питания электроосветительной установки.

2.3. Кабельный журнал.

3. Мероприятия по охране труда.

3.1. Расчёт контура защитного заземления

3.2. Основные и дополнительные электрозащитные средства в электроустановках до 1000 В.

3.2.1. Перечень основных и дополнительных электрозащитных средств.

3.2.2. Нормы испытаний основных и дополнительных электрозащитных средств.

3.2.3. Правила хранения основных и дополнительных электрозащитных средств.

3.3. Противопожарные мероприятия.

Литература.

Содержание графической части курсового проекта

В графической части должны быть выполнены следующие чертежи:

- план расположения силового электрооборудования;

- план расположения электрического освещения;

- внутрицеховая схема распределительной сети;

- принципиальная схема управления электроприводом технологического механизма.

Спецификации графической части должны содержать перечни силового и осветительного электрооборудования, электроаппаратов и основных материалов с указанием их количества.

Введение

Во введении необходимо отразить значение отрасли в народном хозяйстве, значение проектируемого участка в общем ходе технологического процесса предприятия, а также значение электропривода в обеспечении непрерывности технологических процессов.

Необходимо также указать, что без внедрения передовых достижений в области производства силового электрооборудования, аппаратов управления и защиты, кабельной продукции невозможно достичь высокой степени автоматизации и комплексной механизации технологических процессов, высокой производительности труда.

Энергетика нашей страны обеспечивает надежное электроснабжение народного хозяйства страны и жилищно-бытовые нужды различных потребителей электрической и тепловой энергии

Основными потребителями электроэнергии являются различные отрасли промышленности, транспорт, сельское хозяйство, коммунальное хозяйство городов и поселков. При этом более 70% потребления электроэнергии приходится на промышленные объекты. Электроэнергия широко используется во всех отраслях народного хозяйства, особенно для электропривода различных механизмов, электротехнических установок, а также для электролиза, электроискровой и электроразвучковой обработки материалов, электроокраски. Для обеспечения подачи электроэнергии в необходимом и соответствующего качества от энергосистемы к промышленным объектам, устройствам и механизмам служат системы электроснабжения промышленных предприятий, состоящих из сетей напряжением до 1 кВ.

Электроустановки потребителей электроэнергии имеют свои специфические особенности; к ним предъявляются определенные требования; надежность питания, качество электроэнергии, резервирование и защита отдельных элементов. При проектировании, сооружении и эксплуатации необходимо правильно в технико-экономическом аспекте осуществлять выбор напряжений, определять электронагрузки, выбирать тип, число и мощность ТП, виды их защит, системы компенсации реактивной мощности и способы регулирования напряжения. Это должно решаться с учетом совершенствования технологического процесса производства, роста мощностей отдельных электроприемников и особенностей каждого предприятия, цеха, установки, повышения качества и эффективности их работы.

Передача, распределение и потребление выработанной электроэнергии на промышленных предприятиях должны производиться с высокой экономичностью и надежностью.

Для обеспечения этого энергетиками нашей страны создана надежная и экономичная система распределения электроэнергии на всех ступенях применяемого напряжения и максимальным приближением высокого напряжения к потребителям.

В системе цехового распределения электроэнергии широко используют

комплектные распределительные устройства, подстанции, силовые и осветительные токопроводы. Это создает гибкую и надежную систему распределения электроэнергии. Упрощены схемы подстанций различных напряжений и назначений за счет, например, отказа от выключателей на первичном напряжении с глухим присоединением трансформаторов подстанций к питающим линиям.

Широко применяются совершенные системы автоматики, а также простые и надежные устройства защиты отдельных элементов систем электроснабжения промышленных предприятий.

Все это обеспечивает необходимое рациональное и экономичное расходование электроэнергии во всех отраслях промышленности, являющихся основными потребителями огромного количества электроэнергии, которая вырабатывается на электростанциях, оснащенных современным энергетическим оборудованием.

1. Общая часть

1.1 Описание технологического процесса и параметры технологического оборудования.

В разделе необходимо:

- дать описание технологического процесса;
- нарисовать схему технологического процесса;
- привести перечень технологического оборудования с указанием необходимых технических параметров для выполнения расчетов по выбору электродвигателей (см. таблицу 1.1).

Таблица 1.1. Технические параметры технологического оборудования

Наименование технологического механизма	Позиционные номера	Количество, штук	Технические характеристики
Насос питающий	8,9	2	$Kз=1,05$; $\rho=1000\text{кг/м}^3$; $Q=0,024\text{м}^3/\text{с}$; $H=47\text{м}$; $\Delta H=6\text{м}$; $\eta=0,68$; $n=740\text{мин}^{-1}$
Вентилятор	4	1	$Kз=1,1$; $Q=0,017\text{м}^3/\text{с}$; $H=7600\text{Па}$; $\eta=0,64$; $n=1000\text{мин}^{-1}$

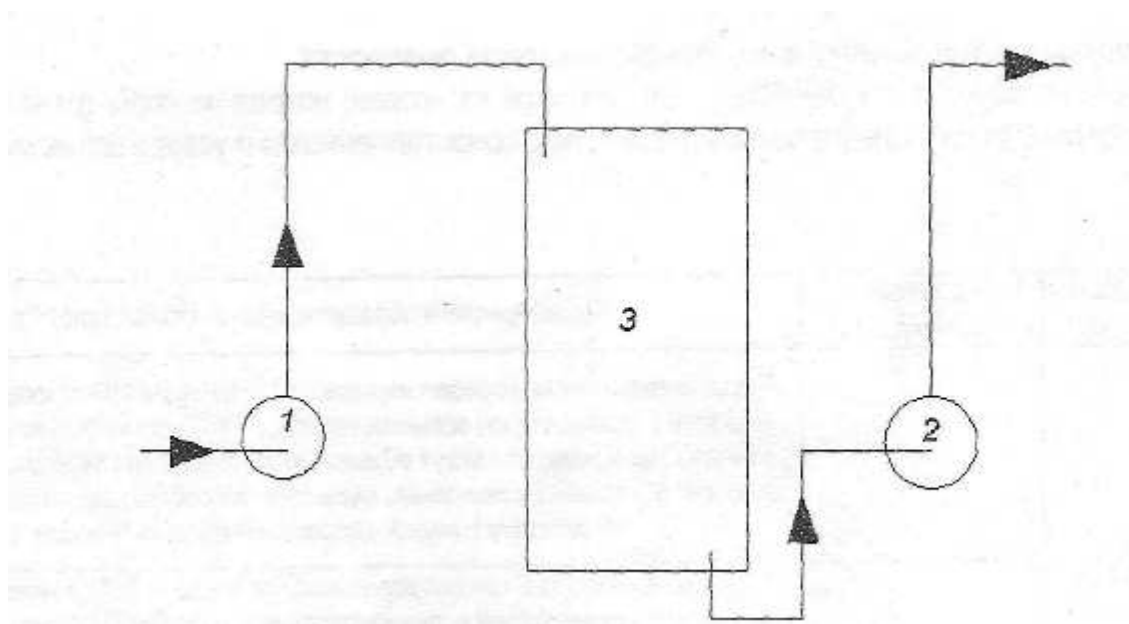


Рис. 1. Схема технологического процесса

Описание технологического процесса

Питающий насос 1 подает охлажденную техническую воду в емкость-сборник 3. Из емкости-сборника 3 техническая вода насосом 2 подается на технологические нужды.

1.2. Характеристика производственного помещения и выбор исполнения электрооборудования.

В разделе необходимо:

- привести характеристику производственного помещения по степени пожаро- и взрывоопасности с соответствующей расшифровкой категорий, зон и классов;

- указать классификацию производственного помещения по условиям окружающей среды с соответствующей расшифровкой.

- выбрать степени защиты силового и осветительного электрооборудования;

- выбрать степени защиты электроаппаратов управления и защиты;

- типы силовых и осветительных кабелей и проводов, способы их прокладки;

- места расположения силовых распределительных пунктов и осветительных щитков, места их установки.

При выборе конструктивного исполнения электродвигателей, электроаппаратов управления и защиты, светильников, типов кабелей (проводов), прежде всего, необходимо учитывать условия их эксплуатации, под которыми следует понимать воздействия климатических факторов, состав окружающей среды в части содержания коррозионно-активных элементов, взрыво- и пожароопасных смесей и т. п.

Выбрать места расположения силовых распределительных пунктов и осветительных щитков, способы прокладки силовых и осветительных электросетей с учетом конструктивных особенностей помещений, состава окружающей среды в части содержания коррозионно-активных элементов, взрыво- и пожароопасных смесей и т. п.

Приложение 1. Выбор силового и электроосветительного электрооборудования, электроаппаратов управления и защиты, питающих кабелей и способов их прокладки.

1.3. Определение категории надёжности электроснабжения потребителей

В разделе необходимо:

- выбрать категорию надёжности электроснабжения цеховых потребителей электроэнергии, связав ее с особенностями технологического процесса;

- дать характеристику выбранной категории надёжности электроснабжения.

При выборе категории надёжности электроснабжения следует учитывать требования нормативных документов, особенности технологического процесса, категорию помещения в отношении пожаро- взрывоопасное и материальные из-

держки, возникающие при перерыве в электроснабжении.

Приложение 2. Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения.

1.4. Выбор рода тока и величины питающих напряжений

В разделе необходимо:

- привести рекомендованные значения величин питающих напряжений;
- выбрать род тока и величины питающих напряжений, учитывая особенности электроприводов технологических механизмов.

Род тока и величины питающих напряжений

Правила устройства электроустановок и в особенности регламентация мер защиты от поражения электрическим током определяются значением используемого питающего напряжения. Так как невозможно, да и нет необходимости рассматривать в отдельности каждое значение применяемого напряжения, стандартами МЭК на отдельные виды электроустановок и электротехнических устройств устанавливаются требования, общие для определенных диапазонов напряжения.

Приложение 3. Выбор рода тока и величины питающих напряжений

1.5. Выбор схемы распределительной сети

В разделе необходимо:

- перечислить существующие схемы внутрицеховых распределительных сетей;
- выбрать схему внутрицеховой распределительной сети, учитывая особенности и степень комплексной автоматизации и механизации технологического процесса;
- дать характеристику выбранной схемы внутрицеховой распределительной сети;
- привести рисунок выбранной схемы распределительной сети.

Приложение 4. Характеристики схем распределительной сети (6, с.186-188)

2. Специальная часть

2.1. Расчет мощности и выбор электродвигателей

В разделе необходимо:

- вычислить расчетную мощность, на валах технологических механизмов, учитывая их технические параметры;
- произвести выбор электродвигателей, учитывая режим работы технологического оборудования и степень защиты от влияния окружающей среды;

Процедура проектирования электропривода начинается с обоснования требований к нему и выбора в соответствии с указанными требованиями электропривода по роду тока и принципу его действия.

В качестве источника переменного тока, как правило, используются промышленные электрические сети, работающие с частотой 50 Гц при стандартных напряжениях. Перебор вариантов возможного типа нерегулируемого электропривода целесообразно начинать с асинхронного электропривода, двигатель которого имеет короткозамкнутый ротор. Этот вариант соответствует наиболее простому случаю и минимуму установленного оборудования. Если данный вариант не обеспечивает необходимый пусковой момент, либо приводит к недопустимому броску пускового тока, либо не позволяет получить необходимую частоту включений, то следует использовать асинхронный двигатель с фазным ротором.

При продолжительной непрерывной работе механизма, редких включениях и малых нагрузках при пуске наиболее целесообразен синхронный двигатель, регулирование возбуждения которого позволяет обеспечить высокие энергетические показатели в процессе эксплуатации.

Выбор типа двигателя по роду тока и принципу действия для регулируемых электроприводов обусловлен диапазоном регулирования скорости, характером изменения нагрузки, статизмом (точностью) при регулировании и т. д., т. е. всеми теми факторами, которые определяют технико-экономические показатели системы электропривода в целом. Предпочтение отдается той системе электропривода, которая при максимальном соответствии техническим требованиям обеспечивает максимальный экономический эффект.

От правильного выбора электрического двигателя по мощности зависят надежность работы электропривода и его энергетические показатели в процессе эксплуатации. В тех случаях, когда нагрузка двигателя существенно меньше номинальной, он недоиспользуется по мощности, что свидетельствует об излишних капитальных вложениях, его КПД и коэффициент мощности заметно снижаются.

Если же нагрузка на валу двигателя превышает номинальную, то это, естественно, приводит к росту токов в его обмотках, а значит, и потерь мощности выше соответствующих номинальных значений, вследствие чего температура двигателя может превысить допустимую величину.

Для обоснованного решения вопроса выбора электродвигателя по мощности необходимо знать характер изменения нагрузки электропривода во времени, т. е.

зависимость от времени, мощности или момента электропривода. Для рабочих машин, работающих в циклическом режиме, строится нагрузочная диаграмма, представляющая собой зависимость нагрузки электропривода от времени в течение рабочего цикла.

Зависимость изменения нагрузки от времени позволяет судить об изменениях потерь в электродвигателе, что в свою очередь дает возможность оценить его температуру при известном характере процесса его нагрева.

Такой подход позволяет выбрать двигатель таким образом, чтобы его максимальная температура, точнее, максимальная температура изоляции обмоток не превышала допустимого значения. Это условие является одним из основных для обеспечения надежной работы электропривода в течение всего срока его эксплуатации.

Второе условие выбора двигателя заключается в том, что его перегрузочная способность должна быть достаточной для устойчивой работы электропривода в периоды максимальной нагрузки.

Выбранный электродвигатель должен отвечать следующим требованиям:

- механические характеристики электродвигателя должны соответствовать характеристикам рабочего механизма;
- мощность электродвигателя должна максимально использоваться в процессе работы;
- исполнение электродвигателя должно отвечать условиям окружающей среды;
- характеристики электродвигателя должны соответствовать параметрам питающей сети.

Электроприводы технологических механизмов могут работать в продолжительном, кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы

Режим продолжительной нагрузки S1 - работа при постоянной нагрузке, достаточно длительная для достижения теплового равновесия, то есть температура всех частей электрической машины достигает установившегося значения.

Режим повторно-кратковременной нагрузки S3 - последовательность идентичных рабочих циклов, каждый из которых состоит из периодов работы при постоянной нагрузке и отключенного неподвижного состояния; длительность этих периодов не достаточна для достижения теплового равновесия за время одного рабочего цикла, а наличие пускового тока существенно не влияет на нагрев.

Условия выбора электродвигателей при:

длительном режиме работы (5, с.190)

$$P_{дв.н} \geq P_p \quad n_{дв} \approx i_p * n_{мех}$$

где, $P_{дв.н}$ – номинальная мощность электродвигателя, кВт;

P_p – расчетная мощность на валу технологического механизма, кВт;

$n_{дв}$ – число оборотов вала электродвигателя, об/мин;

i_n – передаточное число редуктора;

$n_{\text{мех}}$ – число оборотов вала технологического механизма.

повторно-кратковременном режиме работы (5, с.190)

$$P_{\text{дв.н}} = P_n \sqrt{ПВ_n},$$

где P_n - мощность электродвигателя при длительном режиме работы, кВт;
 $ПВ_n$ - паспортная продолжительность включения ($ПВ_n = 15\%, 25\%, 40\%, 60\%$)

Формулы для расчета мощностей на валах технологических механизмов.

Компрессор (9, с.454)

$$P_p = \frac{K_3 * Q * A * 10^{-3}}{\eta}, \text{ кВт}$$

где K_3 - коэффициент запаса (1,05 - 1,15);

A - работа сжатия 1 м³ воздуха (газа), Дж/м³;

Q - производительность, м³/с;

η – КПД компрессора.

Насос (9, с.471)

$$P_p = \frac{K_3 * \rho * g * Q * (H + \Delta H) * 10^{-3}}{\eta}, \text{ кВт}$$

где K_3 - коэффициент запаса (1,05 – 1,15);

Q - производительность, м³/с;

ρ - плотность перекачиваемой жидкости, кг/м³;

g - ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$

H - напор, м;

ΔH - потеря напора, м

η -КПД

Вентилятор(9, с.54)

$$P_p = \frac{K_3 * Q * H * 10^{-3}}{\eta}, \text{ кВт}$$

где K_3 - коэффициент запаса (1,05 - 1,15);

H - напор, Па;

Q - производительность, м³/с;

η-кпд

Мешалка (5, с.589)

$$P_p = \frac{P_c + K_1 * K_2 * P_{\Pi}}{\eta}, \text{ кВт}$$

где P_c - мощность, теряемая на трение в сальнике, кВт;

K₁ - коэффициент заполнения аппарата;

K₂ - коэффициент, учитывающий условия пуска;

P_п - мощность, затрачиваемая на перемешивание, кВт.

η-кпд

Конвейер (11,100)

$$P_p = \frac{K_3 * F_c * v}{\eta}, \text{ кВт}$$

где K₃ = 1,1 - 1,35 — коэффициент запаса;

F_c - сила натяжения, Н;

v - скорость тягового органа, м/с;

η-кпд

Металлорежущий станок (7, с.243)

$$P_p = \frac{P_z}{\eta}, \text{ кВт}$$

где P_z - мощность резания, кВт;

η-кпд

Примечание

Мощности на валах других технологических механизмов можно найти в:

1. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования. Под редакцией В.И.Круповича и др. М, Энергоиздат, 1981.

2. Е.Н.Зимин и др. Электрооборудование промышленных предприятий и установок. М., Энергоиздат, 1981.

3. В.И.Дьяков. Типовые расчеты по электрооборудованию. М., Высшая школа, 1985.

4. Е.М.Соколова. Электрическое и электромеханическое оборудование. М., Мастерство, 2001.

Выбранный электродвигатель должен отвечать следующим требованиям:

- ✓ механические характеристики должны соответствовать характеристикам технологического механизма;
- ✓ мощность электродвигателя должна максимально использоваться в процессе работы;
- ✓ исполнение электродвигателя должно отвечать условиям окружающей среды;
- ✓ характеристики электродвигателя должны соответствовать параметрам питающей сети.

Приложение 5. Асинхронные двигатели серии АИР.

Приложение 6. Взрывозащищенные двигатели серии 4ВР

2.2. Вычисление номинальных и пусковых токов электродвигателей

В разделе необходимо:

- вычислить номинальные и пусковые токи электродвигателей, учитывая технические параметры электродвигателей.

Расчетные формулы

Номинальный ток электродвигателя (8, с.77)

$$I_{\text{дв.н}} = \frac{P_{\text{дв.н}} * 10^3}{\sqrt{3} * U * \cos\phi} , \text{ А}$$

где $I_{\text{дв.н}}$ - номинальный ток электродвигателя, А;
 $P_{\text{дв.н}}$ - номинальная мощность электродвигателя, кВт;
 U - линейное напряжение питающей сети, В;
 η - КПД;
 $\cos\phi$ - коэффициент мощности.

Пусковой ток электродвигателя (8, с.77)

$$I_{\text{дв.п}} = i_{\text{п}} * I_{\text{дв.н}} , \text{ А}$$

где $I_{\text{дв.п}}$ - пусковой ток электродвигателя, А;
 $i_{\text{п}}$ - кратность пускового тока.

2.3. Выбор пусковой и защитной электроаппаратуры, кабелей

В разделе необходимо:

- выбрать пусковую и защитную электроаппаратуру, питающие кабели;
- произвести выбор пусковой и защитной электроаппаратуры, питающих кабелей, учитывая режим работы электродвигателей и степень защиты от влияния окружающей среды.

Условия выбора электроаппаратов управления и защиты, кабелей

Для управления работой асинхронными трехфазными электродвигателями с короткозамкнутым ротором применяются магнитные пускатели (контакторы), которые могут оснащаться встроенными тепловыми реле.

Магнитный пускатель (7, с.50)

$$I_{\text{м.п}} \geq I_{\text{дв.н}}$$

где $I_{\text{м.п}}$ - номинальный ток магнитного пускателя (контактора), А;

$I_{\text{дв.н}}$ - номинальный ток электродвигателя, А.

Тепловые реле применяют для защиты электродвигателей от токов длительных перегрузок, что предупреждает повреждения изоляции обмоток электродвигателя от теплового действия электрического тока.

Тепловое реле (7, с.51)

$$I_{\text{мин.т.р}} < I_{\text{дв.н}} < I_{\text{макс.т.р}}$$

где $I_{\text{мин.т.р}}$ - минимальный ток уставки теплового реле, А;

$I_{\text{макс.т.р}}$ - максимальный ток уставки теплового реле, А.

Примечание. Номинальный ток электродвигателя должен входить в диапазон регулирования токов уставки теплового реле.

Если номинальный ток электродвигателя превышает 93 А, то для их защиты от токов длительных перегрузок рекомендуется включать тепловые реле через трансформаторы тока, технические параметры которых приведены в таблице 2.3.3.

Выбор теплового реле с использованием трансформаторов тока

Условие выбора трансформатора тока

$$I_1 \geq I_{\text{дв.н}}$$

где I_1 – номинальный ток первичной обмотки трансформатора тока, А;
 $I_{дв.н}$ – номинальный ток электродвигателя, А.

Коэффициент трансформации трансформатора тока

$$K_T = I_1/I_2$$

где I_2 – номинальный ток вторичной обмотки трансформатора тока, А.

Ток электродвигателя с учётом трансформатора тока

$$I_{дв.н.тт} = I_{дв.н} / K_T$$

Условие выбора теплового реле

$$I_{мин.т.р} < I_{дв.н.тт} < I_{макс.т.р}$$

Автоматические выключатели предназначены для защиты осветительных и силовых сетей от токов К.З. (электромагнитный расцепитель) и токов длительных перегрузок (тепловой расцепитель).

Автоматический выключатель (7, с.51)

$$I_{н.р.а} \geq K_{ср} * I_{дв.н}$$

где $K_{ср}$ – коэффициент, учитывающий уставку срабатывания расцепителя автоматического выключателя

$$I_{отс.а} \geq K_3 * I_{дв.п}$$

где $I_{н.р.а}$ - номинальный ток расцепителя автоматического выключателя, А;
 $I_{отс.а}$ - ток срабатывания электромагнитного расцепителя автоматического выключателя А;

K_3 - коэффициент запаса, учитывающий особенности конструкции автоматического выключателя.

Питающий кабель (7, с.111)

$$I_{доп.ж} \geq \frac{K_3 * I_{н.р.а}}{K_{п}}$$

где $I_{доп.ж}$ - длительно допустимый ток жил кабеля, А;

K_3 - коэффициент, учитывающий особенности производственного помещения.

K_n - коэффициент, учитывающий температуру внутри производственного помещения.

Приложение 7. Контакторы малогабаритные серии КМИ

Приложение 8. Контакторы серии КТИ

Приложение 9. Реле электротепловые серии РТИ

Приложение 10. Технические параметры трансформаторов тока ТТИ

Приложение 11. Выключатели автоматические ВА47-29

Приложение 12. Выключатели автоматические ВА47-100

Приложение 13. Выключатели автоматические ВА88

Приложение 14. Токовые нагрузки проводов и кабелей

2.4. Расчет рабочего электрического освещения

В разделе необходимо:

- произвести выбор типов светильников по кривой силы света (КСС), светораспределению и степени защиты от влияния окружающей среды, учитывая особенности производственного помещения.

- вычислить необходимое количество светильников и выбрать тип и мощность источника света для создания нормируемой освещенности на рабочих местах;

- произвести выбор осветительного щитка для защиты осветительной установки от токов КЗ и токов длительных перегрузок.

Расчет расположения светильников

1. Выбор типа светильников (4, с.239 - 242, табл.12.3)

Выбрать тип светильников, учитывая КСС, классификацию по светораспределению, степень защиты от влияния окружающей среды и особенности производственного помещения (приложение 15, таблица 2.4.1).

2. Выбор высоты подвеса светильников

Выбрать высоту подвеса светильников, учитывая размеры производственного помещения, высоту рабочих мест и рекомендуемые значения высоты подвеса светильников.

3. Выбор системы рабочего освещения и схемы расположения светильников

Выбрать систему рабочего освещения и схему расположения светильников, учитывая расположение рабочих мест, разряд зрительных работ и нормируемую освещенность.

Для рабочего освещения выбрать систему общего равномерного освещения с расположением светильников по вершинам прямоугольников. Чтобы освещенность на рабочих местах была наиболее равномерной, соотношение сторон прямоугольника не должно быть не более 1,5.

4. Выбор коэффициента оптимального расстояния между светильниками

Выбрать коэффициент оптимального расстояния L_{opt} между светильниками, учитывая КСС светильников.

5. Наивыгоднейшее расстояние между светильниками

$$L = L_{opt} * H_p,$$

где L_{opt} - коэффициент оптимального расстояния между светильниками (приложение 15, таблица 2.4.2);

H_p - высота подвеса светильников, м;

L - наивыгоднейшее расстояние между светильниками, м.

6. Число рядов светильников

$$m = \frac{A}{L},$$

где, m - число рядов светильников, ряд.;

A - ширина помещения, м;

Примечание. Если число рядов получилось дробным, то полученное значение округляем до целого числа рядов, используя правила математики.

7. Диапазон расстояний светильников от стен

$$L_{ст} = (0,24 \div 0,5) * L, \text{ м}$$

где, $L_{ст}$ - расстояние от стен до крайних светильников, м;

$(0,24 \div 0,5)$ - коэффициенты, учитывающие особенности расположения рабочих мест в производственном помещении;

L - наивыгоднейшее расстояние между светильниками, м.

8. Расстояние между рядами светильников

$$L_a = \frac{A - 2L_{ст}}{m - 1}, \text{ м}$$

где, L_a - расстояние между рядами светильников, м;

$L_{ст}$ - расстояние от стен до крайних светильников, м;

A - ширина помещения, м,

9. Расстояние между светильниками в ряду

$$L_b = \frac{L^2}{L_a}, \text{ м}$$

где, L_b - расстояние между светильниками в ряду, м;

L - наивыгоднейшее расстояние между светильниками, м;

L_a - расстояние между рядами светильников, м.

Примечание. При расположении светильников по вершинам прямоугольников соотношение L_b / L_a должно быть не более 1,5.

10. Число светильников в ряду

$$n_1 = \frac{B - 2L_{\text{CT}}}{L_B} + 1 ,$$

где B - длина помещения, м;

n_1 - число светильников в ряду, штук;

L_{CT} - расстояние от стен до крайних светильников, м;

L_B - расстояние между светильниками в ряду, м.

Примечание. Если число светильников получилось дробным, то полученное значение округляем до целого числа светильников, используя правила математики.

11. Уточнение расстояния между светильниками в ряду

$$L_B = \frac{B - 2L_{\text{CT}}}{n_1 - 1} ,$$

где, L_B - расстояние между светильниками в ряду, м;

B - длина помещения, м;

L_{CT} - расстояние от стен до крайних светильников, м;

n_1 - число светильников в ряду, штук.

12. Общее число светильников в осветительной установке

$$N = m * n_1 ,$$

где, m - число рядов светильников, ряд.;

n_1 - число светильников в ряду, штук;

N - количество светильников в осветительной установке, штук.

Светотехнический расчет методом коэффициента использования

1. Выбор нормируемого уровня освещенности на рабочих местах (E_n) (4, с168 -169, табл.8.4)

Выбор нормируемой освещенности на рабочих местах производится в зависимости от разряда зрительных работ, типа источника света (приложение 15, таблица 2.4.4).

2. Выбор коэффициента запаса (K_3)

Выбор коэффициента запаса производится в зависимости от количества пыли в помещении (мг/м^3) (приложение 15, таблица 2.4.3).

3. Выбор коэффициентов отражения потолка ρ_n , стен $\rho_{\text{ст}}$, рабочих поверхностей ρ_p .

Выбор коэффициентов отражения потолка $\rho_{\text{п}}$, стен $\rho_{\text{ст}}$, рабочих поверхностей $\rho_{\text{р}}$ производится в зависимости от цвета, в которые окрашены потолок, стены и рабочие поверхности.

Белый цвет - $\rho = 70\%$, светлые цвета - $\rho = 50\%$, темные цвета - $\rho = 30,10\%$.

4. Индекс помещения

$$i = \frac{A \cdot B}{H_{\text{р}} \cdot (A + B)},$$

где, A - ширина помещения, м;

B - длина помещения, м;

$H_{\text{р}}$ - высота подвеса светильников, м.

5. Коэффициент использования осветительной установки η_u (4, с.189, табл. 9.14)

В зависимости от индекса помещения, кривой силы света, коэффициентов отражения потолка, стен, рабочих поверхностей выбирается коэффициент использования осветительной установки (приложение 15, таблица 2.4.5).

6. Расчетный световой поток источника света

$$F_{\text{л.р}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot S \cdot K_3 \cdot z}{N \cdot \eta_u}, \text{ ЛМ}$$

где $F_{\text{л.р}}$ - расчетный световой поток источника света, лм;

$E_{\text{н}}$ - нормируемая освещенность, лк;

S - площадь помещения, м²;

K_3 - коэффициент запаса

N - количество светильников в осветительной установке, штук;

η_u - коэффициент использования осветительной установки;

z - коэффициент неравномерности освещенности.

Примечание. Коэффициент неравномерности освещенности зависит от типа источника света, типа светильника. (ЛН, ДРЛ - z = 1,15; ЛЛ - z = 1,1)

7. Условия выбора источника света

$$F_{\text{л.р}} \leq F_{\text{л.н}} \leq 1,2 F_{\text{л.р}},$$

где $F_{\text{л.р}}$ - расчетный световой поток источника света, лм;

$F_{\text{л.н}}$ - номинальный световой поток источника света, лм;

1,2 - коэффициент, учитывающий условия эксплуатации источников света,

конструкцию светильников.

8. Фактическая освещенность

$$E_{\phi} = \frac{F_{л.н} * E_{н}}{F_{л.р}}$$

где E_{ϕ} - фактическая освещенность на рабочих местах, лк;

$F_{л.н}$ - номинальный световой поток источника света, лм;

$F_{л.р}$ - расчетный световой поток источника света, лм;

$E_{н}$ - нормируемая освещенность, лк;

Светотехнический расчет методом удельной мощности

Метод удельной мощности является наиболее простым, но наименее точным, поэтому его используют при ориентировочных расчетах.

Метод позволяет определить мощность лампы $P_{л.н}$ (Вт) для создания в помещении нормируемой освещенности:

$$P_{л.р} = \frac{w * S}{N}, \text{ Вт}$$

где $P_{л.р}$ – расчетная мощность источника света, Вт;

w — удельная мощность, Вт/м²;

S — площадь помещения, м²;

N — число ламп в осветительной установке.

Требуемая мощность источника света выбирается из условия

$$P_{л.н} \geq P_{л.р}$$

где $P_{л.н}$ – номинальная мощность источника света, Вт;

Удельная мощность представляет собой частное от деления суммарной мощности лампы на площадь помещения. Она зависит от выбранной нормы освещения, типа светильника, высоты его подвеса, отражающих свойств помещения.

Имеются таблицы удельной мощности, составленные на основе рассчитанных для типовых значений коэффициента использования светового потока. При пользовании этими таблицами расчетные значения для освещения 100 лк от реально применяемых светильников округляется делением табличных значений на выражение в долях единицы значения КПД светильников (приложение 15, таблица 2.4.6, 2.4.7, 2.4.8).

2.5. Расчет аварийного электрического освещения

Освещение безопасности должно создавать на рабочих поверхностях, требующих обслуживания наименьшую освещенность в размере 5 % освещенности, нормируемой для рабочего освещения от общего освещения, но не менее 2 лк. При этом создавать освещенность более 30 лк при разрядных лампах и более 10 лк при лампах накаливания допускается только при наличии соответствующих обоснований.

$$E_{ав} = 0,05 * E_{н}, \text{ лк}$$

где $E_{ав}$ – требуемый уровень аварийной освещенности на рабочих местах, лк;

$E_{н}$ – уровень нормируемой освещенности на рабочих местах, лк.

Величина аварийного светового потока вычисляется по формуле

$$F_{ав} = E_{ав} * S, \text{ лм}$$

где $F_{ав}$ – величина аварийного светового потока, лм;

S – площадь помещения, м².

Вычисление необходимого числа светильников аварийного освещения.

$$N = F_{ав} / F_{л.н} ,$$

где N – число светильников аварийного освещения, шт;

$F_{л.н}$ – световой поток источника света, лм.

Дробное число светильников округляем до ближайшего целого числа.

Светильники аварийного освещения следует располагать на высоте 2,5 – 3 м.

2.6. Электротехнический расчет осветительной установки

Выписка из ПУЭ, глава 6.2

6.2.10. Каждая групповая линия, как правило, должна содержать на фазу не более 20 ламп накаливания, ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ, в это число включаются также штепсельные розетки.

В производственных, общественных и жилых зданиях на однофазные группы освещения лестниц, этажных коридоров, холлов, технических подполий и чердаков допускается присоединять до 60 ламп накаливания, каждая мощностью до 60 Вт.

Для групповых линий, питающих световые карнизы, световые потолки и т.п. с лампами накаливания, а также светильники с люминесцентными лампами мощностью до 80 Вт, рекомендуется присоединять до 60 ламп на фазу; для линий, питающих светильники с люминесцентными лампами мощностью до 40 Вт включительно, может присоединяться до 75 ламп на фазу и мощностью до 20 Вт включительно - до 100 ламп на фазу.

Для управления осветительной установкой и ее защиты от токов перегрузки и токов короткого замыкания следует выбирать осветительные щитки с однофазными автоматическими выключателями типа на группах в количестве равным или ближайшим большим числу рядов осветительной установки. Технические параметры осветительных щитков приведены (приложение 15, таблица 2.6.1).

Токи осветительной установки и групп вычисляются по формулам

$$I_{O.Y} = P_{л.н} * N / U * \cos \varphi, A$$

$$I_{ГР} = P_{л.н} * n_1 / U * \cos \varphi, A$$

где $I_{O.Y}$ - ток осветительной установки, А;

$I_{ГР}$ - ток группы, А;

$P_{л.н}$ - номинальная мощность лампы, Вт;

U - фазное напряжение, В;

$\cos \varphi$ - коэффициент мощности.

Так как в осветительных щитках во время работы автоматические выключатели «подогревают» друг друга, то в формулу для выбора токов тепловых и электромагнитных расцепителей вводится коэффициент 1,15.

$$I_{н.р.а} \geq 1,15 * I_{O.Y}, A$$

$$I_{н.р.а} \geq 1,15 * I_{ГР}, A$$

где $I_{н.р.а}$ – номинальный ток расцепителя автоматического выключателя, А.

Для питания групповых линий и осветительной установки следует выбирать трехжильные и четырехжильные кабели соответственно.

Сечения жил кабелей (проводов) выбирается по формуле

$$I_{доп.ж} = \frac{K_3 * I_{н.р.а}}{K_{п}}$$

где $I_{доп.ж}$ – длительно допустимый ток жил кабеля (провода), А;

K_3 – коэффициент, учитывающий условия окружающей среды;
 K_n – коэффициент, учитывающий температуру окружающей среды.

Сечения жил кабеля (провода) питающего наиболее удаленную группу светильников проверяют на потерю напряжения по формуле

$$\Delta U = \frac{P_{ГР} * \lambda}{c * S} \leq 5\%$$

где ΔU – расчетное значение потери напряжения, %;

5% - – нормированное значение потери напряжения;

λ – расстояние от осветительного щитка до центра наиболее удаленной группы светильников, м;

s – сечение жил кабеля (провода);

c – коэффициент, зависящий от материала жилы кабеля (провода), напряжения и системы сети ($c=12,8$ – медь, 220 В; $c=7,7$ – алюминий, 220 В).

Если $\Delta U \leq 5\%$, то питающая линия выдержала проверку на падение напряжения.

Если $\Delta U > 5\%$, то питающая линия не выдержала проверку на падение напряжения. Сечение жил питающего кабеля следует увеличить на одну ступень и повторить расчет.

Приложение 15. Справочные материалы расчёта электрического освещения

2.7. Кабельный журнал

Кабельный журнал входит в основной комплект рабочих чертежей марки ЭО, если на планах расположения силового и осветительного электрооборудования, принципиальной схеме питающей сети не указаны все необходимые данные.

В кабельный журнал не включаются групповые осветительные линии.

Кабельный журнал – это таблица, в которой указывают всю необходимую информацию о кабелях: марка, длина, способ прокладки, откуда и куда проложен кабель.

Таблица 2.7.1. Форма кабельного журнала.

Маркировка кабеля	Трасса		Кабель					
	начало	конец	по проекту			проложен		
			марка	сечение жил, напряжение	длина+6%, м	марка	сечение жил, напряжение	длина+6%, м

Таблица 2.7.2. Размеры граф и строк кабельного журнала

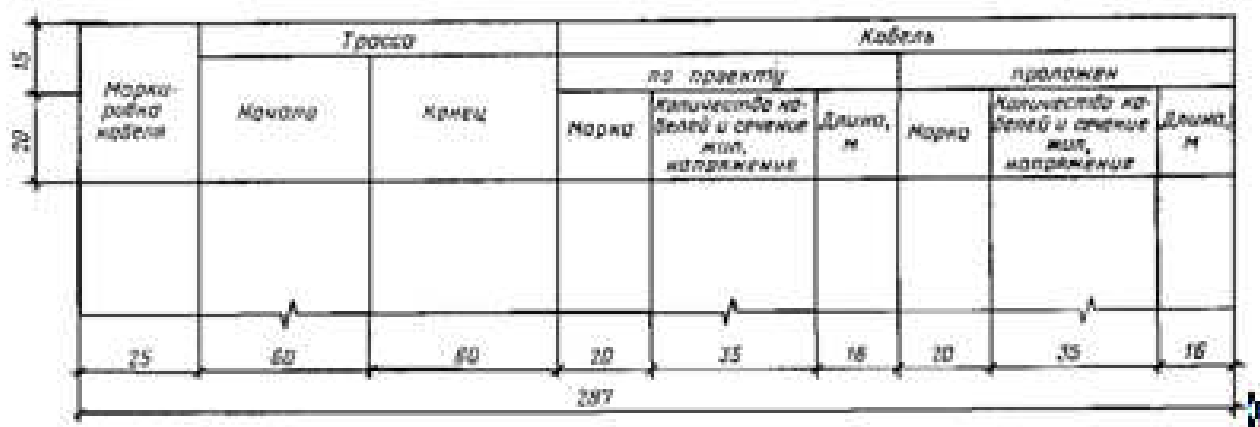


Таблица 2.7.3. Образец заполнения кабельного журнала.

Обозначение кабеля	ТРАССА		КАБЕЛЬ					
	НАЧАЛО	КОНЕЦ	ПО ПРОЕКТУ			ПРОЛОЖЕН		
			МАРКА	КОЛИЧЕСТВО КАБЕЛЕЙ, ЧИСЛО И СЕЧЕНИЕ ЖИЛ, НАПРЯЖЕНИЕ	ДЛИНА, М	МАРКА	КОЛИЧЕСТВО КАБЕЛЕЙ, ЧИСЛО И СЕЧЕНИЕ ЖИЛ, НАПРЯЖЕНИЕ	ДЛИНА, М
С101	П11 Шкаф управления СSoft	П2 Потребитель УГО СSoft	КВВГЭнг-FRLS-0.66	10x1	175.9	КВВГЭнг-FRLS-0.66	10x1	175.9
С201	П14 Шкаф управления СSoft	П24 Шкаф управления СSoft	ВВГнг-1	2x185	152.7	ВВГнг-1	2x185	152.7
С301	П14 Шкаф управления СSoft	П24 Шкаф управления СSoft	ВВГнг-1	2x240	152.8	ВВГнг-1	2x240	152.8
С401	П25 Шкаф управления СSoft	П1 Пульс управления	КВВГнг-LS-0.66	27x0.75	37.7	КВВГнг-LS-0.66	27x0.75	37.7
С501	П1 Пульс управления	П23 Потребитель УГО СSoft	КВВГнг-LS-0.66	37x1	20.5	КВВГнг-LS-0.66	37x1	20.5
С601	П25 Шкаф управления СSoft	П17 Потребитель УГО СSoft	ВВГнг-0.66	5x4	27.4	ВВГнг-0.66	5x4	27.4
С701	П25 Шкаф управления СSoft	П7 Потребитель УГО СSoft	ВВГнг-0.66	5x4	31.8	ВВГнг-0.66	5x4	31.8
С801	П25 Шкаф управления СSoft	П19 Потребитель УГО СSoft	ВВГнг-0.66	5x4	46.9	ВВГнг-0.66	5x4	46.9
С901	П25 Шкаф управления СSoft	П5 Потребитель УГО СSoft	ВВГнг-0.66	5x4	54.3	ВВГнг-0.66	5x4	54.3
С1001	П25 Шкаф управления СSoft	П6 Потребитель УГО СSoft	ВВГнг-0.66	5x4	40.9	ВВГнг-0.66	5x4	40.9
С1101	П25 Шкаф управления СSoft	П18 Потребитель УГО СSoft	ВВГнг-0.66	5x4	36.7	ВВГнг-0.66	5x4	36.7
С1201	П24 Шкаф управления СSoft	П17 Потребитель УГО СSoft	КВВГнг-LS-0.66	37x1.5	53.9	КВВГнг-LS-0.66	37x1.5	53.9
С1301	П25 Шкаф управления СSoft	П1 Пульс управления	КВВГнг-LS-0.66	37x1	44.0	КВВГнг-LS-0.66	37x1	44.0
С1401	П14 Шкаф управления СSoft	П24 Шкаф управления СSoft	ВВГнг-1	2x240	132.8	ВВГнг-1	2x240	132.8
С1501	П14 Шкаф управления СSoft	П24 Шкаф управления СSoft	ВВГнг-1	2x240	152.7	ВВГнг-1	2x240	152.7
С1601	П14 Шкаф управления СSoft	П24 Шкаф управления СSoft	ВВГнг-1	1x240	152.6	ВВГнг-1	1x240	152.6
С1701	П10 Шкаф управления СSoft	П23 Потребитель УГО СSoft	КВВГЭнг-FRLS-0.66	10x1	163.6	КВВГЭнг-FRLS-0.66	10x1	163.6
С1801	П15 Шкаф управления СSoft	П23 Потребитель УГО СSoft	КВВГЭнг-FRLS-0.66	14x1.5	165.7	КВВГЭнг-FRLS-0.66	14x1.5	165.7

2.8. Проверка силовых кабелей на потерю напряжения

В разделе необходимо:

- выполнить проверочный расчет силовых питающих кабелей на потерю напряжения;
- выбрать новое сечение питающих кабелей, если кабель не прошел проверку на потерю напряжения.

Потребители электрической энергии работают нормально, когда на их зажимы подается то напряжение, на которое рассчитаны данный электродвигатель или устройство. При передаче электроэнергии по проводам часть напряжения теряется на сопротивление проводов и в результате в конце линии, т. е. у потребителя, напряжение получается меньшим, чем в начале линии.

Понижение напряжения у потребителя по сравнению с нормальным сказывается на работе токоприемника, будь то силовая или осветительная нагрузка. Поэтому при расчете любой линии электропередачи отклонения напряжений не должны превышать допустимых норм, сети, выбранные по току нагрузки и рассчитанные на нагрев, как правило, проверяют по потере напряжения.

Кабельные линии напряжением 0,4 кВ на токи КЗ не проверяются.

Согласно ПУЭ отклонение напряжения на зажимах электродвигателей должно быть не более $\pm 5\%$, а в отдельных случаях допускается до $\pm 10\%$.

В связи с этим каждый участок электрической сети должен быть проверен на потерю напряжения, причем в случае больших расстояний от электроприемника до источника этот расчет является определяющим.

Расчетная формула(7, с.116)

Линии трехфазного тока низкого напряжения и относительно небольшой протяженности можно рассчитать по следующей упрощенной формуле (без учета реактивной составляющей проводов):

$$\Delta U = \frac{P_{\text{дв.н}} * L * 10^5}{s * \gamma * U^2}$$

где $P_{\text{дв.н}}$ — номинальная мощность электродвигателя, кВт;

L - длина расчетного участка линии, м;

U — напряжение, В;

s – сечение жил кабеля;

γ - удельная проводимость, (алюминий - 34,5 м/Ом*мм², медь - 57 м/Ом*мм²);

Примечание. Длину силового кабеля от распределительного пункта до электродвигателя следует определить, используя план расположения силового

электрооборудования.

Если потери напряжения превышают допустимые, то сечение жил кабеля увеличивают на одну ступень и расчет повторяют.

Результаты вычислений сводят в таблицу 2.9.1., образец заполнения которой представлен.

Таблица 2.8.1. Потери напряжения в кабельных линиях.

Маркировка кабеля	Трасса		Кабель			Потеря напряжения, %	
	начало	конец	проложен			нормируемая	расчетная
			марка	количество и сечение жил, напряжение, В	длина+6%, м		
КЛ 1	РП 1	АИР112М4	АВВГ	4*4 / 380 В	37	5	4,2

2.9. Разработка принципиальной электрической схемы управления технологическим механизмом

В разделе необходимо:

- разработать принципиальную электрическую схему управления электроприводом технологического механизма;
- подобрать электроаппараты управления и защиты;
- подобрать электроаппараты автоматизации и сигнализации;
- составить спецификацию;
- составить описание работы схемы в ручном и автоматическом режимах работы.

Задачами управления электроприводами являются: осуществление пуска, регулирование скорости, торможение, реверсирование рабочей машины, поддержание ее режима работы в соответствии с требованиями технологического процесса, управление положением рабочего органа машины. При этом должны быть обеспечены наибольшая производительность машины или механизма, наименьшие капитальные затраты и расход электроэнергии.

Конструкция рабочей машины, вид электропривода и система его управления связаны между собой. Поэтому выбор, проектирование и исследование системы управления электроприводом должны осуществляться с учетом конструкции рабочей машины, ее назначения, особенностей и условий работы.

Разработку принципиальных схем управления электроприводами технологических механизмов следует начинать с изучения технических требований, предъявляемых к схеме, и установления условий и последовательности действия схемы.

Электродвигатели должны защищаться от токов КЗ и токов длительных перегрузок автоматическими выключателями и тепловыми реле.

Принципиальная схема управления электроприводом должна обеспечивать: ручной и автоматический режимы работы, световую и звуковую сигнализацию, элементы автоматизации управления технологическим механизмом.

3. Мероприятия по охране труда

В разделе необходимо:

- выполнить расчёт контура защитного заземления;
- привести перечень основных и дополнительных средств защиты в электроустановках напряжением до 1000 В;
- привести нормы испытаний основных и дополнительных средств защиты в электроустановках напряжением до 1000 В;
- разработать правила хранения основных и дополнительных средств защиты в электроустановках напряжением до 1000 В;
- разработать противопожарные мероприятия.

3.1 Расчёт контура защитного заземления

Защитное заземляющее устройство, предназначенное для защиты людей от поражения электрическим током при переходе напряжения на металлические части электрооборудования, представляет собой специально выполненное соединение конструктивных металлических частей электрооборудования (вычислительная техника, приборостроительные комплексы, испытательные стенды, станки, аппараты, светильники, щиты управления, шкафы и пр.), нормально не находящихся под напряжением, с заземлителями, расположенными непосредственно в земле.

В качестве искусственных заземлителей используют стальные трубы длиной 1,5...4 м, диаметром 25...50 мм, которые забивают в землю, а также металлические стержни и полосы. Для достижения требуемого сопротивления контура заземления, как правило, используют несколько труб (стержней), забитых в землю и соединённых там металлической (стальной) полосой.

На электрических установках напряжением до 1000В одиночные заземлители соединяют стальной полосой толщиной не менее 4мм и сечением не менее 100 мм². Для уменьшения экранирования рекомендуется одиночные заземлители располагать на расстоянии не менее 2,5...3 м один от другого.

Контурным защитным заземлением называется система, состоящая из труб, забиваемых вокруг здания цеха, в котором расположены электроустановки.

Заземление электроустановок необходимо выполнять:

- при напряжении 380В и выше переменного и 440В постоянного тока в помещениях без повышенной опасности, т. е. во всех случаях;
- при номинальном напряжении выше 42В переменного и 110В постоянного тока в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках;
- при любых напряжениях переменного и постоянного тока во взрывоопасных помещениях.

Приложение 16. Расчёт контура защитного заземления

Для выполнения данного разделов 3.2 и 3.3 необходимо использовать следующую литературу

1. Правила устройства электроустановок. 7-е издание. М, 2003г
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. М, 2003г.
3. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. М, 2016г
4. Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, технические требования к ним. М, 1992г
5. В.Н. Черкасов, Н.П. Костарев. Пожарная безопасность электроустановок. М, 2002г

Приложение 17. Перечень литературы во вложенных файлах

Приложение 1. Выбор силового и электроосветительного электрооборудования, электроаппаратов управления и защиты, питающих кабелей и способов их прокладки. (ПУЭ, 7-ое издание, 2007)

Категорирование производств по взрывопожарной опасности.

Конкретные производства относятся, к той или иной категории, исходя из норм технологического проектирования или в соответствии со специальными перечнями, сопоставленными и утвержденными соответствующими министерствами.

Таблица 1.2.1. Характеристика производственных помещений.

Характеристика производств	Категория производства	Характеристика обращающихся в производствах веществ
Взрыво- и пожаро-опасные	А	Горючие газы, нижний предел взрываемости которых 10% и менее к объему воздуха; жидкости с температурой вспышки паров до 28°C включительно при условии, что указанные газы и жидкости могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5% объема помещения; вещества, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом.
	Б	Горючие газы нижний предел взрываемости которых 10% и менее к объему воздуха; жидкости с температурой вспышки паров выше 28°C до 61°C включительно; жидкости нагретые в условиях производства до температуры вспышки и выше; горючие пыли или волокна, нижний предел взрываемое которых равен 65 г/м ³ и менее к объему воздуха, при условии, что указанные газы, жидкости и пыли могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5% объема помещения.
Пожаро-опасные	В	Жидкости с температурой вспышки паров выше 61 °C; горючие пыли или волокна нижний предел взрываемости которых более 65г/м ³ к объему воздуха; вещества, способные только гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом; твердые сгораемые вещества и материалы.

Продолжение таблицы 1.2.1.

Характеристика производств	Категория производства	Характеристика обращающихся в производствах веществ
Не пожаро- и взрывоопасные помещения	Г	Несгораемые вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла
	Д	Несгораемые вещества и материалы в холодном состоянии.
Взрывоопасные	Е	Горючие газы без жидкой фазы и взрывоопасной пыли в таком количестве, что они могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5% объема помещения, и в котором по условиям технологического процесса возможен только взрыв (без последующего го-

Взрывоопасные зоны. (1, с.698-738)

В помещениях с производствами категорий А, Б и Е электрооборудование должно удовлетворять требованиям гл. 7.3 к электроустановкам во взрывоопасных зонах соответствующих классов.

7.3.40. Зоны класса В-I — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы. Например, при загрузке, или разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях, и т. п.

7.3.41. Зоны класса В-Ia — зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

7.3.42. Зоны класса В-Iб — зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей и которые отличаются одной из следующих особенностей:

1. Горючие газы в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15 % и более) и резким запахом при предельно допустимых концентрациях по ГОСТ 12.1.005-88 например, машинные залы аммиачных компрессорных и холодильных абсорбционных установок).

2. Помещения производств, связанных с обращением газообразного водорода, в которых по условиям технологического процесса исключается образование взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения, имеют взрывоопасную зону только в верхней части помещения. При-

мер, помещения электролиза воды, зарядные станции тяговых и стартерных аккумуляторных батарей.

7.3.43. Зоны класса В-Iг — пространства у наружных установок: технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ (за исключением наружных аммиачных компрессорных установок, выбор электрооборудования для которых производится согласно 7.3.64), надземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеры), эстакад для слива и налива ЛВЖ, открытых нефтеловушек, прудов-отстойников с плавающей нефтяной пленкой и т. п.

7.3.45. Зоны класса В-II — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючих пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что они способны образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (например, при загрузке и разгрузке технологических аппаратов).

7.3.46. Зоны класса В-IIa — зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния, указанные в 7.3.45, не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

7.3.47. Зоны в помещениях и зоны наружных установок, в которых твердые, жидкие и горючие газообразные вещества сжигаются в качестве топлива или утилизируются путем сжигания, не относятся в части электрооборудования к взрывоопасным.

7.3.48. В помещениях отопительных котельных, встроенных в здания и предназначенных для работы на газообразном топливе или на жидком топливе с температурой вспышки 61°C и ниже, требуется предусматривать необходимый минимум взрывозащищенных светильников, включаемых перед началом работы котельной установки. Выключатели для светильников устанавливаются вне помещения котельной.

Электродвигатели вентиляторов, включаемых перед началом работы котельной установки, и их пускатели, выключатели и др., если они размещены внутри помещений котельных установок, должны быть взрывозащищенными и соответствовать категории и группе взрывоопасной смеси. Проводка к вентиляционному электрооборудованию и светильникам должна соответствовать классу взрывоопасной зоны.

7.3.92. Во взрывоопасных зонах любого класса применение изолированных проводников, в том числе токопроводов к кранам, талям и т.п., запрещается.

7.3.93. Во взрывоопасных зонах классов В-I и В-Ia должны применяться провода и кабели с медными жилами. Во взрывоопасных зонах классов В-Iб, В-Iг, В-II и В-IIa допускается применение проводов и кабелей с алюминиевыми жилами.

7.3.94. Проводники силовых, осветительных и вторичных цепей в сетях до 1 кВ во взрывоопасных зонах классов В-I, В-Ia, В-II и В-IIa должны быть защищены от перегрузок и КЗ, а их сечения должны выбираться в соответствии с гл. 3.1, но быть не менее сечения, принятого по расчетному току.

Во взрывоопасных зонах классов В-Iб и В-Iг защита проводов и кабелей и выбор сечений должны производиться как для невзрывоопасных установок.

7.3.97. Проводники ответвлений к электродвигателям с короткозамкнутым ротором до 1 кВ должны быть во всех случаях (кроме находящихся во взрывоопасных зонах классов В-Іб и В-Іг) защищены от перегрузок, а сечения их должны допускать длительную нагрузку не менее 125 % номинального тока электродвигателя.

7.3.98. Для электрического освещения во взрывоопасных зонах класса В-І должны применяться двухпроводные групповые линии (см. также 7.3.135).

7.3.99. Во взрывоопасных зонах класса В-І в двухпроводных линиях с нулевым рабочим проводником должны быть защищены от токов КЗ фазный и нулевой рабочий проводники. Для одновременного отключения фазного и нулевого рабочих проводников должны применяться двухполюсные выключатели.

7.3.100. Нулевые рабочие и нулевые защитные проводники должны иметь изоляцию, равноценную изоляции фазных проводников.

7.3.102. Во взрывоопасных зонах любого класса могут применяться:

- а) провода с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией;
- б) кабели с резиновой, поливинилхлоридной и бумажной изоляцией в резиновой, поливинилхлоридной и металлической оболочках.

Применение кабелей с алюминиевой оболочкой во взрывоопасных зонах классов В-І и В-Іа запрещается. Применение проводов и кабелей с полиэтиленовой изоляцией или оболочкой запрещается во взрывоопасных зонах всех классов. В качестве нулевых защитных (заземляющих) проводников должны быть использованы проводники, специально предназначенные для этой цели.

7.3.134. В электроустановках до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью зануление электрооборудования должно осуществляться:

а) в силовых сетях во взрывоопасных зонах любого класса — отдельной жилой кабеля или провода;

б) в осветительных сетях во взрывоопасных зонах любого класса, кроме класса В-І, - на участке от светильника до ближайшей ответвительной коробки - отдельным проводником, присоединенным к нулевому рабочему проводнику в ответвительной коробке;

в) в осветительных сетях во взрывоопасной зоне класса В-І - отдельным проводником, проложенным от светильника до ближайшего группового щитка;

г) на участке сети от РУ и ТП, находящихся вне взрывоопасной зоны, до щита, сборки, распределительного пункта и т. п., также находящихся вне взрывоопасной зоны, от которых осуществляется питание электроприемников, расположенных во взрывоопасных зонах любого класса, допускается в качестве нулевого защитного проводника использовать алюминиевую оболочку питающих кабелей.

7.3.136. Нулевые защитные проводники во всех звеньях сети должны быть проложены в общих оболочках, трубах, коробах, пучках с фазными проводниками.

Пожароопасные зоны. (1, с.738-747)

7.4.2. Пожароопасной зоной называется пространство внутри и вне помещений, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие (сгораемые) вещества и в котором они могут находиться при нормальном техно-

логическом процессе или при его нарушениях.

7.4.3. Зоны класса П-I — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С.

7.4.4. Зоны класса П-II- зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыль или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65г/м³ к объему воздуха.

7.4.5. Зоны класса П-IIa — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества.

7.4.6. Зоны класса П-III — расположенные вне помещения зоны, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки свыше 61°С или твердые горючие вещества.

7.4.36. В пожароопасных зонах любого класса кабели и провода должны иметь покров и оболочку из материалов, не распространяющих горение. Применение кабелей с горючей полиэтиленовой изоляцией не допускается.

7.4.38. В пожароопасных зонах любого класса применение неизолированных проводов запрещается (исключение см. в 7.4.27).

Таблица 7.3.10. Допустимый уровень взрывозащиты или степень защиты оболочки электрических машин (стационарных и передвижных) в зависимости от класса взрывоопасной зоны (1, с.718)

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты или степень защиты
В-I	Взрывобезопасное
В-Ia, В-Iг	Повышенной надежности против взрыва
В-Iб	Без средств взрывозащиты. Оболочка со степенью защиты не менее IP44 Искрящие части машины (например, контактные кольца) должны быть заключены в оболочку также со степенью защиты не менее IP44
В-II	Взрывобезопасное (при соблюдении требований 7.3.63)
В-IIa	Без средств взрывозащиты (при соблюдении требований 7.3.63). Оболочка со степенью защиты IP54*. Искрящие части машины (например, контактные кольца) должны быть заключены в оболочку также со степенью защиты IP54 *

* До освоения электропромышленностью машин со степенью защиты оболочки IP54 разрешается применять машины со степенью защиты оболочки IP44.

7.4.39. В пожароопасных зонах любого класса разрешаются все виды прокладок кабелей и проводов. Расстояние от кабелей и изолированных проводов, прокладываемых открыто непосредственно по конструкциям, на изоляторах, лотках, тросах и т. п. до мест открыто хранимых (размещаемых) горючих веществ, должно быть не менее 1 м. Прокладка незащищенных изолированных проводов с

алюминиевыми жилами в пожароопасных зонах любого класса должна производиться в трубах и коробах.

7.4.41. Для передвижных электроприемников должны применяться гибкие переносные кабели с медными жилами, с резиновой изоляцией, в оболочке, стойкой к окружающей среде.

Таблица 7.3.11. Допустимый уровень взрывозащиты или степень защиты оболочки электрических аппаратов и приборов в зависимости от класса взрывоопасной зоны (1, с.718)

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты или степень защиты
Стационарные установки	
B-I	Взрывобезопасное, особовзрывобезопасное
B-Ia, B-Ir	Повышенной надежности против взрыва — для аппаратов и приборов, искрящих или подверженных нагреву выше 80°C. Без средств взрывозащиты — для аппаратов и приборов, не искрящих и не подверженных нагреву выше 80°C. Оболочка со степенью защиты не менее IP54*
B-Iб	Без средств взрывозащиты. Оболочка со степенью защиты не менее IP44*
B-II	Взрывобезопасное (при соблюдении требований 7.3.63), особовзрывобезопасное
B-IIa	Без средств взрывозащиты (при соблюдении требований 7.3.63). Оболочка со степенью защиты не менее IP54*
Установки передвижные или являющиеся частью передвижных и ручные переносные	
B-I, B-Ia	Взрывобезопасное, особовзрывобезопасное
B-Iб, B-Ir	Повышенной надежности против взрыва
B-II	Взрывобезопасное (при соблюдении требований 7.3.63), особовзрывобезопасное
B-IIa	Без средств взрывозащиты (при соблюдении требований 7.3.63). Оболочка со степенью защиты не менее IP54*

* Степень защиты оболочки аппаратов и приборов от проникновения воды (2-я цифра обозначения) допускается изменять в зависимости от условий среды, в которой они устанавливаются.

Таблица 7.4.1. Минимальные допустимые степени защиты оболочек электрических машин в зависимости от класса пожароопасной зоны (1, с.740)

Вид установки и условия работы	Степень защиты оболочки для пожароопасной зоны			
	П-I	П-II	П-IIa	П-III
Стационарно установленные машины, искрящие или с искрящими частями по условиям работы	IP44	IP54 *	IP44	IP44
Стационарно установленные машины, не искрящие и без искрящих частей по условиям работы	IP44	IP44	IP44	IP44
Машины с частями, искрящими и не искрящими по условиям работы, установленные на передвижных механизмах и установках (краны, тельферы, электротележки и т. п.)	IP44	IP54 *	IP44	IP44

* До освоения электропромышленностью машин со степенью защиты оболочки IP54 могут применяться машины со степенью защиты оболочки IP44.

Таблица 7.3.12 Допустимый уровень взрывозащиты или степень защиты электрических светильников в зависимости от класса взрывоопасной зоны (1, с.719)

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты или степень защиты
Стационарные светильники	
В-I	Взрывобезопасное
В-Ia, В-Iг	Повышенной надежности против взрыва
В-Iб	Без средств взрывозащиты. Степень защиты 1P53*
В-II	Повышенной надежности против взрыва (при соблюдении требований 7.3.63)

Продолжение таблицы 7.3.12

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты или степень защиты
B-IIa	Без средств взрывозащиты (при соблюдении требований 7.3.63) Степень защиты 1P53 *
Переносные светильники	
B-I, B-Ia	Взрывобезопасное
B-Іб, B-Іг	Повышенной надежности против взрыва
B-II, B-IIa	Взрывобезопасное (при соблюдении требований 7.3.63) Повышенной надежности против взрыва (при соблюдении требований 7.3.63)

* Допускается изменение степени защиты оболочки от проникновения воды (2-я цифра обозначения) в зависимости от условий среды, в которой устанавливаются светильники,

Таблица 7.4.2. Минимальные допустимые степени защиты оболочек электрических аппаратов, приборов, шкафов и сборок зажимов в зависимости от класса пожароопасной зоны (1,742)

Вид установки и условия работы	Степень защиты оболочки для пожароопасной зоны класса			
	П-I	П-II	П-IIa	П-II
Установленные стационарно или на передвижных механизмах и установках (краны, тельферы, электротележки и т. п.), искрящие по условиям работы	IP44	IP44	IP44	IP44
Установленные стационарно или на передвижных механизмах и установках, не искрящие по условиям работы	IP44	IP44	IP44	IP44
Шкафы для размещения аппаратов и приборов	IP44	IP54*	IP44	IP44
Коробки сборок зажимов силовых и вторичных цепей	IP44	IP44	IP44	IP44

*

* При установке в них аппаратов и приборов, искрящих по условиям работы.

До освоения электропромышленностью шкафов со степенью защиты оболочки IP54 могут применяться шкафы со степенью защиты оболочки IP44.

** При установке в них аппаратов и приборов, не искрящих по условиям работы.

Таблица 7.4.3. Минимальные допустимые степени защиты светильников в зависимости от класса пожароопасной зоны (1, с.743)

Источники света, устанавливаемые в светильниках	Степень защиты светильников для пожароопасной зоны класса			
	П-I	П-II	П-IIa, а также П-II при наличии местных нижних отсосов и общеобменной вентиляции	П-III
Лампы накаливания	IP53	IP53	2'3	2'3
Лампы ДРЛ	IP53	IP53	IP23	IP23
Люминесцентные лампы	5'3	5'3	IP23	IP23

Примечание. Допускается изменять степень защиты оболочки от проникновения воды (2-я цифра обозначения) в зависимости от условий среды, в которой устанавливаются светильники.

Классификация помещений электроустановок в зависимости от окружающей среды. (1, с.4)

1.1.6. Сухие помещения — помещения, в которых относительная влажность воздуха, не превышает 60 %.

При отсутствии в таких помещениях условий, указанных в 1-1.10-1.1.12, они называются нормальными.

1.1.7. Влажные помещения — помещения, в которых относительная влажность воздуха более 60 %, но не превышает 75 %.

1.1.8. Сырые помещения — помещения, в которых относительная влажность воздуха превышает 75 %.

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

1.1.10. Жаркие помещения — помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура постоянно или периодически (более 1 сут.) превышает +35 °С (например, помещения с сушилками, обжигательными печами, котельные).

1.1.11. Пыльные помещения — помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль, которая может оседать на токове-

душих частях, проникать внутрь машин, аппаратов и т. п.

Пыльные помещения разделяются на помещения с токопроводящей пылью и помещения с нетокопроводящей пылью.

1.1.12. Помещения с химически активной или органической средой — помещения, в которых постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

1.1.13. В отношении опасности поражения людей электрическим током различаются:

1) помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность (см. пп. 2 и 3);

2) помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:

- сырость или токопроводящая пыль (см. 1.1.8 и 1.1.11);

- токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т. п.); -высокая температура (см. 1.1.10);

- возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землей, технологическим аппаратам, механизмам и т. п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям), с другой;

3) особо опасные помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

- особая сырость (см. 1.1.9);

- химически активная или органическая среда (см. 1.1.12);

- одновременно два или более условий повышенной опасности

(см. 1.1.13, п. 2); 4) территория открытых электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравнивается к особоопасным помещениям.

[назад](#)

Приложение 2. Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения. (ПУЭ, 7-ое издание, 2007)

Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения. (1, с.13-15)

2.1.17. Категории электроприемников по надежности электроснабжения определяются в процессе проектирования системы электроснабжения на основании нормативной документации, а также технологической части проекта.

2.1.18. В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники разделяются на следующие три категории.

Электроприемники первой категории — электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения.

Из состава электроприемников первой категории выделяется особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров.

Электроприемники второй категории — электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

Электроприемники третьей категории — все остальные электроприемники, не подпадающие под определения первой и второй категорий.

1.2.19. Электроприемники первой категории в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.

Для электроснабжения особой группы электроприемников первой категории должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания.

В качестве третьего независимого источника питания для особой группы электроприемников и в качестве второго независимого источника питания для остальных электроприемников первой категории могут быть использованы местные электростанции, электростанции энергосистем (в частности, шины генераторного напряжения), предназначенные для этих целей агрегаты бесперебойного питания, аккумуляторные батареи и т. п.

Если резервированием электроснабжения нельзя обеспечить непрерывность технологического процесса или если резервирование электроснабжения экономически нецелесообразно, должно быть осуществлено технологическое резервирование, например, путем установки взаимно резервирующих техноло-

гических агрегатов, специальных устройств безаварийного останова технологического процесса, действующих при нарушении электроснабжения.

Электроснабжение электроприемников первой категории с особо сложным непрерывным технологическим процессом, требующим длительного времени на восстановление нормального режима, при наличии технико-экономических обоснований рекомендуется осуществлять от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, к которым предъявляются дополнительные требования, определяемые особенностями технологического процесса.

1.2.20. Электроприемники второй категории в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания.

Для электроприемников второй категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

1.2.21. Для электроприемников третьей категории электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 суток.

[назад](#)

Приложение 3. Выбор рода тока и величины питающих напряжений. (Стандарт МЭК 449—73)

Для электроустановок зданий, на которые распространяются требования комплекса международных стандартов МЭК 364 «Электрические установки зданий», применяют требования МЭК 449—73 (с учетом Изменения № 1), в котором установлены два диапазона напряжения.

К диапазону I относятся напряжения электроустановок, в которых защита от поражения электрическим током обеспечивается при заданных условиях значением питающего напряжения или для которых питающее напряжение ограничено по эксплуатационным соображениям (установки связи, сигнализации, управления и т. п.).

К диапазону II относятся напряжения питания бытовых электроприборов, промышленных электроустановок, электроустановок, используемых на предприятиях коммунального хозяйства, предприятиях торговли и т. п. В этот диапазон входят все напряжения, используемые в распределительных электрических сетях общего назначения.

МЭК 449—73 предусматривается возможность изменения отдельных требований в пределах установленного диапазона напряжения, т.е. в соответствующих стандартах могут быть установлены дополнительные ограничения для некоторых электроустановок (электротехнических устройств) или для конкретных случаев их применения (например, сварка, гальванопластика и т. п.). Предполагается, что эти изменения могут относиться только к отдельным требованиям.

Стандарт МЭК 449—73 подготовлен Техническим комитетом МЭК 364 «Электрические установки зданий» и используется в качестве основы и справочного материала для классификации диапазонов напряжения, применяемых не только в электроустановках зданий, но также и в других случаях.

1. Область применения

Настоящий стандарт распространяется на электроустановки зданий: переменного тока частотой не более 60 Гц при номинальных напряжениях до 1000В включительно и постоянного тока с номинальными напряжениями до 1500В включительно.

Стандарт устанавливает диапазоны напряжения электроустановок зданий, которые предназначены для использования совместно с регламентируемыми правилами устройства электроустановок зданий, а также могут использоваться при разработке технических требований к конкретному электрооборудованию.

Примечание. Вопрос о расширении области применения стандарта на электроустановки переменного тока для частот свыше 60 Гц находится на рассмотрении.

2. Определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины.

2.1. Номинальное напряжение — напряжение, на которое рассчитана электроустановка (или ее часть).

Примечания. 1. Фактическое значение напряжения может отличаться от

номинального напряжения в пределах допустимых отклонений.

2.2. Напряжения в переходных режимах, обусловленные, например, переключениями, и кратковременные колебания напряжения, обусловленные вынужденными режимами, а также короткими замыканиями в питающей сети, не принимают во внимание.

2.3. Заземленная система — система, у которой одна точка (как правило, нейтраль) непосредственно соединена с заземляющим устройством без преднамеренно включенного резистора.

2.4. Изолированная или неэффективно заземленная система — система, у которой ни одна точка не заземлена или у которой одна точка, как правило, нейтраль (в системах переменного тока) или средняя точка (в системах постоянного тока) соединена с землей через ограничивающий резистор.

3. Диапазоны напряжения переменного тока

Диапазоны напряжения переменного тока, согласно которым электроустановки классифицируются в зависимости от их номинального напряжения, приведены в таблице 1.4.1.:

— для заземленных систем (см. 2.3) указаны действующие значения напряжения между фазным проводником и землей, а также между фазными проводниками;

— для изолированных или неэффективно заземленных систем (см. 2.4) указаны действующие значения напряжения между фазами.

Таблица 1.4.1. Диапазоны напряжения переменного тока в вольтах

Диапазоны	Заземленные системы		Изолированные или неэффективно заземленные системы *
	Напряжение между фазой и землей	Напряжение между фазами	Напряжение между фазами
I	$U < 50$	$U < 50$	$U < 50$
II	$50 < U < 600$	$50 < U < 1000$	$120 < U < 1000$

U — номинальное напряжение электроустановки в вольтах.

Примечание. Возможно установление других граничных значений в особых случаях.

* В системах с распределенной нейтралью (нейтраль выведена в электроустановку) электрооборудование, включаемое между фазой и нейтралью, выбирают таким образом, чтобы его изоляция соответствовала напряжению между фазами.

4. Диапазоны напряжения постоянного тока

Диапазоны напряжения постоянного тока, согласно которым электроустановки классифицируются в зависимости от их номинального напряжения, приве-

дены в таблице 2:

—для заземленных систем (см. 2.2) указаны значения напряжения между полюсом и землей, а также между полюсами;

—для изолированных или неэффективно заземленных систем (см. 2.3) указаны значения напряжения между полюсами.

Таблица 1.4.2. Диапазоны напряжения постоянного тока в вольтах

Диапазоны	Заземленные системы		Изолированные или неэффективно заземленные системы *
	Напряжение между полюсом и землей	Напряжение между полюсами	Напряжение между полюсами
I	$U < 120$	$U < 120$	$U < 120$
II	$120 < U < 900$	$120 < U < 1500$	$120 < U < 1500$

U — номинальное напряжение электроустановки в вольтах.

Примечания: 1. Указанные в таблице 1.4.2 значения относятся как к напряжениям постоянного, так и выпрямленного постоянного тока.

2. Возможно установление других граничных значений в особых случаях.

* В системах с распределенным средним проводником (средний проводник выведен в электроустановку) электрооборудование, включаемое между полюсом и средним проводником, выбирают таким образом, чтобы его изоляция соответствовала напряжению между полюсами.

Госстандартом России приняты следующие фазные напряжения 220, 380, 660В (II диапазон) и 12, 24, 36, 42В (I диапазон).

Для питания силовых и осветительных электроустановок промышленных предприятий целесообразно применять напряжение 220/380В.

[назад](#)

Приложение 4. Характеристики схем распределительной сети (6, с.186-188)

Распределение электроэнергии на низшей ступени во многом зависит от схемы питания электроприемников. При выборе схемы электрической сети для питания электрооборудования цеха рассматривают ее коммутационную гибкость, надежность питания, экономичность, а также возможность применения промышленных методов монтажа электрической сети.

Электрическая сеть может выполняться по радиальной, магистральной и смешанной схемам.

При радиальной схеме достаточно мощные электроприемники, как правило, получают питание непосредственно от подстанции, а группа менее мощных и близко друг к другу расположенных электроприемников — посредством распределительных пунктов, устанавливаемых как можно ближе к геометрическому центру нагрузки. Распределительные пункты линии присоединяются к главным распределительным щитам через рубильники и предохранители или автоматы (рис.1). При использовании радиальной схемы увеличивается количество аппаратов управления и защиты, а также протяженность сети, что требует больших капитальных затрат, однако данная схема надежна и проста в эксплуатации. Радиальные схемы рекомендуют применять для электроприемников I категории надежности электроснабжения.

Магистральные схемы рекомендуется применять в следующих случаях:

а) нагрузка имеет сосредоточенный характер, но отдельные узлы нагрузки расположены в одном направлении по отношению к подстанции и на сравнительно небольшом расстоянии друг от друга;

б) когда нагрузка сравнительно равномерно распределена (рис.2).

При использовании магистральной схемы уменьшается количество аппаратов управления и защиты, а также протяженность сети, что требует меньших капитальных затрат. Эта схема также надежна и проста в эксплуатации.

В практике проектирования чисто радиальные и магистральные схемы применяются редко. Чаще пользуются смешанными схемами, (рис.3) включающими элементы первых двух. Смешанные схемы наиболее полно удовлетворяют требованиям дешевизны установки, ее надежности и простоты в эксплуатации и поэтому считаются наиболее прогрессивным способом распределения электрической энергии.

На выбор схемы распределения электроэнергии оказывает характер производства, степень автоматизации и комплексной механизации технологических процессов, расположение технологического оборудования по площади цеха.

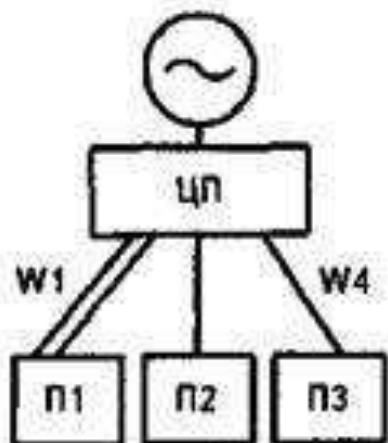


Рис.1. Радиальная схема

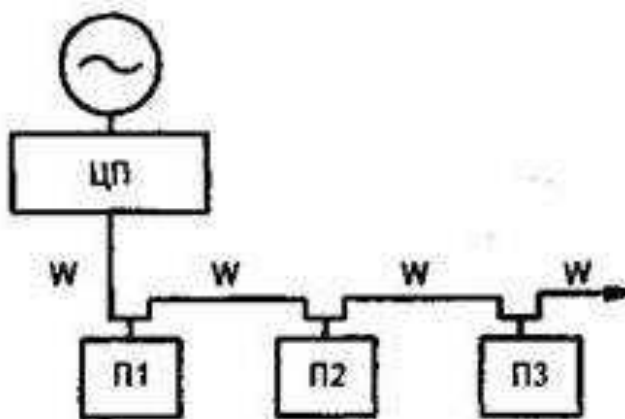


Рис.2. Магистральная схема

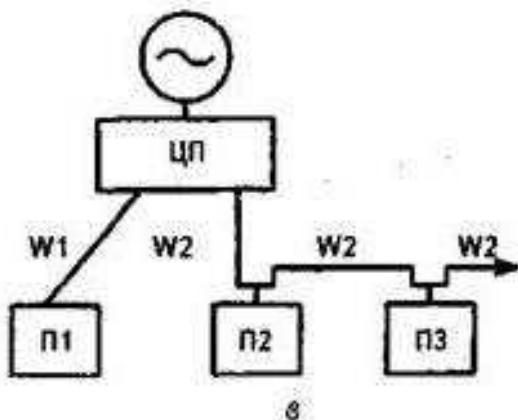


Рис.3. Смешанная схема

[назад](#)

Приложение 5. Асинхронные двигатели серии АИР.

Асинхронные электродвигатели АИР (ранее выпускались двигатели 4А, 4АМ) с короткозамкнутым ротором, благодаря простоте конструкции, отсутствию подвижных контактов, высокой ремонтпригодности, невысокой цене по сравнению с другими электрическими двигателями применяются практически во всех отраслях промышленности и сельского хозяйства. Они используются для привода вентиляционного оборудования, насосов, компрессорных установок, станков, эскалаторов и многих других машин.

Основные технические характеристики:

- привязка мощности и установочных размеров стандарту ГОСТ Р 51689-2000;

- степень защиты IP54, IP55 (электродвигатель АИР) по ГОСТ17494-87;
- степень защиты IP23 (электродвигатель АМН) по ГОСТ17494-87;
- изоляция класса нагревостойкости «F» по ГОСТ8865-93;
- по способу монтажа, исполнения: IM 1001, IM2001, IM3011 по ГОСТ2479-79;
- климатическое исполнение У2, У3 по ГОСТ15150-69.
- режим работы S1 по ГОСТ183-74.
- способ охлаждения 1С-0151 по ГОСТ20459-87.
- уровень шума в режиме холостого хода - 2 класса по ГОСТ16372-93.

Окружающая температура работы электродвигателей АИР:

Электродвигатели АИР основного исполнения предназначены для эксплуатации при температуре от -35°C до $+40^{\circ}\text{C}$.

Перегрузки электродвигателей АИР:

В соответствии с ГОСТ 28173 (DIN EN 60034-1) при номинальном напряжении и частоте электродвигатели АИР допускают следующие перегрузки:

- 1,5 номинального тока в течение 2 минут
- 1,6 номинального момента в течение 15 секунд

Дополнительные обозначения электродвигателей АИР специального исполнения:

- Б - встроенная температурная защита (АИР112М2БУ3);
- В - встраиваемые (АИРВ71А2);
- С - с повышенным скольжением (АИРС100L4), не путайте с АИС - привязка мощности к размерам по DIN;
- Е - со встроенным тормозом (АИР100S2Е);
- Е2 - с ручным растормаживающим устройством (АИР100L4Е2);
- 3Е - однофазный двигатель с трехфазной обмоткой (АИР3Е80В4);
- Е - однофазный двигатель с двухфазной обмоткой (АИРЕ100S4);
- Ж - электродвигатели для моноблочных насосов со специальным выходным концом вала (АИР80В2Ж);
- РЗ - для мотор-редукторов (АИР100S4РЗ);
- Ш - для промышленных швейных машин (АИР71В2Ш);
- П - повышенной точности по установочным размерам (АИР100S4П);
- Ф - хладономаслостойкое исполнение (АИР90L4Ф);

- А - для атомных электростанций (4АС100L4А5);

- X2 - химостойкие (АИР112М4Х2).

Расшифровка условного обозначения - электродвигатель АИР 355S4У3, 250 кВт, 1500 об/мин:

- "А" - асинхронный двигатель,

- "И" - Интерэлектро,

- "Р" - привязка мощностей к установочным размерам в соответствии с ГОСТ Р 51689 ("С" - в случае привязки по нормам CENELEC),

- 355 - высота оси вращения (габарит),

- S - установочный размер по длине станины,

- 4 - число полюсов,

- У - климатическое исполнение,

- 3 - категория размещения.

Электродвигатели АИС имеют привязку мощностей к установочным размерам по стандартам DIN42673/DIN42677.

Таблица 2.1. Технические данные электродвигателей серии АИР.

Высота оси вращения вала, мм	Мощность, кВт	Тип	Частота вращения вала, об/мин	кпд, %	Коэффициент мощности	Отношение пускового тока к номинальному	Отношение пускового момента к номинальному	Отношение максимального момента к номинальному
3000 об/мин (2 полюса)								
56	0,18	АИР 56А2	2730	65,0	0,78	5,0	2,2	2,2
56	0,25	АИР 56В2	2730	66,0	0,79	5,0	2,2	2,2
63	0,37	АИР 63А2	2730	72,0	0,82	5,0	2,2	2,2
63	0,55	АИР 63В2	2730	75,0	0,85	5,0	2,2	2,2
71	0,75	АИР71А2	2815	74,0	0,83	5,3	2,5	2,7
71	1,1	АИР71В2	2800	77,0	0,85	5,2	2,6	2,8
80	1,5	АИР80А2	2835	79,0	0,87	6,5	2,8	3,0
80	2,2	АИР80В2	2820	82,0	0,87	6,5	3,2	3,4
90	3,0	АИР90L2	2835	82,0	0,84	6,5	2,9	3,2
100	4,0	АИР100S2	2820	82,0	0,84	6,8	3,0	3,2
100	5,5	АИР100L2	2860	84,0	0,85	5,5	1,8	2,2
112	7,5	АИР112М2	2870	80,5	0,81	6,5	2,8	3,1
132	11,0	АИР132М2	2890	88,0	0,88	7,5	2,8	3,5

Продолжение таблицы 2.1.

Высота оси вращения вала, мм	Мощность кВт	Тип	Частота вращения вала, об/мин	кпд, %	Коэффициент мощности	Отношение пускового тока к номинальному	Отношение пускового момента к номинальному	Отношение максимального момента к номинальному
160	15,0	АИР160S2	2940	88,0	0,86	7,5	2,0	3,2
160	18,5	АИР160M2	2940	90,0	0,88	7,5	2,0	3,2
180	22,0	АИР180S2	2940	90,5	0,89	7,5	2,1	3,5
180	30,0	АИР180M2	2940	92,0	0,89	7,5	2,2	3,5
200	37,0	АИР200M2	2950	91,5	0,88	7,5	2,3	3,2
200	45,0	АИР200L2	2940	92,5	0,90	7,5	2,4	3,3
225	55,0	АИР225M2	2955	93,5	0,90	7,5	2,3	4,0
250	75,0	АИР250S2	2965	94,0	0,89	7,5	2,6	4,0
250	90,0	АИР250M2	2960	94,5	0,91	7,5	2,7	4,0
280	110,0	АИР280S2	2970	94,0	0,90	8,0	3,0	4,0
280	132,0	АИР280M2	2970	94,0	0,90	8,5	2,5	3,0
315	160,0	АИР315S2	2970	95,0	0,92	7,5	2,6	2,7

1500 об/мин (4 полюса)

56	0,12	АИР 56А4	1350	58,0	0,66	5,0	2,2	2,2
56	0,18	АИР 56В4	1350	60,0	0,68	5,0	2,2	2,2
63	0,25	АИР 63А4	1320	65,0	0,67	5,0	2,2	2,2
63	0,37	АИР 63В4	1320	68,0	0,70	5,0	2,2	2,2
71	0,55	АИР71А4	1410	70,0	0,78	4,0	1,7	2,0
71	0,75	АИР71В4	1415	73,0	0,74	4,5	2,0	2,5
80	1,1	АИР80А4	1420	77,0	0,80	5,5	2,3	2,6
80	1,5	АИР80В4	1420	78,5	0,80	5,5	2,3	2,8
90	2,2	АИР90L4	1390	78,0	0,82	5,0	2,2	2,6
100	3,0	АИР100S4	1395	78,0	0,80	5,5	2,7	3,0
100	4,0	АИР100L4	1425	84,0	0,82	6,0	2,5	3,0
112	5,5	АИР112M4	1450	87,0	0,85	7,0	2,4	3,0
132	7,5	АИР112S4	1440	83,5	0,83	7,0	2,8	3,2
132	11,0	АИР132M4	1440	88,0	0,84	7,5	2,8	3,3
160	15,0	АИР160S4	1460	89,0	0,87	7,0	1,9	2,9

Продолжение таблицы 2.1.

Высота оси вращения вала, мм	Мощность кВт	Тип	Частота вращения вала, об/мин	кпд, %	Коэффициент мощности	Отношение пускового тока к номинальному	Отношение пускового момента к номинальному	Отношение максимального момента к номинальному
160	18,5	АИР160М4	1460	90,0	0,89	7,0	1,9	2,9
180	22,0	АИР180S4	1460	91,0	0,88	7,0	2,1	2,8
180	30,0	АИР180М4	1460	91,0	0,89	7,0	2,4	3,0
200	37,0	АИР200М4	1460	92,0	0,87	7,5	2,2	3,5
200	45,0	АИР200L4	1460	92,0	0,87	7,0	2,2	3,2
225	55,0	АИР225М4	1470	92,5	0,87	7,5	2,6	3,4
250	75,0	АИР250S4	1470	92,5	0,90	7,0	2,5	3,5
250	90,0	АИР250М4	1470	93,0	0,86	7,5	2,5	3,2
280	110,0	АИР280S4	1470	93,0	0,88	7,0	2,7	3,3
280	132,0	АИР280М4	1470	93,0	0,91	7,0	2,0	2,7
315	160,0	АИР315S4	1470	93,5	0,91	7,5	2,0	2,0
315	200,0	АИР315М4	1470	94,0	0,92	7,5	2,0	2,2
355	250,0	АИР355S4	1470	94,5	0,92	7,5	2,0	2,3
355	315	АИР355М4	1470	94,7	0,93	7,5	2,0	3,0

1000 об/мин (6 полюсов)

63	0,18	АИР 63А6	860	-	0,62	4,0	2,2	2,2
63	0,25	АИР 63В6	860	-	0,62	4,0	2,2	2,2
80	0,75	АИР80А6	930	71,0	0,70	4,0	2,0	2,4
80	1,1	АИР80В6	930	72,0	0,72	4,0	2,0	2,4
90	1,5	АИР90L6	925	72,0	0,71	4,5	2,4	2,8
100	2,2	АИР100L6	925	76,0	0,71	4,8	2,9	3,1
112	3,0	АИР112МА6	960	83,0	0,79	5,9	2,2	2,6
112	4,0	АИР112МВ6	960	84,0	0,80	6,0	2,2	2,6
132	5,5	АИР132S6	950	83,0	0,82	5,0	2,2	2,5
132	7,5	АИР132М6	960	84,5	0,77	6,5	2,8	3,1
160	11,0	АИР160S6	970	87,0	0,82	6,5	1,9	2,9
160	15,0	АИР160М6	970	89,0	0,82	7,0	2,3	3,0
180	18,5	АИР180М6	970	89,0	0,86	6,0	2,2	3,0

Продолжение таблицы 2.1.

Высота оси вращения вала, мм	Мощность кВт	Тип	Частота вращения вала, об/мин	кпд, %	Коэффициент мощности	Отношение пускового тока к номинальному	Отношение пускового момента к номинальному	Отношение максимального момента к номинальному
200	22,0	АИР200М6	970	87,0	0,84	6,0	2,0	2,5
200	30,0	АИР200L6	970	89,5	0,86	6,5	2,0	2,7
225	37,0	АИР225М6	980	90,5	0,84	6,5	2,0	2,5
250	45,0	АИР250S6	980	92,5	0,81	6,0	2,4	2,5
250	55,0	АИР250М6	980	91,0	0,73	5,5	2,7	2,8
280	75,0	АИР280S6	985	92,6	0,80	6,5	2,7	2,8
280	90,0	АИР280М6	980	93,0	0,89	7,0	2,0	3,6
315	110,0	АИР315S6	980	94,0	0,88	7,5	2,2	3,5
315	132,0	АИР315М6	970	93,5	0,90	7,5	2,0	2,3
355	160,0	АИР355S6	970	94,0	0,90	7,5	2,0	2,3
355	200	АИР355М6	960	94,5	0,90	7,5	2,0	2,3

750 об/мин (8 полюсов)

90	0,75	АИР90LA8	705	67,0	0,60	3,3	2,0	2,3
90	1,1	АИР90LB8	705	72,0	0,68	4,0	2,0	2,4
100	1,5	АИР100L8	705	75,0	0,71	4,4	2,2	2,5
112	2,2	АИР112МА8	705	75,0	0,75	4,0	1,7	2,3
112	3,0	АИР112МВ8	700	78,0	0,73	4,0	1,7	2,3
132	4,0	АИР132S8	710	79,0	0,76	4,0	1,6	1,9
132	5,5	АИР132М8	710	80,0	0,76	4,0	1,7	2,1
160	7,5	АИР132М8	720	81,5	0,77	5,0	1,7	2,2
160	11,0	АИР160М8	730	87,0	0,75	5,5	1,8	2,4
180	15,0	АИР180М8	730	86,5	0,76	5,5	2,0	2,7
200	18,5	АИР200М8	730	88,0	0,80	5,8	2,1	2,5
200	22,0	АИР200L8	730	88,5	0,77	6,0	2,0	2,5
225	30,0	АИР225М8	730	90,0	0,79	6,0	2,0	3,0
250	37,0	АИР250S8	735	91,5	0,84	5,5	1,7	2,5
250	45,0	АИР250М8	735	89,5	0,69	4,0	1,7	2,0
280	55,0	АИР280S8	740	92,2	0,80	7,0	2,2	3,2

Продолжение таблицы 2.1.

Высота оси вращения вала, мм	Мощность кВт	Тип	Частота вращения вала, об/мин	кпд, %	Коэффициент мощности	Отношение пускового тока к номинальному	Отношение пускового момента к номинальному	Отношение максимального момента к номинальному
280	75,0	АИР280М8	740	92,5	0,84	6,5	1,7	2,7
315	110,0	АИР315S8	735	93,0	0,82	7,5	1,8	2,0
315	132,0	АИР315М8	740	93,0	0,82	7,5	1,7	2,2
355	160,0	АИР355S8	735	93,0	0,82	7,5	1,8	2,2
355	200,0	АИР355М8	740	93,0	0,82	7,5	1,7	2,0

600 об/мин (10 полюсов)

315	55,0	АИР315S10	570	92	0,79	7,5	1,8	1,9
315	75,0	АИР315М10	570	92	0,8	7,5	1,8	1,9
355	90,0	АИР355S10	570	92,5	0,83	7,5	1,8	1,9
355	110,0	АИР355М10	570	93	0,83	7,5	1,8	1,9

500 об/мин (12 полюсов)

160	5,5	АИР160М12	480	75,0	0,58	3,4	1,4	2,1
180	7,0	АИР180МА12	485	84,5	0,58	4,3	1,9	2,6
180	9,0	АИР180МВ12	480	82,0	0,64	3,7	1,8	2,0
200	11,0	АИР200М12	480	83,0	0,61	4,0	2,0	2,5
200	13,0	АИР200LА12	480	83,0	0,65	4,0	1,6	2,0
200	15,0	АИР200LВ12	480	84,0	0,61	4,5	2,0	3,0
225	18,5	АИР225М12	480	84,0	0,69	4,7	1,7	2,5
315	45,0	АИР315S12	480	90,5	0,75	4,5	1,7	1,8

[назад](#)

Приложение 6. Взрывозащищенные двигатели серии ВА

Асинхронные взрывозащищенные электродвигатели серии ВА (искробезопасные) используются для комплектации электрических механизмов и технических устройств в тех случаях, когда их работа связана со взрывоопасными газозадушными смесями, отнесенными к категориям IIA, IIB, по ГОСТ Р 51330.11 и группам воспламеняемости T1, T2, T3 и T4 по ГОСТ Р 51330.5. Уровень взрывозащиты электродвигателей ВА соответствует всем взрывобезопасным нормам и обозначается маркировкой 1ExdIIBT4x по ГОСТ Р 51330.0. Взрывобезопасность обеспечивается взрывозащитой вида "d" - "взрывонепроницаемая оболочка" по ГОСТ Р 51330.1. Знак "x" в обозначении маркировки означает, что при установке двигателя (кроме случая трубной подводки кабелей) должны быть предусмотрены дополнительные меры по закреплению кабелей, предотвращающие растягивающие усилия, скручивание и выдергивание кабелей из кабельных вводов.

Таблица 2.2. Электрические параметры взрывозащищенных двигателей серии ВА

Тип двигателя	$P_{\text{дв.н}}$ кВт	$n_{\text{дв.н}}$ об/мин	$\eta, \%$	$\cos \varphi$	$I_{\text{дв.н}}/I_{\text{дв.п}}$	$M_{\text{дв.н}}$ Нм	$M_{\text{дв.п.}}/M_{\text{дв.н}}$ Нм	$M_{\text{дв.м.}}/M_{\text{дв.н}}$ Нм
$2p = 2, n = 3000$ об/мин								
ВА80МА2	1,5	2850	81,5	0,85	6,5	5,0	2,4	2,6
ВА80МВ2	2,2	2850	82,0	0,86	6,5	7,4	2,5	2,6
ВА112М2	7,5	2900	88,0	0,88	7,5	24,7	2,5	3,3
ВА132М2	11	2910	88,0	0,90	7,5	36,1	1,8	2,8
ВА160S2	15	2930	90,0	0,88	7,0	48,5	2,2	2,9
ВА160М2	18,5	2930	90,0	0,89	7,0	60,3	2,4	3,0
ВА180S2	22	2910	88,0	0,89	7,0	72,2	2,0	2,7
ВА180М2	30	2925	90,5	0,85	7,5	97,9	2,2	3,0
ВА200М2	37	2940	93,0	0,89	7,0	120	2,4	2,8
ВА200L2	45	2940	93,0	0,89	7,0	146	2,4	2,8
ВА225М2	55	2955	93,0	0,90	6,9	178	2,1	2,7
ВА250S2	75	2960	93,6	0,92	7,5	242	2,0	3,0
ВА250М2	90	2955	93,5	0,93	7,0	291	1,8	2,7
ВА280S2	110	2965	93,5	0,92	6,5	354	1,6	2,3
ВА280М2	132	2965	94,5	0,92	7,2	425	1,8	2,5

Продолжение таблицы 2.2

Тип двигателя	$P_{дв.н}$ кВт	$n_{дв.н}$ об/мин	$\eta, \%$	$\cos \varphi$	$I_{дв.н}/I_{дв.п}$	$M_{дв.н}$ Нм	$M_{дв.п}/M_{дв.н}$ Нм	$M_{дв.м}/M_{дв.н}$ Нм
---------------	-------------------	----------------------	------------	----------------	---------------------	------------------	---------------------------	---------------------------

2р = 4, n = 1500 об/мин

BA80MA4	1,1	1420	74,0	0,80	5,0	7,4	2,1	2,4
BA80MB4	1,5	1410	75,0	0,81	5,0	10,1	2,1	2,4
BA112M4	5,5	1440	86,0	0,83	7,0	36,5	2,5	3,0
BA132S4	7,5	1440	87,5	0,86	7,0	49,7	2,1	2,6
BA132M4	11	1445	88,5	0,85	7,5	72,7	2,3	3,2
BA160S4	15	1450	89,0	0,85	6,5	98,7	2,2	2,6
BA160M4	18,5	1450	89,5	0,86	6,5	122	2,2	2,6
BA180S4	22	1460	90,0	0,84	7,0	144	1,7	2,7
BA180M4	30	1460	90,5	0,85	7,0	196	1,7	2,7
BA200M4	37	1460	92,0	0,85	6,5	242	2,5	2,6
BA200L4	45	1460	92,0	0,85	6,8	294	2,5	2,6
BA225M4	55	1475	93,0	0,86	6,5	356	2,3	2,5
BA250S4	75	1485	94,3	0,85	7,2	482	2,2	2,3
BA250M4	90	1485	95,0	0,88	7,3	579	2,2	2,3
BA280S4e	110	1485	95,1	0,87	6,4	707	2,1	2,0
BA280M4e	132	1485	95,8	0,88	7,5	849	2,3	2,2

2р = 6, n = 1000 об/мин

BA80MA6	0,75	930	71,0	0,70	4,5	7,7	2,0	2,2
BA80MB6	1,1	930	71,0	0,71	4,1	11,3	2,0	2,2
BA112MA6	3,0	950	81,0	0,78	5,5	30,1	2,2	2,6
BA112MB6	4,0	945	82,0	0,80	5,5	40,4	2,2	2,6
BA132S6	5,5	960	85,0	0,80	6,5	54,7	2,0	2,4
BA132M6	7,5	960	85,5	0,81	6,5	74,6	2,2	2,5
BA160S6	11	970	87,0	0,81	6,5	108	1,8	2,7
BA160M6	15	970	88,0	0,84	6,5	148	1,8	2,5
BA180M6	18,5	975	89,5	0,83	6,5	181	1,8	2,5
BA200M6	22	975	90,0	0,84	6,0	215	2,2	2,2
BA200L6	30	975	90,0	0,84	6,0	294	2,2	2,6

Продолжение таблицы 2.2

Тип двигателя	$P_{дв.н}$ кВт	$n_{дв.н}$, об/мин	η , %	$\cos \varphi$	$I_{дв.н}/I_{дв.п}$	$M_{дв.н}$, Нм	$M_{дв.п.}/M_{дв.н}$, Нм	$M_{дв.м.}/M_{дв.н}$, Нм
BA225M6	37	980	91,0	0,84	6,4	360	2,3	2,4
BA250S6	45	985	93,0	0,84	6,2	436	2,0	2,0
BA250M6	55	985	92,5	0,84	6,2	533	2,0	2,0
BA280S6e	75	990	94,5	0,85	6,2	723	1,9	2,0
BA280M6e	90	990	94,5	0,85	6,2	868	1,9	2,2

2p = 8, n = 750 об/мин

BA112MA8	2,2	715	79,0	0,64	5,0	29,4	2,5	2,8
BA112MB8	3,0	710	77,5	0,67	4,5	40,3	2,1	2,4
BA132S8	4,0	715	83,0	0,70	5,0	53,4	1,9	2,3
BA132M8	5,5	715	83,0	0,74	5,5	73,4	1,9	2,4
BA160S8	7,5	725	86,0	0,70	5,0	98,7	1,6	2,4
BA160M8	11	725	86,0	0,73	5,0	145	1,6	2,2
BA180M8	15	730	86,0	0,78	5,5	196	1,6	2,2
BA200M8	18,5	735	88,0	0,76	6,4	240	2,0	2,6
BA200L8	22	730	88,0	0,78	6,0	288	2,0	2,5
BA225M8	30	735	91,0	0,80	5,4	390	2,1	2,2
BA250S8	37	740	92,0	0,73	6,5	478	1,8	2,6
BA250M8	45	740	93,0	0,75	6,8	581	1,8	2,6

[назад](#)

Приложение 7. Контакторы малогабаритные серии КМИ



Малогабаритные контакторы (пускатели) переменного тока общепромышленного применения КМИ на ток нагрузки от 9 до 95 А предназначены для пуска, остановки и реверсирования асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором на напряжение до 660 В (категория применения АС-3), а также для дистанционного управления цепями освещения, нагревательными цепями и различными малоиндуктивными нагрузками (категория применения АС-1). Все исполнения на ток нагрузки до 40 А имеют одну группу замыкающих или размыкающих дополнительных контактов. Исполнения на ток нагрузки свыше 40 А - две группы (замыкающую и размыкающую).

Область применения малогабаритных контакторов серии КМИ - управление вентиляторами, насосами, тепловыми завесами, печами, кран-балками, станками, освещением, в системах автоматического ввода резерва (АВР).

По своим конструктивным и техническим характеристикам контакторы малогабаритные серии КМИ соответствуют требованиям международных и российских стандартов МЭ К60947-4-1-2000, ГОСТ Р50030.4.1-2002.

Контакторы малогабаритные серии КМИ прошли сертификационные испытания и на их серийный выпуск получен сертификат соответствия РОСС CN.ME86.V00144.

Условия эксплуатации

Категории применения:

АС-1, АС-3, АС-4.

Температура окружающей среды

– при эксплуатации: от -25 до +50 °С (нижняя предельная температура -40°С);

Высота над уровнем моря: не более:3000 м.

Рабочее положение:

вертикальное, с отклонением ±30°.

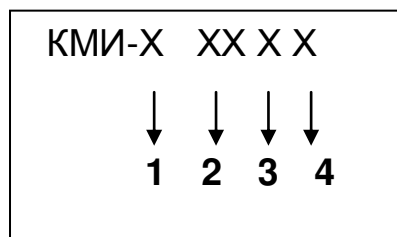
Вид климатического

исполнения по ГОСТ 15150I96: УХЛ4.

Степень защиты по ГОСТ 14254I96: IP20.

Расшифровка обозначений контактора КМИ

КМИ – контактор малогабаритный фирмы IEK



1 (X). Обозначение габарита корпуса:

1 - номинальный ток главных контактов 9, 12, 18 А

2 - номинальный ток главных контактов 25, 32 А

3 - номинальный ток главных контактов 40, 50 А

4 - номинальный ток главных контактов 65, 80, 95 А

2 (XX). Номинальное значение коммутируемого то-

ка:

09 - 9А; 12 - 12А; 18 - 18А; 25 - 25А; 32 - 32А; 40 - 40А; 50 - 50А; 65 - 65А;

80 - 80А; 90 - 90А

3 (X). Исполнение контакторов:

1 - нереверсивный (без оболочки)

2 - нереверсивный с тепловым реле (без оболочки)

3 - реверсивный (без оболочки)

4 - реверсивный с тепловым реле (без оболочке)

5 - нереверсивный (в оболочке)

6 - нереверсивный с тепловым реле (в оболочке)

4 (X). Наличие дополнительных контактов:

0 - одна группа замыкающих контактов

1 - одна группа размыкающих контактов

2 - одна группа замыкающих и одна группа размыкающих контактов

Таблица 2.3.1. Технические параметры магнитных контакторов КМИ

Параметры	Типоисполнения КМИ-									
	10910 10930	11210 11230	11810 11830	22510 22530	23210 23230	34012 34032	35012 35032	46512 46532	48012 48032	49512 49532
Номинальный рабочий ток, А; $U \leq 400$ В, АС-3	9	12	18	25	32	40	50	65	80	95
Номинальное рабочее напряжение переменного тока, В	230, 400, 660									
Номинальное напряжение изоляции, В	660									
Номинальное напряжение катушки U_k , В	24, 36, 110, 230, 400									
Диапазоны напряжения управления, В	срабатывания	$(0,8 \div 1,1)U_k$								
	отпускания	$(0,3 \div 0,6)U_k$								

[назад](#)

Приложение 8. Контакторы серии КТИ



Контакторы электромагнитные серии КТИ предназначены для использования в схемах управления для пуска и остановки трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором в электрических сетях с номинальным напряжением до 660 В переменного тока, а также могут быть использованы для включения и отключения других электроустановок: освещения, нагревательных установок и различных индуктивных нагрузок. Применяются в вентиляторах, насосах, печах, кран-балках и в системах автоматического ввода резерва (АВР).

Таблица 2.3.2. Технические параметры магнитных контакторов КТИ

Наименование	Номинальный рабочий ток, А	Вид и количество вспомогательных контактов
Контактор КТИ-5115	115	13
Контактор КТИ-5150	150	13
Контактор КТИ-5185	185	13
Контактор КТИ-5225	225	13
Контактор КТИ-5265	265	13
Контактор КТИ-5330	330	13
Контактор КТИ-6400	400	13
Контактор КТИ-6500	500	13
Контактор КТИ-7630	630	13

[назад](#)

Приложение 9. Реле электротепловые серии РТИ



Реле электротепловые серии РТИ являются электрическими устройствами, имеющими собственное потребление энергии. Устанавливаются непосредственно на контакторах серии КМИ. Электротепловые реле предназначены для защиты электродвигателей от перегрузки, асимметрии фаз, затынутого пуска и заклинивания ротора. Электротепловые реле серии РТИ выпускаются в трех типоразмерах на токи от 0,1 до 200 А.

Условия эксплуатации
АС-1, АС-3, АС-4.

Категории применения:
Температура окружающей среды при эксплуатации: от -45 до +55 °С (нижняя предельная температура -50 °С);
Высота над уровнем моря, не более: 2000 м.
Рабочее положение: вертикальное, с отклонением ± 30°.
Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150-69: УЗ.
Степень защиты по ГОСТ 14254-96: IP20.

Таблица 2.3.3. Технические параметры реле электротепловых серии РТИ

Наименование	Предел регулировки тока уставки, А	Типоисполнение контакторов, используемых с реле
РТИ-1301	0,1-0,16	КМИ-10910, КМИ-10911, КМИ-11210, КМИ-11211, КМИ-11810, КМИ-11811, КМИ-22510, КМИ-22511
РТИ-1302	0,16-0,25	
РТИ-1303	0,25-0,4	
РТИ-1304	0,4-0,63	
РТИ-1305	0,63-1,0	
РТИ-1306	1,0-1,6	
РТИ-1307	1,6-2,5	
РТИ-1308	2,5-4,0	
РТИ-1310	4,0-6,0	
РТИ-1312	5,5-8,0	
РТИ-1314	7,0-10,0	

Продолжение таблицы 2.3.3

Наименование	Предел регулировки тока уставки, А	Типоисполнение контакторов, используемых с реле
РТИ-1316	9,0-13,0	КМИ-11210, КМИ-11211, КМИ-11810, КМИ-11811, КМИ-22510, КМИ-22511
РТИ-1321	12,0-18,0	КМИ-11810, КМИ-11811, КМИ-22510, КМИ-22511
РТИ-1322	17,0-25,0	КМИ-22510, КМИ-22511
РТИ-2355	28,0-36,0	КМИ-23210, КМИ-23211
РТИ-3353	23,0-32,0	КМИ-34012, КМИ-35012, КМИ-46512, КМИ-48012, КМИ-49512
РТИ-3355	30,0-40,0	КМИ-34012, КМИ-35012, КМИ-46512, КМИ-48012, КМИ-49512
РТИ-3357	37,0-50,0	КМИ-35012, КМИ-46512, КМИ-48012, КМИ-49512
РТИ-3359	48,0-65,0	КМИ-46512, КМИ-48012, КМИ-49512
РТИ-3361	55,0-70,0	КМИ-46512, КМИ-48012, КМИ-49512
РТИ-3363	63,0-80,0	КМИ-48012, КМИ-49512
РТИ-3365	80,0-93,0	КМИ-49512

[назад](#)

Кривые срабатывания

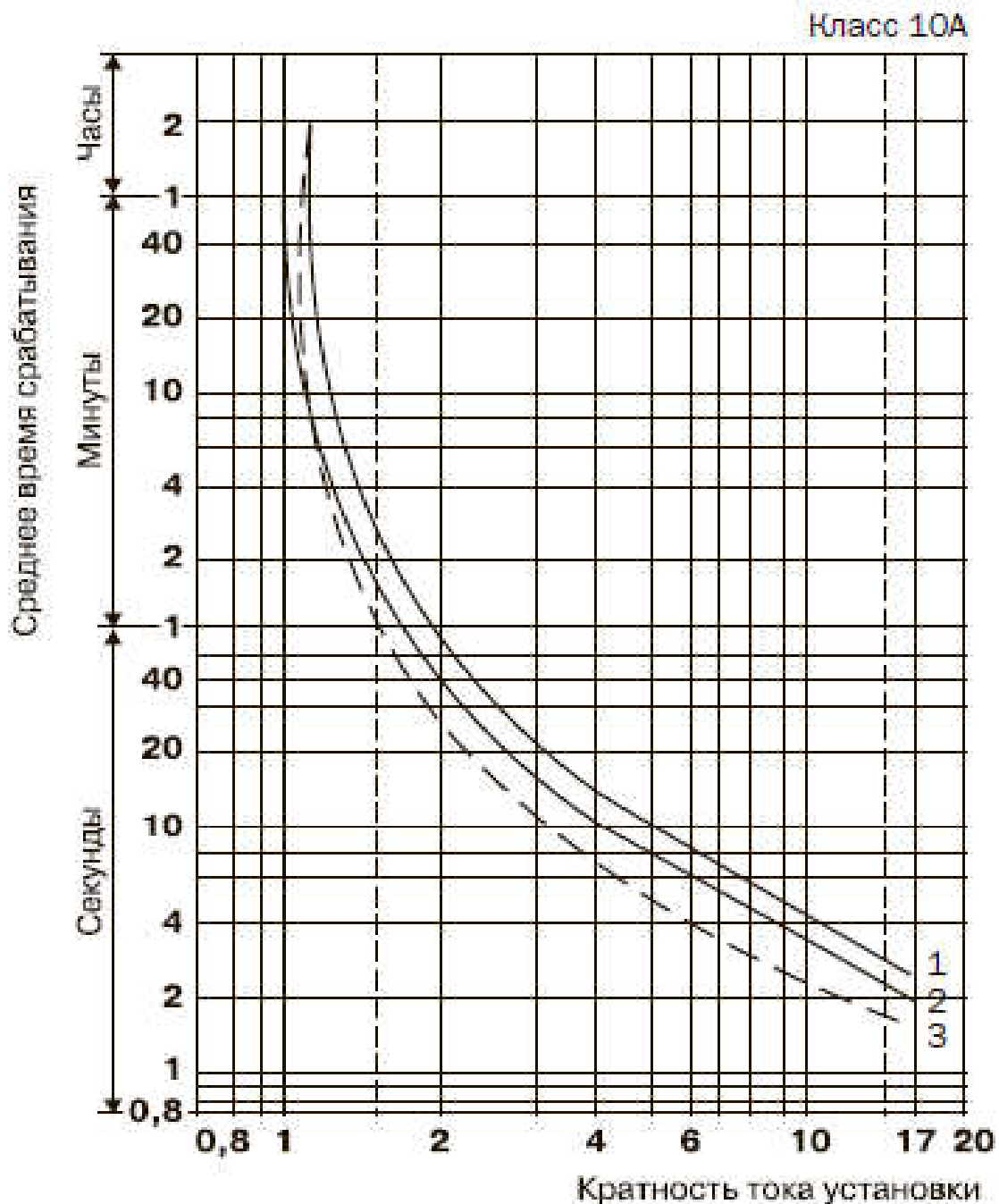


Рисунок 4. Кривые срабатывания тепловых реле РТИ

- 1 – Симметричный трехфазный режим из холодного состояния
- 2 – Симметричный двухфазный режим из холодного состояния
- 3 – Симметричный трехфазный режим после длительного протекания номинального тока (горячее состояние).

Приложение 10. Технические параметры трансформаторов тока ТТИ

Трансформаторы тока измерительные на номинальное напряжение 0,66 кВ типа ТТИ предназначены для контроля и передачи сигнала измерительной информации приборам измерения, защиты, автоматики, сигнализации и управления в сетях переменного тока напряжением до 660 В частотой 50 Гц.

Трансформаторы тока класса точности 0,2 и 0,5 применяются для измерения в схемах учета для расчета с потребителями; класса точности 0,5S применяются для коммерческого учета электроэнергии; класса точности 1,0 применяются в схемах защиты, сигнализации и управления.

Таблица 2.3.4. Технические параметры трансформаторов тока ТТИ

Наименование	Номинальный первичный ток трансформатора, А
ТТИ-А 5/5 А 5 ВА 0,55	5
ТТИ-А 10/5 А 5 ВА 0,55	10
ТТИ-А 15/5 А 5 ВА 0,55	15
ТТИ-А 20/5 А 5 ВА 0,55	20
ТТИ-А 25/5 А 5 ВА 0,55	25
ТТИ-А 30/5 А 5 ВА 0,55	30
ТТИ-А 40/5 А 5 ВА 0,55	40
ТТИ-А 50/5 А 5 ВА 0,55	50
ТТИ-А 100/5 А 5 ВА 0,55	100
ТТИ-А 120/5 А 5 ВА 0,55	120
ТТИ-А 125/5 А 5 ВА 0,55	125
ТТИ-А 150/5 А 5 ВА 0,55	150
ТТИ-А 200/5 А 5 ВА 0,55	200
ТТИ-А 250/5 А 5 ВА 0,55	250
ТТИ-30 200/ 5 А 5 ВА 0,55	200
ТТИ-30 250/ 5 А 5ВА0,55	250
ТТИ-30 300/5 А 5 ВА 0,55	300

[назад](#)

Приложение 11. Выключатели автоматические ВА47-29



Выключатели автоматические ВА47-29 предназначены для защиты от перегрузки и токов короткого замыкания электрических цепей с единичными и групповыми потребителями электрической энергии.

Выключатели имеют три типа характеристики срабатывания оттока короткого замыкания и различные области применения:

- бытовые цепи, выполненные алюминиевыми проводами, - характеристика В;
- бытовые цепи, выполненные медными проводами, - характеристики В или С;
- нагрузки производственного характера с

электродвигателями и пускорегулирующими аппаратами люминесцентных ламп - характеристики С или D.

Таблица 2.3.5. Технические характеристики выключателей автоматических ВА47-29

Номинальный ток, А	1P	2P	3P	4P
	Наименование			
Характеристика В				
1	ВА47-29 1P 1A «В»	ВА47-29 2P 1A «В»	ВА47-29 3P 1A «В»	ВА47-29 4P 1A «В»
2	ВА47-29 1P2A «В»	ВА47-29 2P 2A «В»	ВА47-29 3P 2A «В»	ВА47-29 4P 2A «В»
3	ВА47-29 1P 3A «В»	ВА47-29 2P 3A «В»	ВА47-29 3P 3A «В»	ВА47-29 4P 3A «В»
4	ВА47-29 1P4A «В»	ВА47-29 2P 4A «В»	ВА47-29 3P 4A «В»	ВА47-29 4P 4A «В»
5	ВА47-29 1P 5A «В»	ВА47-29 2P 5A «В»	ВА47-29 3P 5A «В»	ВА47-29 4P 5A «В»
6	ВА47-29 1P 6A «В»	ВА47-29 2P 6A «В»	ВА47-29 3P 6A «В»	ВА47-29 4P 6A «В»
8	ВА47-29 1P8A «В»	ВА47-29 2P 8A «В»	ВА47-29 3P 8A «В»	ВА47-29 4P 8A «В»
10	ВА47-29 1P 10A «В»	ВА47-29 2P 10A «В»	ВА47-29 3P 10A «В»	ВА47-29 4P 10A «В»

Продолжение таблицы 2.3.5.

Номи- ми- наль- ный ток, А	1P	2P	3P	4P
	Наименование			
13	BA47-29 1P 13A «B»	BA47-29 2P 13A «B»	BA47-29 3P 13A «B»	BA47-29 4P 13A «B»
16	BA47-29 1P 16A «B»	BA47-29 2P 16A «B»	BA47-29 3P 16A «B»	BA47-29 4P 16A «B»
20	BA47-29 1P 20A «B»	BA47-29 2P 20A «B»	BA47-29 3P 20A «B»	BA47-29 4P 20A «B»
25	BA47-29 1P 25A «B»	BA47-29 2P 25A «B»	BA47-29 3P 25A «B»	BA47-29 4P 25A «B»
32	BA47-29 1P 32A «B»	BA47-29 2P 32A «B»	BA47-29 3P 32A «B»	BA47-29 4P 32A «B»
40	BA47-29 1P 40A «B»	BA47-29 2P 40A «B»	BA47-29 3P 40A «B»	BA47-29 4P 40A «B»
50	BA47-29 1P 50A «B»	BA47-29 2P 50A «B»	BA47-29 3P 50A «B»	BA47-29 4P 50A «B»
63	BA47-29 1P 63A «B»	BA47-29 2P 63A «B»	BA47-29 3P 63A «B»	BA47-29 4P 63A «B»
Характеристика C				
0,5	BA47-29 1P 0,5A «C»	BA47-29 2P 0,5 A «C»	BA47-29 3P 0,5 A «C»	BA47-29 4P 0,5 A «C»
1	BA47-29 1P 1A «C»	BA47-29 2P 1 A «C»	BA47-29 3P 1A «C»	BA47-29 4P 1A «C»
1,6	BA47-29 1P 1,6A «C»	BA47-29 2P 1,6 A «C»	BA47-29 3P 1,6 A «C»	BA47-29 4P 1,6 A «C»
2	BA47-29 1P 2A «C»	BA47-29 2P 2 A «C»	BA47-29 3P 2 A «C*»	BA47-29 4P 2 A «C»
3	BA47-29 1P 3A «C»	BA47-29 2P 3 A «C»	BA47-29 3P 3 A «C*»	BA47-29 4P 3 A «C»
4	BA47-29 1P 4A «C»	BA47-29 2P 4 A «C»	BA47-29 3P 4 A «C»	BA47-29 4P 4 A «O»
5	BA47-29 1P 5A «C»	BA47-29 2P 5 A «C»	BA47-29 3P 5 A «C*»	BA47-29 4P 5 A «C»
6	BA47-29 1P 6A «C»	BA47-29 2P 6 A «C»	BA47-29 3P 6 A «C*»	BA47-29 4P 6 A «C»
8	BA47-29 1P 8A «C»	BA47-29 2P 8 A «C»	BA47-29 3P 8 A «C»	BA47-29 4P 8 A «O»

Продолжение таблицы 2.3.5.

Номи- ми- наль- ный ток, А	1P	2P	3P	4P
	Наименование			
10	BA47-29 1P 10A «C»	BA47-29 2P 10A «C»	BA47-29 3P 10A «C»	BA47-29 4P 10A «C»
13	BA47-29 1P 13A «C»	BA47-29 2P 13A «C»	BA47-29 3P 13A «C»	BA47-29 4P 13A «C»
16	BA47-29 1P 16A «C»	BA47-29 2P 16A «C»	BA47-29 3P 16A «C»	BA47-29 4P 16A «C»
20	BA47-29 1P20A «C»	BA47-29 2P 20A «C»	BA47-29 3P 20A «C»	BA47-29 4P 20A «C»
25	BA47-29 1P25A «C»	BA47-29 2P 25A «C»	BA47-29 3P 25A «C»	BA47-29 4P 25A «C»
32	BA47-29 1P32A «C»	BA47-29 2P 32A «C»	BA47-29 3P32A «C»	BA47-29 4P 32A «C»
40	BA47-29 1P40A «C»	BA47-29 2P 40A «C»	BA47-29 3P 40A «C»	BA47-29 4P 40A «C»
50	BA47-29 1P 50A «C»	BA47-29 2P 50A «C»	BA47-29 3P 50A «C»	BA47-29 4P 50A «C»
63	BA47-29 1P 63A «C»	BA47-29 2P 63A «C»	BA47-29 3P 63A «C»	BA47-29 4P 63A «C»
Характеристика D				
1	BA47-29 1P 1A «D»	BA47-29 2P 1A «D»	BA47-29 3P 1A «D»	BA47-29 4P 1A «D»
2	BA47-29 1P 2A «D»	BA47-29 2P 2A «D»	BA47-29 3P 2A «D»	BA47-29 4P 2A «D»
3	BA47-29 1P 3A «D»	BA47-29 2P 3A «D»	BA47-29 3P 3A «D»	BA47-29 4P 3A «D»
4	BA47-29 1P4A «D»	BA47-29 2P 4A «D»	BA47-29 3P4A «D»	BA47-29 4P 4A «D»
5	BA47-29 1P 5A «D»	BA47-29 2P 5A «D»	BA47-29 3P 5A «D»	BA47-29 4P 5A «D»
6	BA47-29 1P 6A «D»	BA47-29 2P 6A «D»	BA47-29 3P 6A «D»	BA47-29 4P 6A «D»
8	BA47-29 1P8A «D»	BA47-29 2P 8A «D»	BA47-29 3P8A «D»	BA47-29 4P 8A «D»
10	BA47-29 1P 10A «D»	BA47-29 2P 10A «D»	BA47-29 3P 10A «D»	BA47-29 4P 10A «D»

Продолжение таблицы 2.3.5.

Номи- ми- наль- ный ток, А	1P	2P	3P	4P
	Наименование			
13	BA47-29 1P 13A «D»	BA47-29 2P 13A «D»	BA47-29 3P 13A «D»	BA47-29 4P 13A «D»
16	BA47-29 1P 16A «D»	BA47-29 2P 16A «D»	BA47-29 3P 16A «D»	BA47-29 4P 16A «D»
25	BA47-29 1P 25A «D»	BA47-29 2P 25A «D»	BA47-29 3P 25A «D»	BA47-29 4P 25A «D»
32	BA47-29 1P 32A «D»	BA47-29 2P 32A «D»	BA47-29 3P 32A «D»	BA47-29 4P 32A «D»
40	BA47-29 1P 40A «D»	BA47-29 2P 40A «D»	BA47-29 3P 40A «D»	BA47-29 4P 40A «D»
50	BA47-29 1P 50A «D»	BA47-29 2P 50A «D»	BA47-29 3P 50A «D»	BA47-29 4P 50A «D»
63	BA47-29 1P 63A «D»	BA47-29 2P 63A «D»	BA47-29 3P 63A «D»	BA47-29 4P 63A «D»

Рисунок 5. Время-токовые характеристики автоматических выключателей серии ВА 47

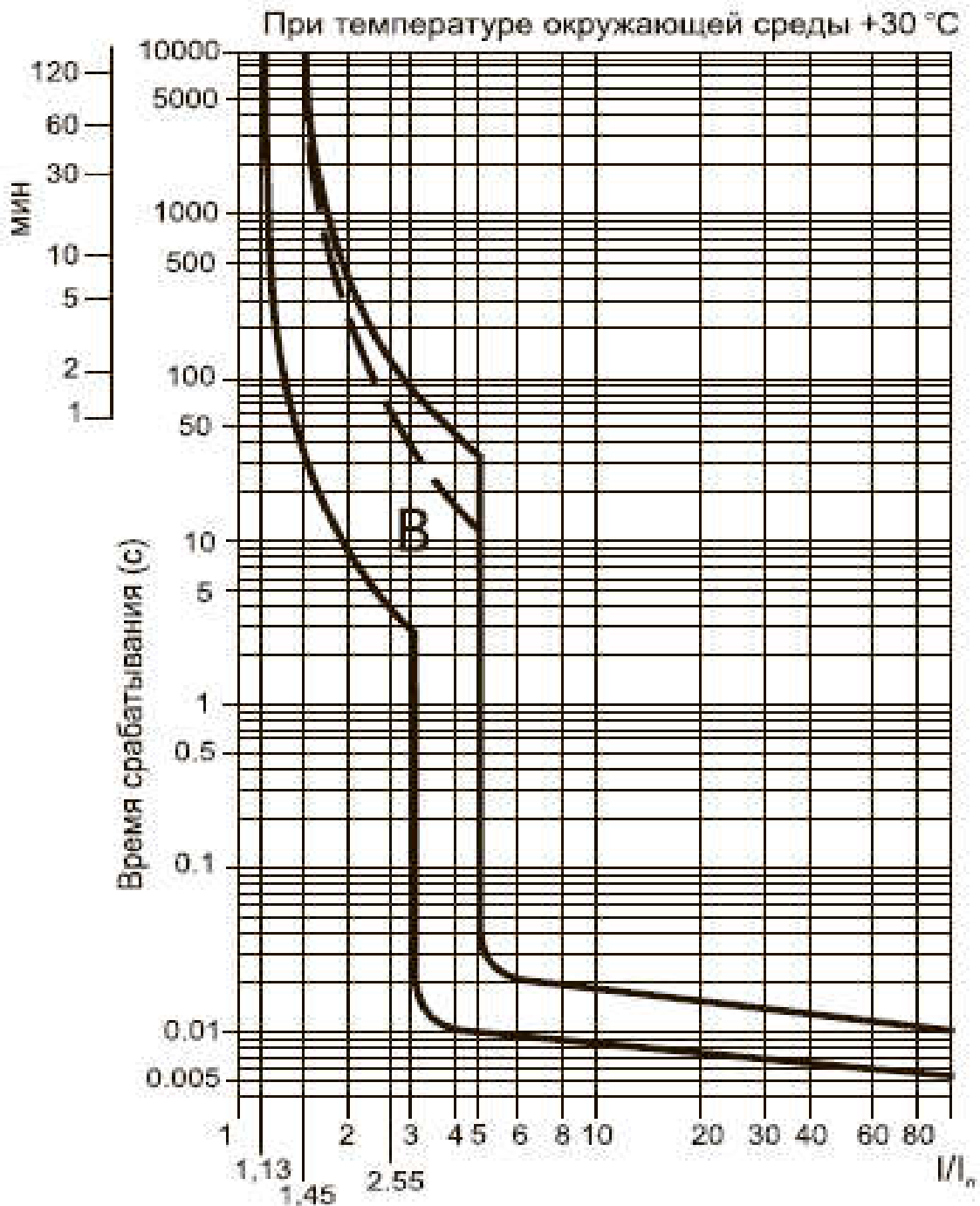
Характеристика «В» $I_{отс.а} = 3 \div 5 I_{дв.п}$

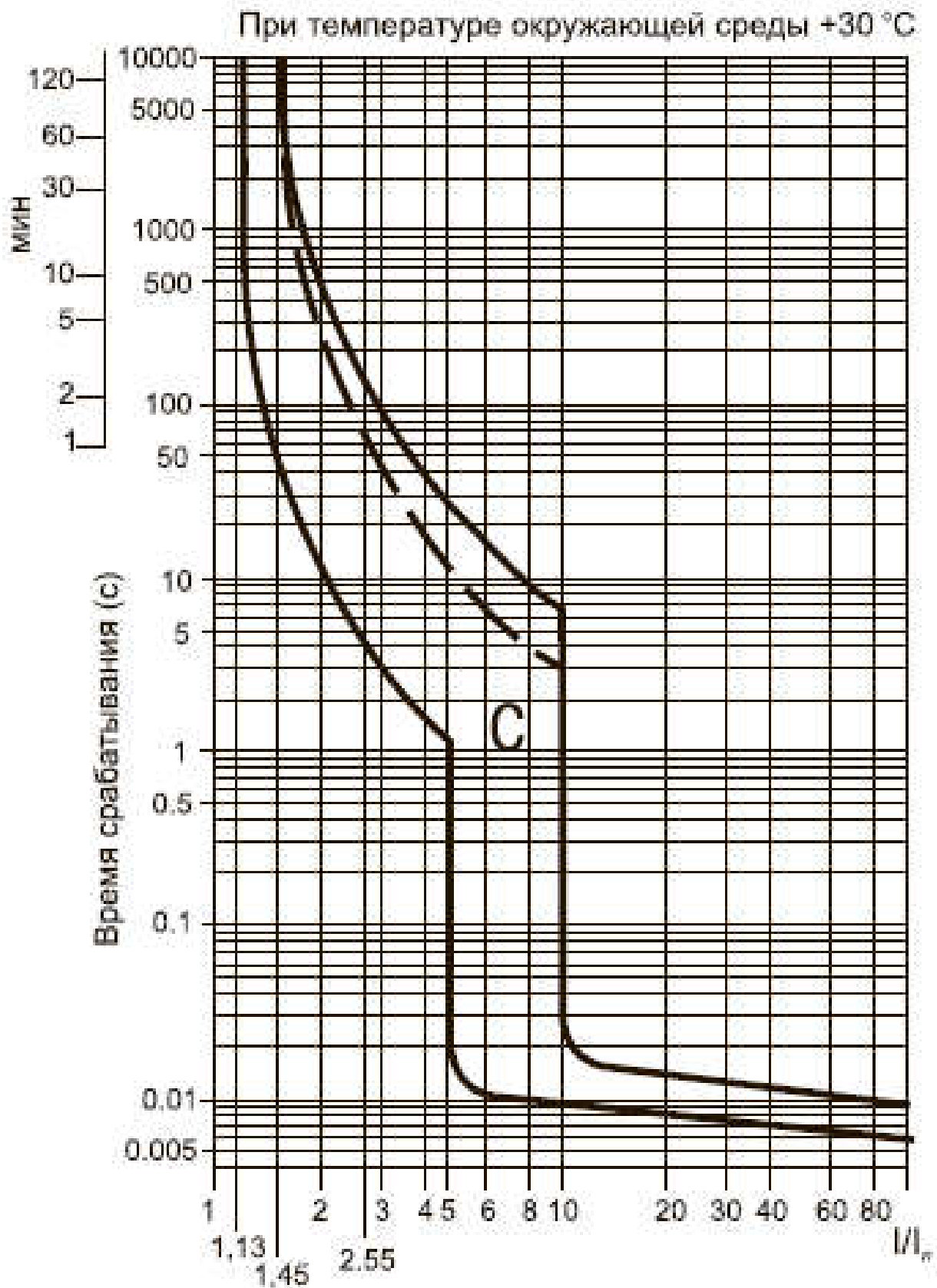
Характеристика «С» $I_{отс.а} = 5 \div 10 I_{дв.п}$

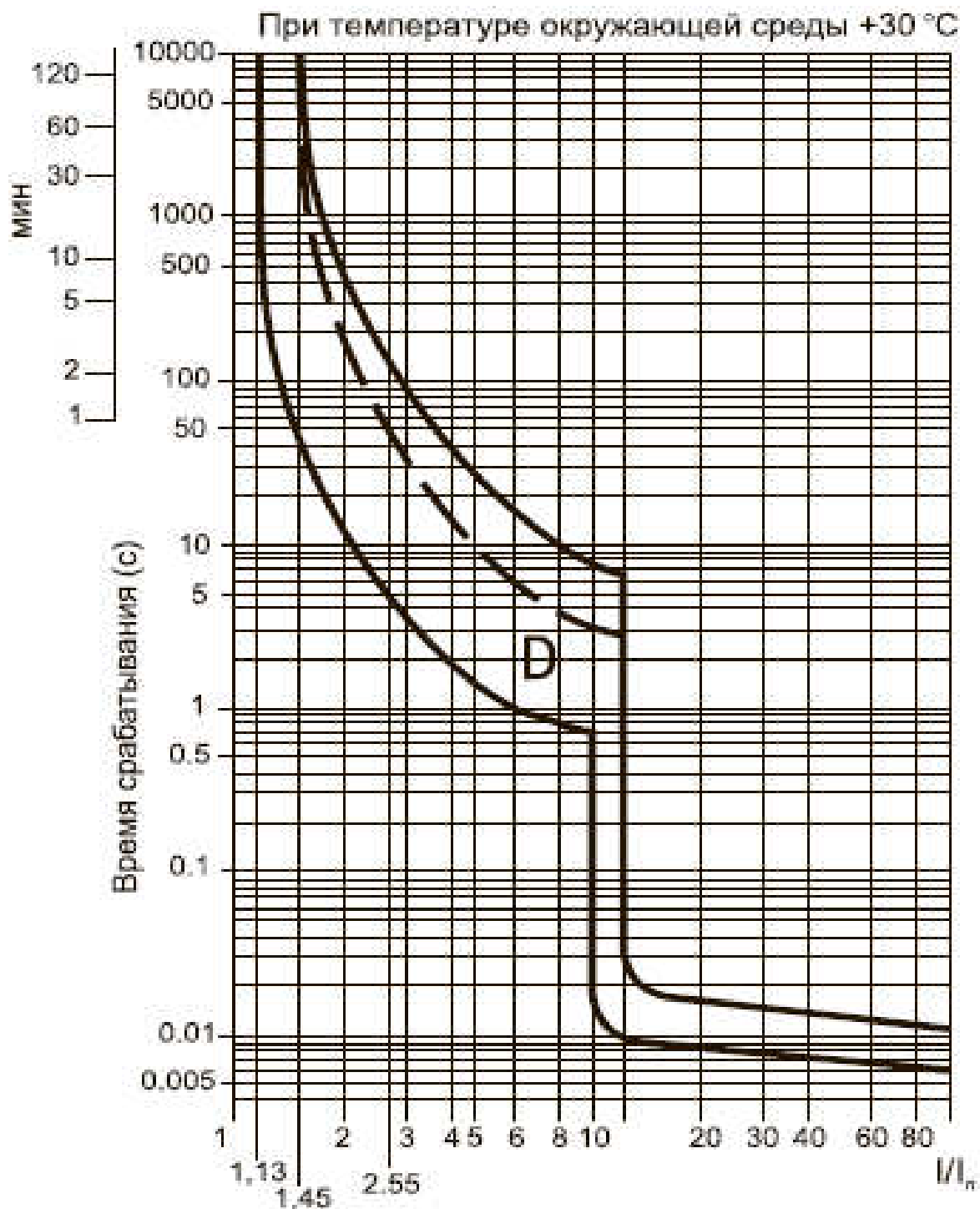
Характеристика «D» $I_{отс.а} = 10 \div 20 I_{дв.п}$

Ток отсечки кратен 5, 10, 14 номинальным токам расцепителя.

Время-токовые характеристики отключения







На рисунках пунктирная линия – это верхняя граница время-токовой характеристики для автоматических выключателей с номинальным током $I_n \leq 32$ А.

[назад](#)

Приложение 12. Выключатели автоматические ВА47-100



Выключатели автоматические ВА47-100 предназначены для защиты от перегрузки и токов короткого замыкания электрических цепей с единичными и групповыми потребителями электрической энергии, в том числе в составе щитовой продукции производственного назначения. Выключатели снабжены механизмом моментного включения и визуальным контролем положения рукоятки управления.

Таблица 2.3.6. Технические характеристики выключателей автоматических ВА47-100

Номинальный ток, А	1P	2P	3P	4P
	Наименование			
Характеристика С				
10	ВА 47-100 1P 10А «С»	ВА 47-100 2P 10 А «С»	ВА 47-100 3P 10 А «С»	ВА 47-100 4P 10 А «С»
16	ВА 47-100 1P 16А «С»	ВА 47-100 2P 16 А «С»	ВА 47-100 3P 16 А «С»	ВА 47-100 4P 16 А «С»
25	ВА 47-100 1P 25А «С»	ВА 47-100 2P 25 А «С»	ВА 47-100 3P 25 А «С»	ВА 47-100 4P 25 А «С»
32	ВА 47-100 1P 32А «С»	ВА 47-100 2P 32 А «С»	ВА 47-100 3P 32 А «С»	ВА 47-100 4P 32 А «С»
35	ВА 47-100 1P 35А «С»	ВА 47-100 2P 35 А «С»	ВА 47-100 3P 35 А «С»	ВА 47-100 4P 35 А «С»
40	ВА 47-100 1P 40А «С»	ВА 47-100 2P 40 А «С»	ВА 47-100 3P 40 А «С»	ВА 47-100 4P 40 А «С»
50	ВА 47-100 1P 50А «С»	ВА 47-100 2P 50 А «С»	ВА 47-100 3P 50 А «С»	ВА 47-100 4P 50 А «С»
63	ВА 47-100 1P 63А «С»	ВА 47-100 2P 63 А «С»	ВА 47-100 3P 63 А «С»	ВА 47-100 4P 63 А «С»
80	ВА 47-100 1P 80А «С»	ВА 47-100 2P 80 А «С»	ВА 47-100 3P 80 А «С»	ВА 47-100 4P 80 А «С»

Продолжение таблицы 2.3.6.

Номи- ми- наль- ный ток, А	1P	2P	3P	4P
	Характеристика D			
10	BA47-100 1P 10 A «D»	BA47-100 2P 10 A «D»	BA47-100 3P 10 A «D»	BA47-100 4P 10 A «D»
16	BA47-100 1P 16 A «D»	BA47-100 2P 16 A «D»	BA47-100 3P 16A «D»	BA47-100 4P 16 A «D»
25	BA47-100 1P 25 A «D»	BA47-100 2P 25 A «D»	BA47-100 3P 25 A «D»	BA47-100 4P 25 A «D»
32	BA47-100 1P 32 A «D»	BA47-100 2P 32 A «D»	BA47-100 3P 32 A «D»	BA47-100 4P 32 A «D»
35	BA47-100 1P 35 A «D»	BA47-100 2P 35 A «D»	BA47-100 3P 35 A «D»	BA47-100 4P 35 A «D»
40	BA47-100 1P 40 A «D»	BA47-100 2P 40 A «D»	BA47-100 3P 40 A «D»	BA47-100 4P 40 A «D»
50	BA47-100 1P 50 A «D»	BA47-100 2P 50 A «D»	BA47-100 3P 50 A «D»	BA47-100 4P 50 A «D»
63	BA47-100 1P 63 A «D»	BA47-100 2P 63 A «D»	BA47-100 3P 63 A «D»	BA47-100 4P 63 A «D»
80	BA47-100 1P 80 A «D»	BA47-100 2P 80 A «D»	BA47-100 3P 80 A «D»	BA47-100 4P 80 A «D»
100	BA47-100 1P 100 A «D»	BA47-100 2P 100 A «D»	BA47-100 3P 100 A «D»	BA47-100 4P 100 A «D»

[Назад](#)

Приложение 13. Выключатели автоматические ВА88



Автоматические выключатели ВА88 предназначены для проведения тока в нормальном режиме и отключения тока при коротких замыканиях, перегрузке, недопустимых снижениях напряжения, а также для оперативных включений и отключений участков электрических цепей и рассчитаны для эксплуатации в электроустановках с номинальным рабочим напряжением до 400 В и на номинальные токи от 12,5 до 1600 А. Соответствуют требованиям ГОСТ Р 50030.2 и изготовлены по техническим условиям ТУ 3422-001-18461115-2009.

Таблица 2.3.7.. Технические характеристики выключателей автоматических ВА88

Тип автоматического выключателя	ВА88-32	ВА88-33	ВА88-35
Максимальный номинальный ток (базовый габарит) $I_{н.А}$, А	125	160	250
Расцепитель сверхтоков	тепловой и электромагнитный	тепловой и электромагнитный	тепловой и электромагнитный
Номинальный ток (уставка теплового расцепителя). $I_{н.р.А}$, А	12,5, 16, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125	63, 80, 100, 125, 160	100, 125, 160, 200, 250
Уставка электромагнитного расцепителя $I_{отс.}$, А	$10 \cdot I_{н.р.А}$	$10 \cdot I_{н.р.А}$	$10 \cdot I_{н.р.А}$

[назад](#)

Приложение 14. Токовые нагрузки проводов и кабелей (ПУЭ, 7-ое издание, 2007)



1.3.10. Допустимые длительные токи для проводов с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией, шнуров с резиновой изоляцией и кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной и резиновой оболочках приведены в табл. 1.3.4-1.3.11. Они приняты для температур: жил +65, окружающего воздуха +25 и земли +15°C.

При определении количества проводов, прокладываемых в одной трубе (или жил многожильного проводника), нулевой рабочий проводник четырехпроводной системы трехфазного тока, а также заземляющие и нулевые защитные проводники в расчет не принимаются.

Данные, содержащиеся в табл. 1.3.4 и 1.3.5, следует применять независимо от количества труб и места их прокладки (в воздухе, перекрытиях, фундаментах).

Допустимые длительные токи для проводов и кабелей, проложенных в коробах, а также в лотках пучками, должны приниматься: для проводов - по табл. 1.3.4 и 1.3.5 как для проводов, проложенных в трубах, для кабелей - по табл. 1.3.6-1.3.7 как для кабелей, проложенных в воздухе. При количестве одновременно нагруженных проводов более четырех, проложенных в трубах, коробах, а также в лотках пучками, токи для проводов должны приниматься по табл. 1.3.4 и 1.3.5 как для проводов, проложенных открыто (в воздухе), с введением снижающих коэффициентов 0,68 для 5 и 6; 0,63 для 7-9 и 0,6 для 10-12 проводников.

Таблица 1.3.4. Допустимый длительный ток для проводов и шнуров с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух одножильных	трех одножильных	четырех одножильных	одного двухжильного	одного трехжильного
0,5	11	-	-	-	-	-
0,75	15	-	-	-	-	-
1	17	16	15	14	15	14
1,2	20	18	16	15	16	14,5
1,5	23	19	17	16	18	15

Продолжение таблицы 1.3.4.

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух одножильных	трех одножильных	четырёх одножильных	одного двухжильного	одного трехжильного
2	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3	34	32	28	26	28	24
4	41	38	35	30	32	27
5	46	42	39	34	37	31
6	50	46	42	40	40	34
8	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	100	90	100	85
35	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135
70	270	225	210	185	195	175
95	330	275	255	225	245	215
120	385	315	290	260	295	250
150	440	360	330	-	-	-
185	510	-	-	-	-	-
240	605	-	-	-	-	-
300	695	-	-	-	-	-
400	830	-	-	-	-	-

Таблица 1.3.5. Допустимый длительный ток для проводов с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с алюминиевыми жилами

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух одножильных	трех одножильных	четырёх одножильных	одного двухжильного	одного трехжильного
2	21	19	18	15	17	14
2,5	24	20	19	19	19	16
3	27	24	22	21	22	18
4	32	28	28	23	25	21
5	36	32	30	27	28	24
6	39	36	32	30	31	26
8	46	43	40	37	38	32

Продолжение таблицы 1.3.5.

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток, А, для проводов, проложенных в одной трубе					
	открыто	двух одножильных	трех одножильных	четырёх одножильных	одного двухжильного	одного трехжильного
10	60	50	47	39	42	38
16	75	60	60	55	60	55
25	105	85	80	70	75	65
35	130	100	95	85	95	75
50	165	140	130	120	125	105
70	210	175	165	140	150	135
95	255	215	200	175	190	165
120	295	245	220	200	230	190
150	340	275	255	-	-	-
185	390	-	-	-	-	-
240	465	-	-	-	-	-
300	535	-	-	-	-	-
400	645	-	-	-	-	-

Таблица 1.3.6. Допустимый длительный ток для проводов с медными жилами с резиновой изоляцией в металлических защитных оболочках и кабелей с медными жилами с резиновой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной, найритовой или резиновой оболочке, бронированных и небронированных

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток *, А, для проводов и кабелей					
	одножильных	двухжильных			трехжильных	
		при прокладке				
	в воздухе	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле	
* Токи относятся к проводам и кабелям, как с нулевой жилой, так и без нее.						
1,5	23	19	33	19	27	
2,5	30	27	44	25	38	
4	41	38	55	35	49	
6	50	50	70	42	60	
10	80	70	105	55	90	
16	100	90	135	75	115	
25	140	115	175	95	150	
35	170	140	210	120	180	
50	215	175	265	145	225	
70	270	215	320	180	275	
95	325	260	385	220	330	
120	385	300	445	260	385	

Продолжение таблицы 1.3.6

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток *, А, для проводов и кабелей	Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток *, А, для проводов и кабелей	Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток *, А, для проводов и кабелей
	одножильных	двухжильных		трёхжильных	
	при прокладке				
	в воздухе	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле
150	440	350	505	305	435
185	510	405	570	350	500
240	605	-	-	-	-

Таблица 1.3.7. Допустимый длительный ток для кабелей с алюминиевыми жилами с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной и резиновой оболочках, бронированных и небронированных

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток, А, для кабелей				
	одножильных	двухжильных		трехжильных	
	при прокладке				
	в воздухе	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле
2,5	23	21	34	19	29
4	31	29	42	27	38
6	38	38	55	32	46
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90
25	105	90	135	75	115
35	130	105	160	90	140
50	165	135	205	110	175
70	210	165	245	140	210
95	250	200	295	170	255
120	295	230	340	200	295
150	340	270	390	235	335
185	390	310	440	270	385
240	465	-	-	-	-

Примечание. Допустимые длительные токи для четырехжильных кабелей с пластмассовой изоляцией на напряжение до 1 кВ могут выбираться по табл. 1.3.7, как для трехжильных кабелей, но с коэффициентом 0,92.

Расшифровка (маркировка) сокращений, применяемых для обозначений силовых кабелей с ПВХ (виниловой) и резиновой изоляцией (по ГОСТ 16442-80, ТУ16.71-277-98, ТУ 16.К71-335-2004)

А - (первая буква) алюминиевая жила, если буквы нет - жила медная.
АС - Алюминиевая жила и свинцовая оболочка.
АА - Алюминиевая жила и алюминиевая оболочка.
Б - Броня из двух стальных лент с антикоррозийным покрытием.
Бн - То же, но с негорючим защитным слоем (не поддерживающим горение).
б – Без подушки.
В - (первая (при отсутствии А) буква) ПВХ изоляция.
В - (вторая (при отсутствии А) буква) ПВХ оболочка.
Г - В начале обозначения - это кабель для горных выработок, в конце обозначения - нет защитного слоя поверх брони или оболочки («голый»)
г - Водозащитные ленты герметизации металлического экрана (в конце обозначения).
2г - Алюмополимерная лента поверх герметизированного экрана .
Шв - Защитный слой в виде выпрессованного шланга (оболочки) из ПВХ.
Шп - Защитный слой в виде выпрессованного шланга (оболочки) из полиэтилена.
Шпс – Защитный слой из выпрессованного шланга из самозатухающего полиэтилена.
К – Броня из круглых оцинкованных стальных проволок, поверх которых наложен защитный слой. Если стоит в начале обозначения – контрольный кабель.
С – Свинцовая оболочка.
О - Отдельные оболочки поверх каждой фазы.
Р – Резиновая изоляция.
НР - Резиновая изоляция и оболочка из резины, не поддерживающей горение.
П - Изоляция или оболочка из термопластичного полиэтилена.
Пс - Изоляция или оболочка из самозатухающего не поддерживающего горение полиэтилена.
Пв - Изоляция из вулканизированного полиэтилена.
ББГ - Броня профилированной стальной ленты.
нг - Не поддерживающий горение.
LS - Low Smoke - низкое дымо- и газовыделение.
КГ - Кабель гибкий.

Расшифровка (маркировка) кабелей и проводов зарубежного производства.

Силовой кабель:

N – Обозначает что кабель изготовлен согласно немецкому стандарту VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker — Союз германских электротехников).
Y – Изоляция из ПВХ.
Н - Отсутствие в ПВХ-изоляции галогенов (вредных органических соединений).
М - Монтажный кабель.
С – Наличие медного экрана.
RG – Наличие брони.

[назад](#)

Приложение 15. Справочные материалы расчёта электрического освещения

Таблица 2.4.1 Технические характеристики светильников (4, с.239-241, табл. 12.3)

Тип	Источник света		Степень защиты	Светотехнические характеристики		
	Тип	Мощность Вт		Класс светораспределения	КСС	η светильника %
РСР05	ДРЛ	250, 400	IP23	П	Г-1	70
РСР08	ДРЛ	125,250	IP53	П	Г-1	70
РСР08	ДРЛ	250, 400	IP53	П	Л	80
РСР11	ДРЛ	250, 400	IP54	П	Д-1	60
НСР11	ЛН	100,200	IP60	Р	Д-1	55
НСР22	ЛН	100,200	IP53	П	Д-2	75
Н4БН-150	ЛН	150	2ExiIT2	П	Г-1	55
Н4Б-300М	ЛН	300	2ExiIT2	П	Г-1	55
ЛСП06-2x40	ЛЛ	40	IP20	П	Д-2	70
ПВЛМ-2x40	ЛЛ	40	IP50	П	Д-2	70

Таблица 2.4.2 Коэффициент оптимального расстояния между светильниками $L_{\text{опт}}$ (4, с.238, табл.12.2)

КСС	$L_{\text{опт}}$	
	Рекомендуемые значения	Наибольшие допустимые значения
К-1	0,49	0,9
К-2	0,42	
К-3	0,36	
Г-1	0,96	1,4
Г-2	0,77	
Г-3	0,66	
Г-4	0,57	
Д-1	1,3	2,1
Д-2	0,96	
М	1,8-2,6	3,4
Л	1,4-2,0	2,3

Таблица 2.4.3. Содержание пыли в помещениях (4, с.238, табл.12.2)

Освещаемые объекты	Коэффициент запаса	
	при газоразрядных лампах	при лампах нака- ливания
Производственные помещения при содержании в воздухе пыли, дыма и др., мг/ м ³ :		
больше 10 - темной	2,0	1,7
больше 10 - светлой	1,8	1,5
5 ÷ 10 - темной	1,8	1,5
5 ÷ 10 - светлой	1,6	1,4
меньше 5	1,5	1,3
Помещения с особым режимом по чистоте при светильниках нижнего обслуживания	1,3	1,15
Вспомогательные помещения с нормальной средой и помещения общественных и жилых зданий	1,5	1,3
Территории предприятий и городов	1,5	1,3

Таблица 2.4.4. Нормируемый уровень освещенности на рабочих местах (4, с. 168 -169, табл.8.4)

Разряд зритель-	Наименьший размер объекта	Характеристика зрительной работы	Освещенность лк
I	<0,15	Наивысшей точности	1500
II	0,15-0,3	Очень высокой точности	1250
III	0,3-0,5	Высокой точности	500
IV	0,5-1,0	Средней точности	300
VI	>5	Грубая	150
VII	>5	Работа в горячих цехах	200
Общее наблюдение за ходом производственного процесса			
VIIIА	-	Постоянное	75
VIIIВ	-	Периодическое при постоянном пребывании людей в помеще- нии	50
VIIIВ	-	Периодическое пребывание людей в помещении	30

Таблица 2.4.5. Коэффициент использования осветительной установки ($\eta_{и}$) (4, с.189, табл. 9.14)

ρ_n	0,7						0,7						0,5					
$\rho_{ст}$	0,5						0,5						0,5					
ρ_p	0,3						0,1						0,3					
i	Индекс помещения																	
КСС	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5
М	35	50	61	73	83	95	34	47	56	66	75	86	32	45	55	67	74	84
Д-1	36	50	58	72	84	90	36	47	56	63	73	79	36	48	57	66	76	85
Д-2	44	52	68	80	91	100	42	51	64	76	84	92	42	51	65	71	90	98
Г-1	49	60	76	90	102	106	48	57	71	82	89	94	45	56	65	78	76	87
Г-2	58	68	82	95	102	109	55	64	78	86	92	96	55	66	80	93	98	103

Таблица 2.4.6. Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк. (учтены значения $\rho_n = 0,5$; $\rho_c = 0,3$; $\rho_p = 0,1$; $K_3 = 1,5$; $z = 1,1$)

Параметры помещения		Типы светильников							
		ПВЛМ, ЛСП0, ЛСП02				ПВЛМ, ДОР, ЛДОР, ЛСП02			
Н, м	S, м ²	ЛБ-40	ЛХБ-40, ЛБ-30, ЛТБ-40, ЛД-40	ЛХБ-80ЛД В-40Л ТБ-80	ЛД-80, ЛДЦ-80	ЛБ-40	ЛХБ-40, ЛТБ-40, ЛД-40, ЛБ-80	ЛХБ-80, ЛТБ-80, ЛДЦ-40	ЛД-80, ЛДЦ-80
3-4	10-15	13,0	15,2	17,6	20,0	14,2	18,4	21,0	24,0
	15-20	11,6	13,6	15,5	18,0	11,2	14,5	16,0	18,6
	20-30	9,9	11,2	13,0	15,6	9,5	10,8	12,5	14,5
	30-50	7,7	8,6	10,0	12,1	7,6	8,9	10,0	11,4
	50-120	5,5	6,4	7,4	8,4	5,9	7,0	7,8	9,1
	120-300	4,4	5,2	5,9	6,7	4,8	5,7	6,5	7,5
	300	3,6	4,1	4,7	5,4	3,9	4,5	5,0	5,9

Таблица 2.4.7. Удельная мощность общего равномерного освещения светильниками с ЛН мощностью 60-200 Вт

Н, м	S, м ²	Удельная мощность w, Вт/м ² , светильников с КСС					
		Д-1	Д-2	Д-3	Г-1	Г-2	Г-3
2-3	10-15	28,8	25,4	24,3	20,1	17,5	16,9
	15-25	23,2	20,5	20,5	17,5	15,2	14,8

Н, м	S, м ²	Удельная мощность w, Вт/м ² , светильников с КСС					
		Д-1	Д-2	Д-3	Г-1	Г-2	Г-3
	25-50	20,5	18,4	17,5	15,2	13,7	13,3
	50-150	16,9	15,2	13,9	12,7	12,0	П.7
	150-300	14,8	13,2	12,9	П,7	11,2	П.2
	Свыше 300	13,0	12,1	П.5	ПЛ	10,8	10,8
3-4	10-15	50,8	41,1	33,4	26,7	22,2	21,3
	15-25	38,1	32,3	28,1	22,7	19,1	18,7
	20-30	28,8	25,4	24,3	20,1	17,2	16,9
	30-50	23,2	20,5	20,5	17,5	15,2	14,9
	50-120	19,8	17,8	16,7	14,6	13,2	13,0
	120-300	16,9	15,0	13,9	12,6	11,9	11,9
	Свыше 300	13,5	12,7	12,1	11,4	11,0	11,1

* Освещенность 100 лк; условный КПД = 100 %; $p_n = 0,5$; $p_c = 0,3$; $p_p = 0,1$; $K_3 = 1,3$; $z = 1,15$

Таблица 2.4.8. Удельная мощность общего равномерного освещения светильниками с лампами типа ДРЛ

Н, м	S, м ²	Удельная мощность w Вт/м ² светильников с КСС							
		Д-1	Д-2	Д-3	Г-1	Г-2	Г-3	К-1	К-2
4-6	10—17	28,5	18,4	15,7	10,8	8,2	8,5		
	17—25	17,4	13,6	11,2	8,5	7,0	7,0		
	25-35	12,5	11,2	8,9	7,1	6,0	6,1		
	35-50	9,8	8,5	7,6	6,2	5,4	5,3		
	50-80	7,1	6,5	6,5	5,5	4,7	4,6		
	80- 150	6,4	5,7	5,5	4,7	4,2	4,1		
	150-400	5,4	4,8	4,5	4,0	3,7	3,6		
	Свыше 400	4,2	3,9	3,7	3,4	3,3	3,3		
6-8	50-65	13,0	11,2	9,0	7,3	6,0	5,9	5,4	
	65-90	10,4	8,9	7,8	6,5	5,5	5,4	5,0	
	90-135	7,8	6,9	6,8	5,7	4,9	4,8	4,6	
	135-250	6,5	5,8	5,8	5,0	4,3	4,2	4,1	
	250-500	5,7	5,1	4,8	4,2	3,8	3,8	3,8	
	Свыше 500	4,2	3,9	3,7	3,4	3,3	3,8	3,3	

* Освещенность 100 лк; условный КПД = 100 %; $p_n = 0,5$; $p_c = 0,3$; $p_p = 0,1$; $K_3 = 1,3$; $z = 1,15$



Щитки освещения для производственных и общественных зданий ОЩВ, УОЩВ предназначены для приема и распределения электроэнергии в жилых и производственных помещениях, а также для защиты линий при перегрузках и токах короткого замыкания в сетях переменного тока напряжением 230/400 В. Внутри корпуса установлены вводные, трехполюсные и групповые, однополюсные автоматические выключатели, а также шины N и PE.

Расшифровка обозначений
ОЩВ-3-63-6-0 36УХЛ4:

ОЩВ - осветительный щиток с выключателем;
УОЩВ - утапливаемый осветительный щиток с выключателем;
3 – трехфазный;
63 - вводной автоматический выключатель 63 А;
6 - количество групповых линий;
0 – модификация:
0 - все автоматические выключатели групповых линий 16 А;
3 - тип покрытия: 3 - ЭПК/шагрень, 5 - ЭПК/глянец;
6 - цвет краски RAL 7035
УХЛ4- климатическое исполнение по ГОСТ 15150;
IP31 - степень защиты по ГОСТ 14254

[назад](#)

Таблица 2.6.1. Технические параметры осветительных щитков.

Наименование	Характеристики
ОЩВ-3-63- 6-0 36 УХЛ4 IP31	Ввод: ВА47-29 3р 63 А Групповые: ВА47-29 1р 16А 6 шт.
ОЩВ-3-63-12-0 36 УХЛ4 IP31	Ввод: ВА47-29 3р 63 А Групповые: ВА47-29 1р 16А 12 шт.
ОЩВ-3-100-12-0 36 УХЛ4 IP31	Ввод: ВА47-100 3р 100 А Групповые: ВА47-29 1р 16А - 12 шт.
УОЩВ-3-63-6-0 36 УХЛ4 IP31	Ввод: ВА47-29 3р 63 А Групповые: ВА47-29 1р 16А 6 шт.
УОЩВ-3-63-12-0 36 УХ/14 IP31	Ввод: ВА47-29 3р 63 А Групповые: ВА47-29 1р 16А 12 шт.
У01ЦВ-3-100-12-0 36 УХ/14 IP31	Ввод: ВА47-100 3р 100 А Групповые: ВА47-29 1р 16А - 12 шт.

Комплектование осветительных щитков автоматическими выключателями может производиться заказчиком самостоятельно.

Приложение 16. Расчёт контура защитного заземления

МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Сопротивление растеканию тока, Ω , через одиночный заземлитель из труб диаметром 25...50 мм.

$$R_{\text{тр}} = 0,9 \cdot (\rho / l_{\text{тр}}), \quad (1.1)$$

где ρ - удельное сопротивление грунта, которые выбирают в зависимости от его вида (суглинок, глина, песок), $\Omega \cdot \text{см}$; $l_{\text{тр}}$ - длина трубы, м.

Затем определяют ориентировочное число вертикальных заземлителей без учёта коэффициента экранирования

$$n = R_{\text{тр}} / r, \quad (1.2)$$

где r - допустимое сопротивление заземляющего устройства, Ω .

В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПЭУ) на электрических установках напряжением до 1000В допустимое сопротивление заземляющего устройства равно не более **4 Ом**.

Разместив вертикальные заземлители на плане и определив расстояние между ними, определяют коэффициент экранирования заземлителей по табл. 1.1.

Таблица 1.1

Коэффициенты экранирования заземлителей $\eta_{\text{гр}}$

Число труб (уголков)	Отношение расстояния между трубами (уголками) к их длине	$\eta_{\text{гр}}$	Отношение расстояния между трубами (уголками) к их длине	$\eta_{\text{гр}}$	Отношение расстояния между трубами (уголками) к их длине	$\eta_{\text{гр}}$
4	1	0,66...0,72	2	0,76...0,80	3	0,84...0,86
6	1	0,58...0,65	2	0,71...0,75	3	0,78...0,82
10	1	0,52...0,58	2	0,66...0,71	3	0,74...0,78
20	1	0,44...0,50	2	0,61...0,66	3	0,68...0,73
40	1	0,38...0,44	2	0,55...0,61	3	0,64...0,69
60	1	0,36...0,42	2	0,52...0,58	3	0,62...0,67

Число вертикальных заземлителей с учётом коэффициента экранирования

$$n_1 = n / \eta_{\text{гр}} \quad (1.3)$$

Длина соединительной полосы, м,

$$l_n = n_1 \cdot a, \quad (1.4)$$

где a – расстояние между заземлителями, м.

Если расчётная длина соединительной полосы получилась меньше периметра цеха (задаётся по варианту), то длину соединительной полосы необходимо принять равной периметру цеха плюс 12...16 м. После этого следует уточнить значение $\eta_{тр}$. Если $a/l_{тр} > 3$, принимают $\eta_{тр} = 1$.

Сопротивление растеканию электрического тока через соединительную полосу, Ом.

$$R_n = 2,1 \cdot (\rho / l_n) \quad (1.5)$$

Результирующее сопротивление растеканию тока всего заземляющего устройства, Ом.

$$R_3 = R_{тр} \cdot R_n / (\eta_n \cdot R_{тр} + \eta_{тр} \cdot R_n \cdot n_1), \quad (1.6)$$

где η_n – коэффициент экранирования соединительной полосы (табл. 1.2)

Таблица 1.2

Коэффициенты экранирования соединительной полосы

Отношение расстояния между заземлителями к их длине	Число труб					
	4	8	10	20	30	40
1	0,45	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21
2	0,55	0,43	0,40	0,32	0,30	0,28
3	0,70	0,60	0,56	0,45	0,41	0,37

Полученное результирующее сопротивление растеканию тока всего заземляющего устройства сравнивают с допустимым (не более **4 Ом**).

На плане цеха размещают вертикальные заземлители и соединительную полосу.

Ход работы:

1. Сопротивление растеканию тока, через одиночный заземлитель диаметром 25...30 мм рассчитаем по формуле (1.1)

$$R_{тр} = 0,9 (\rho / l_{тр}),$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, $l_{тр}$ – длина трубы, 1,5...4 м. Принимаем $l_{тр} = 2,75$ м.

В нашем случае:

$$R_{тр} = 0,9 \cdot (420 / 2,75) = 137,5 \text{ (Ом)}.$$

2. Определяем примерное число заземлителей без учёта коэффициента экранирования по формуле (1.2):

$$n = R_{\text{тр}} / r,$$

где r – допустимое сопротивление заземляющего устройства, 4 Ом.

В нашем случае:

$$n = 137,5 / 4 = 34,4 \text{ (шт.)}$$

3. Определяем коэффициент экранирования заземлителей:

– расстояние между трубами 2,5...3м – принимаем 2,75м,

– длина труб – 2,75м,

– отношение расстояния к длине – 1,

– число труб – 34,4 \approx 40 (шт).

По табл. 1.1. выбираем $\eta_{\text{тр}}$:

$$\eta_{\text{тр}} = 0,38 \dots 0,44$$

4. Число вертикальных заземлителей с учётом коэффициента экранирования определяем по формуле (1.3):

$$n_1 = n / \eta_{\text{тр}}$$

В нашем случае:

$$n_1 = 34,4 / 0,38 = 90,4 \text{ (шт.)}$$

5. Длину соединительной полосы определяем по формуле (1.4):

$$l_n = n_1 \cdot a = 90,4 \cdot 2,75 = 248,7 \text{ (м)},$$

где a – расстояние между заземлителями;

Периметр цеха p , м:

$$p = (a + b) \cdot 2 = (72 + 18) \cdot 2 = 180 \text{ (м)}.$$

Расчетная длина соединительной полосы не менее периметра цеха.

6. Сопротивление растеканию электрического тока через соединительную полосу, Ом, определяем по формуле (1.5):

$$R_n = 2,1 \left(\frac{\rho}{l_n} \right),$$

где η_n – коэффициент экранирования соединительной полосы.

$$\text{В нашем случае: } R_n = 2,1 \left(\frac{420}{248,7} \right) = 3,55 \text{ (}\Omega \text{)}$$

7. Результирующее сопротивление растеканию тока всего заземляющего устройства, Ом, определяем по формуле (1.6):

$$R_3 = \frac{R_{об} \cdot R_n}{\eta_n R_{об} + \eta_{об} \cdot R_n \cdot n_1}$$

где η_n – коэффициент экранирования соединительной полосы, $\eta_n = 0,21$.

В нашем случае:

$$R_3 = \frac{137,5 \cdot 3,5}{0,21 \cdot 137,5 + 0,38 \cdot 3,5 \cdot 90,4} = 3,2(\Omega)$$

Вывод: допустимое сопротивление заземляющего устройства на электрических установках напряжением до 1000 В равно 3,2 Ом, что не более 4 Ом. Следовательно, полученное результирующее сопротивление растеканию тока заземляющего устройства соответствует норме и заземлители установлены правильно.

[назад](#)

Приложение 17. Перечень литературы во вложенных файлах

1. Правила устройства электроустановок. 7-е издание. М, 2003г
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. М, 2003г.
3. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. М, 2016г
4. Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, технические требования к ним. М, 1992г
5. В.Н. Черкасов, Н.П. Костарев. Пожарная безопасность электроустановок. М, 2002г
6. Каталог ИЕК. Двигатели, аппараты защиты и управления
7. Каталог ИЕК. Кабельные системы
8. Каталог ИЕК. Корпуса щиты, щитки
9. Каталог ИЕК. Модульное оборудование
10. Каталог ИЕК. Принципиальные схемы НКУ управления асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором
11. Каталог ИЕК. Светотехника
12. Каталог ИЕК. Силовое оборудование и приборы учета
13. Каталог ИЕК. Электроустановочные изделия
14. Каталог светильники
15. Кнорринг Г.М. Светотехнические расчеты в установках искусственного освещения (1973)
16. Шеховцов. Осветительные установки промышленных и гражданских объектов
17. Расчёт контурного защитного заземления. Методические указания
18. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования (2010)
19. Шеховцов Электрическое и электромеханическое оборудование
20. Шеховцов Электрическое освещение
21. Шеховцов В.П. Справочное пособие

[назад](#)