

Низковольтное оборудование

Защита на предохранителях Выключатели нагрузки с предохранителями

Введение

Цель и назначение

Целью настоящего издания является обеспечение инженеров-проектировщиков, инженеров по продажам, а так же персонала, эксплуатирующего электрооборудование, всей необходимой информацией по использованию низковольтных плавких предохранителей стандарта DIN 43620 используемых для защиты электроустановок жилых и промышленных зданий и сооружений от сверхтоков. Кроме того, в справочнике содержатся рекомендации по выбору и организации защит на плавких предохранителях и информация о существующем оборудовании. Для удобства использования справочника, приведен глоссарий с основными определениями, используемыми в тексте.

Издание первое.

Виды защит

На сегодняшний день существует два наиболее распространенных вида защиты от сверхтоков – защита на автоматических выключателях и защита на плавких предохранителях. Оба вида защиты занимают свои области на рынке защит в России. Однако, последнее время, со стороны потребителя наблюдается повышенный интерес к защите на предохранителях, как к более надежной, простой и не дорогостоящей. Необходимость замены плавких вставок является единственным недостатком подобного вида защит. С другой стороны необходимость замены подразумевает проверку и контроль, что в свою очередь, является неоспоримым достоинством указанной защиты. Опыт мировой практики эксплуатации плавких предохранителей показывает, что предохранители могут успешно применяться даже в быту, неквалифицированным персоналом, повышая надежность и безопасность бытовых электроустановок.

Глоссарий

Основные определения

Общие определения для плавких предохранителей в соответствии с МЭК 60050-441 и МЭК 60291:

Плавкий предохранитель: Аппарат, который вследствие расплавления одного или нескольких специально спроектированных и рассчитанных элементов размыкает цепь, в которую он включен, отключая ток, превышающий заданное значение в течение достаточно продолжительного времени. В состав плавкого предохранителя входят все части, образующие аппарат в комплекте.

Плавкая вставка: Часть плавкого предохранителя, включающая в себя плавкий элемент, заменяемая после срабатывания плавкого предохранителя.

Закрытая плавкая вставка: Плавкая вставка, один или несколько элементов которой полностью закрыты таким образом, чтобы при срабатывании в пределах ее номинальных характеристик была исключена возможность причинения ущерба, например из-за возникновения дуги, выделения газов или выбросов пламени или металлических частиц.

Токоограничивающая плавкая вставка: Плавкая вставка, которая в процессе и в результате своего срабатывания в установленном диапазоне токов ограничивает ток до значительно более низкого значения, чем пиковое значение ожидаемого тока.

Контакт плавкого предохранителя: Две или несколько токоведущих частей, предназначенных для обеспечения непрерывности цепи между плавкой вставкой и соответствующим держателем.

Плавкий элемент: Часть плавкой вставки, предназначенная для расплавления при срабатывании плавкого предохранителя. В плавкой вставке может быть несколько параллельных плавких элементов.

Указатель срабатывания (индикатор): Устройство, предназначенное для указания срабатывания плавкого предохранителя.

Вывод: Токоведущая часть плавкого предохранителя, предназначенная для электрического присоединения к внешним цепям.

Температура окружающего воздуха: Температура воздуха, окружающего плавкий предохранитель (на расстоянии около 1 м от него или его оболочки). Не превышает 40°C; ее среднее значение, измеренное в течение 24 ч, не превышает 35°C, а измеренное в течение года — ниже 35°C. Минимальное значение температуры окружающего воздуха составляет минус 5°C.

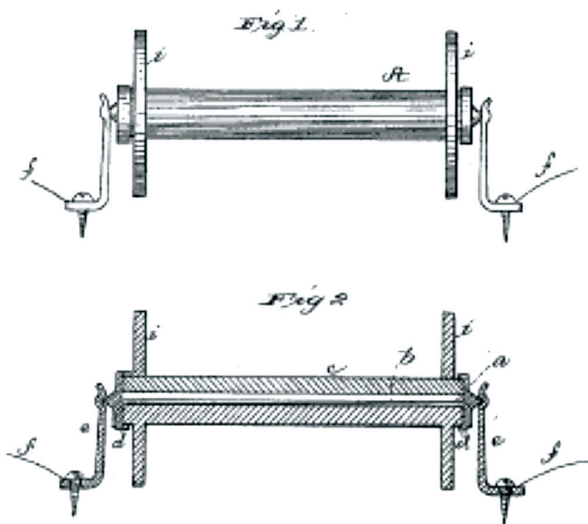
Примечания

1 Времятоковые характеристики действительны при температуре окружающего воздуха 20 °C. Эти характеристики приемлемы также при температуре 30 °C.

2 При температурах, значительно отличающихся от указанных, это следует учитывать с точки зрения срабатывания, превышения температуры и т.п.

История создания предохранителей

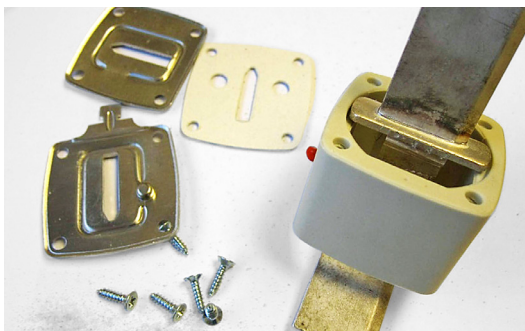
Исторически, изобретателем предохранителя принято считать Луи Франсуа Клемента Бреге (22 декабря 1804 - 27 октября 1883), французского физика и часовщика, получившего известность своими работами в области телеграфии на этапе ее зарождения. Он отметил в 1847 году, что провода небольшого сечения могут быть использованы для защиты телеграфных установок от грозových перенапряжений и прямых ударов молнии. Это и явилось прородителем предохранителя в его современном исполнении. Предохранитель был запатентован Томасом Алвой Эдисоном (11 февраля 1847 – 18 октября 1931), как часть его успешной электрической распределительной системы в 1890 году.



Спецификация и заявка на патент были созданы 14 января 1885 года. Как видно из чертежей, ничего принципиально нового за более чем 125 лет в конструкции предохранителей не возникло. Предохранители только становятся более удобными и безопасными для обслуживания. Ниже приведена фотография ранних моделей предохранителей производства АББ

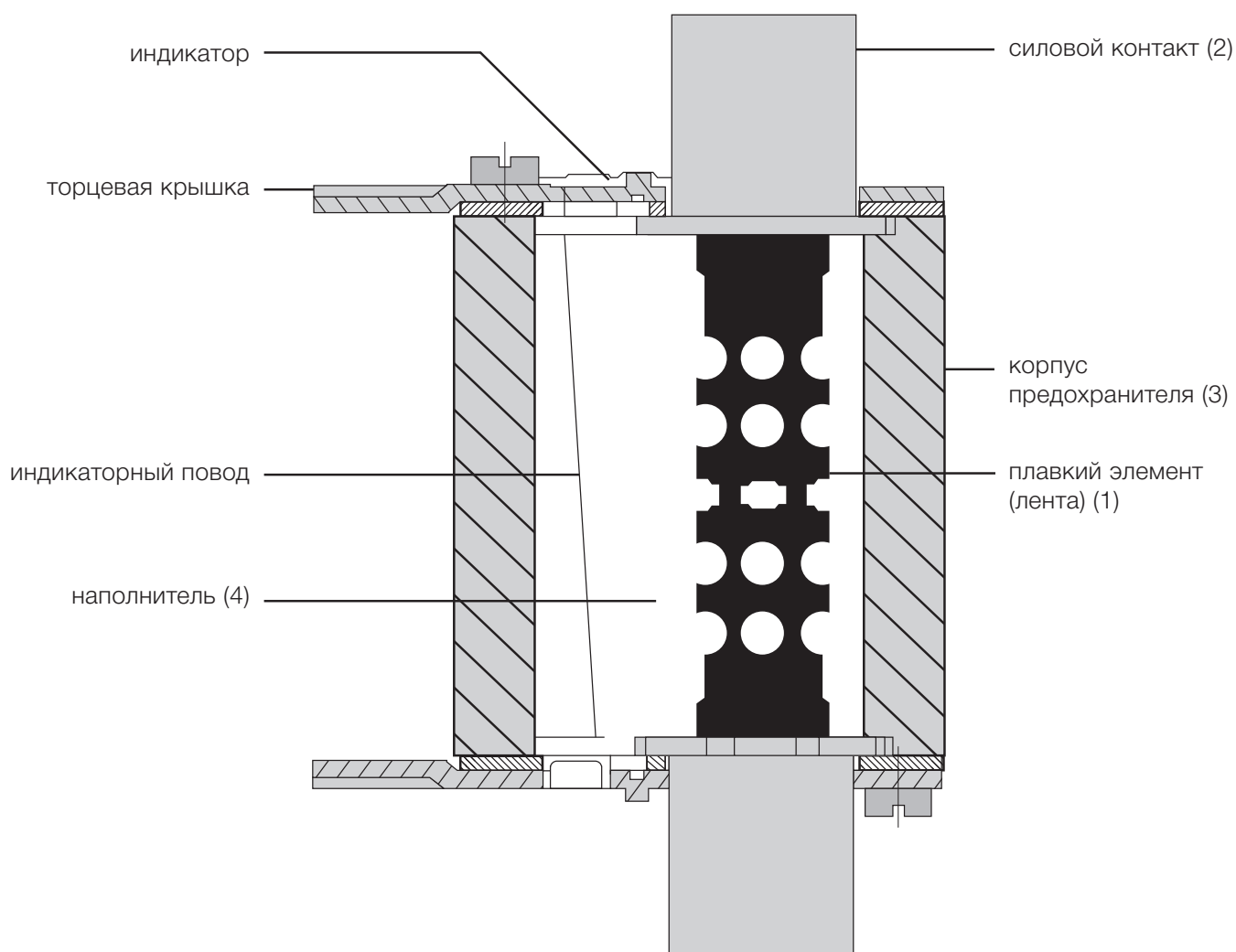


Для примера приведен современный предохранитель в разобранном состоянии.



Конструкция и принцип действия

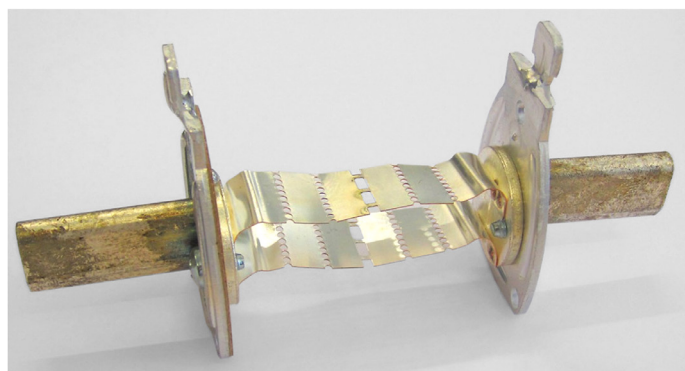
Основные элементы



На рисунке схематично представлены основные элементы низковольтного предохранителя стандарта DIN.

Основным и самым главным элементом любого предохранителя является плавкий элемент (1). Выполняется в виде перфорированной ленты из меди или серебра. Конфигурация плавкого элемента может быть различной и определяется номинальным током и напряжением. Число мест перфорации (сужений) определяется рабочим напряжением предохранителя исходя из правила – одно сужение ~ 100В рабочего напряжения.

Силовые контакты (2) (в данном случае – ножевые) служат для оперативной установки/извлечения предохранителя из электрической цепи.



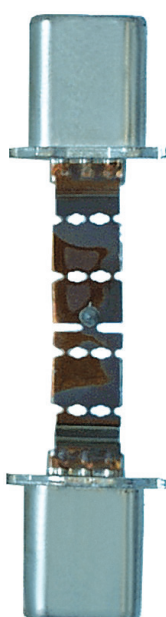
На рисунке представлен плавкий элемент предохранителя на номинальный ток 200А с ножевыми контактами

Корпус предохранителя (3) выполняет несколько функций и соответствует большому числу требований. Корпус сохраняет жесткость конструкции, препятствует выбросам продуктов горения дуги (газа, искр, плазмы) из предохранителя, и защищает плавкий элемент (1) и наполнитель (4) от внешних воздействий. Корпус должен быть выполнен из электротехнической керамики, фарфора или стекла, выдерживать механические воздействия и высокие температуры. Так же на корпус предохранителя чаще всего наносятся все его основные параметры. Наполнитель пре-

дохранителя выполнен из кварцевого песка, прошедшего многократную очистку, сушку и прокаливание. В момент срабатывания предохранителя именно кварцевый песок осуществляет функции токоограничения, отводя выделяющуюся в процессе горения предохранителя тепловую энергию. Кроме того, сплавляясь с материалом плавкого элемента, песок образует стеклоподобный материал фульгурит, обладающий высокими изоляционными свойствами. В природе фульгурит образуется при ударе молнии в песок (при этом температура может достигать 1800°C)

Ниже представлены результаты воздействия сверхтоков на предохранители:

Номинальный ток
 $I_n = 63 \text{ A}$



Перегрузка
 $I = 189 \text{ A}$



$I = 5 \text{ кА}$



Короткое замыкание

$I = 120 \text{ кА}$



Важным моментом, существенно повышающим надежность срабатывания предохранителя является отсутствие в нем подвижных частей.

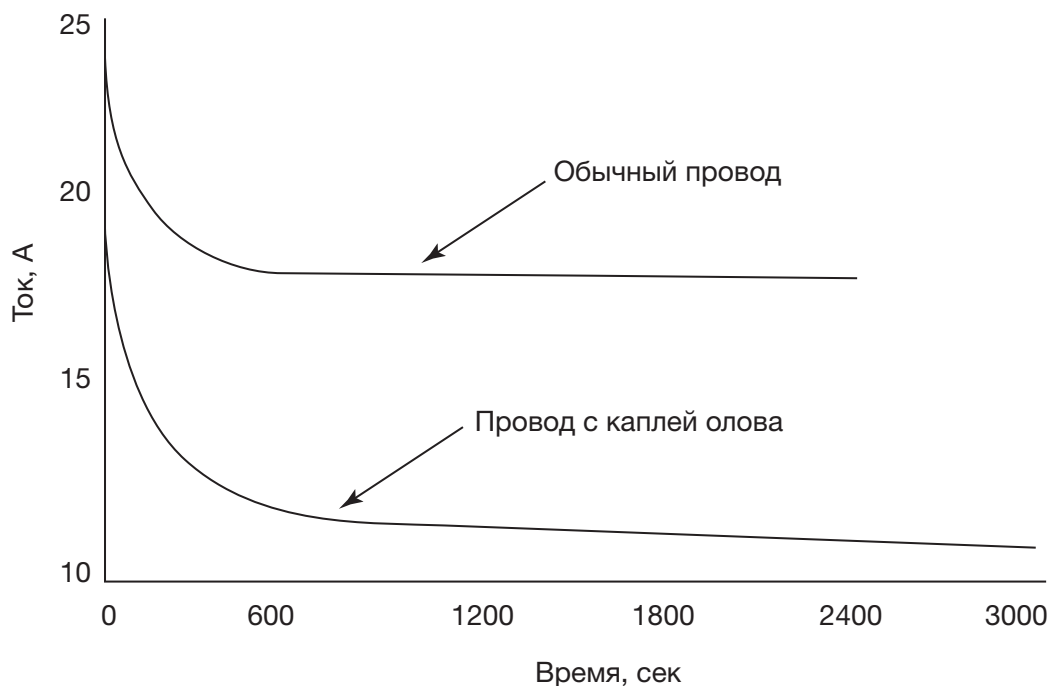


Сработавший предохранитель (вид сбоку)

M-эффект

В 1939 году профессор Меткалф опубликовал ряд статей под названием "Новый феномен предохранителей". Статьи были посвящены эффекту смачивания верхнего слоя металла в процессе работы предохранителя. Было обнаружено, что после нанесения на серебряные плавкие элементы предохранителей оловянных наплавков, наплавки начинают

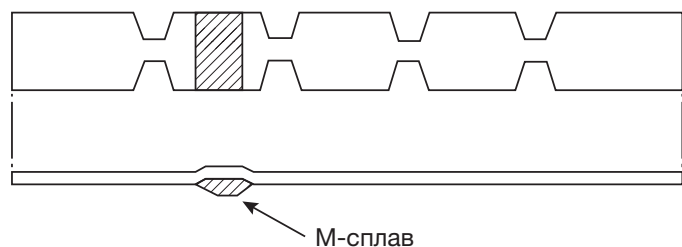
реагировать с основанием плавкого элемента при нормальных, рабочих температурах плавкого элемента, и это иногда приводит к тому, что плавкий элемент расплавляется в месте нанесения припоя скорее (охотнее) чем места сужения, где обычно достигается максимальная температура.



Время-токовые характеристики, демонстрирующие эффект припоя на серебрянном плавком элементе предохранителя

Последующие исследования показали, что припой полностью расплавляется в серебрянной плавкой вставке, и сама вставка в местах нанесения припоя была очень хрупкой и ломалась при прикосновении. Было обнаружено, что сопротивление плавких вставок, находящихся в контакте с припоем возрастало на 100 процентов, тогда как вставки без припоя не показывают заметное увеличение сопротивления при охлаждении.

Сейчас это явление широко используется и многие предохранители имеют наплавку из металла с низкой температурой плавления, которая наносится на основной материал плавкой вставки (обычно серебро или медь). Если плавкий элемент выполнен в форме ленты с местами сужения (перфорации), то наплавка наносится на места сужения, но не всегда, как показано на рисунке.



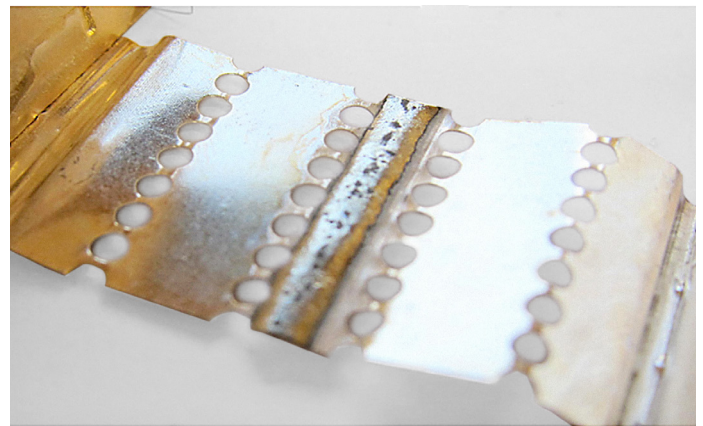
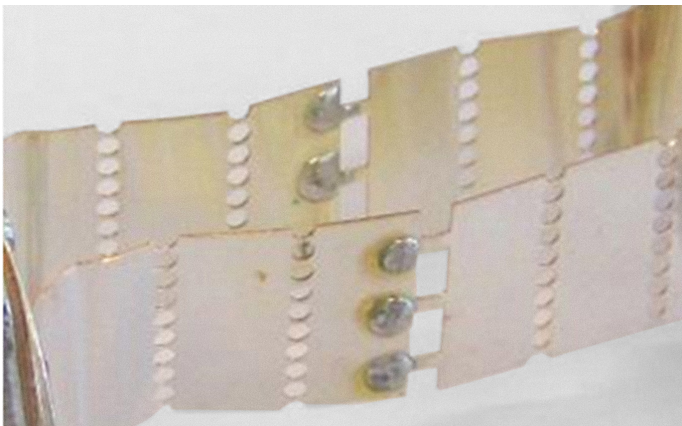
Плавкая вставка со слоем M-сплава

Для обеспечения защиты от перегрузок, при протекании токов, вызывающих плавление низкотемпературной наплавки, начинается процесс легирования основания плавкой вставки, сопротивление на участке получившегося сплава растет и отключение происходит, как описано выше. При очень больших токах, близких к токам короткого замыкания, сужения нагреваются очень быстро и достигают температуры плавления всего за несколько миллисекунд. При этом температура в точках, где нанесен материал с низкой температурой плавления не достигает уровня, необходимого для начала процесса легирования из-за различия в тепловых массах участков сужения и основания плавкой вставки, низкой теплопроводности и малого времени воз-

действия токов короткого замыкания. Таким образом, выбирая подходящие материалы и конфигурацию плавкой вставки получить время-токовые характеристики, которые не могли быть получены в предохранителях, содержащих только один материал.

Так же производители предохранителей используют М-эффект как способ создания предохранителя с временной задержкой срабатывания, поскольку это позволяет им использовать более толстую проволоку (или ленту) чем при том же токе, но без М-сплава. Именно эта утолщенная плавкая вставка позволяет предохранителю выдерживать кратковременные броски токов.

Современные модели плавких элементов предохранителей с нанесенным М-сплавом



В целом, предохранители с М-эффектом являются более безопасными, дают лучшую защиту с большим сроком службы, чем альтернативные решения, которые не используют эту ценную особенность.

Закон Джоуля-Ленца

Физический закон, дающий количественную оценку теплового действия электрического тока. Установлен в 1841 году Джеймсом Джоулем и независимо от него в 1842 году Эмилием Ленцем.

В словесной формулировке звучит следующим образом: "Мощность тепла, выделяемого в единице объёма среды при протекании электрического тока, пропорциональна произведению плотности электрического тока на величину напряженности электрического поля. Математически может быть выражен в следующей форме:

$$\omega = \vec{j} \cdot \vec{E} = \sigma \cdot E^2$$

где ω — мощность выделения тепла в единице объёма, \vec{j} — плотность электрического тока, \vec{E} — напряжённость электрического поля, σ — проводимость среды.

Закон также может быть сформулирован в интегральной форме для случая протекания токов в проводах: "Количество теплоты, выделяемое в единицу времени в рассматриваемом участке цепи, пропорционально произведению квадрата силы тока на этом участке и сопротивлению участка. В математической форме этот закон имеет вид:

$$Q = I_{cp}^2 R t,$$

где I_{cp} — среднее значение тока за период, R — сопротивление, Q — полное количество теплоты, выделенное за промежуток времени от t_1 до t_2 . В случае постоянного сопротивления формула приобретает вид:

$$Q = I_d^2 R t,$$

где I_d — действующее значение тока.

Интеграл Джоуля

Исторически в электроэнергетике интеграл Джоуля — интеграл квадратичного тока по данному интервалу времени, применялся для оценки термической стойкости кабелей, шин, соединений, электрических аппаратов при коротких замыканиях. Интеграл определялся расчетным путем по значению тока короткого замыкания в течение времени его протекания — от момента возникновения тока короткого замыкания до момента погасания дуги. Интеграл позволял определить количество энергии, выделившейся на определенном объекте за время действия короткого замыкания.

Применительно к предохранителю стандарт определяет характеристику I^2t как кривую, дающую максимальное значение I^2t как функцию ожидаемого тока в указанных условиях эксплуатации.

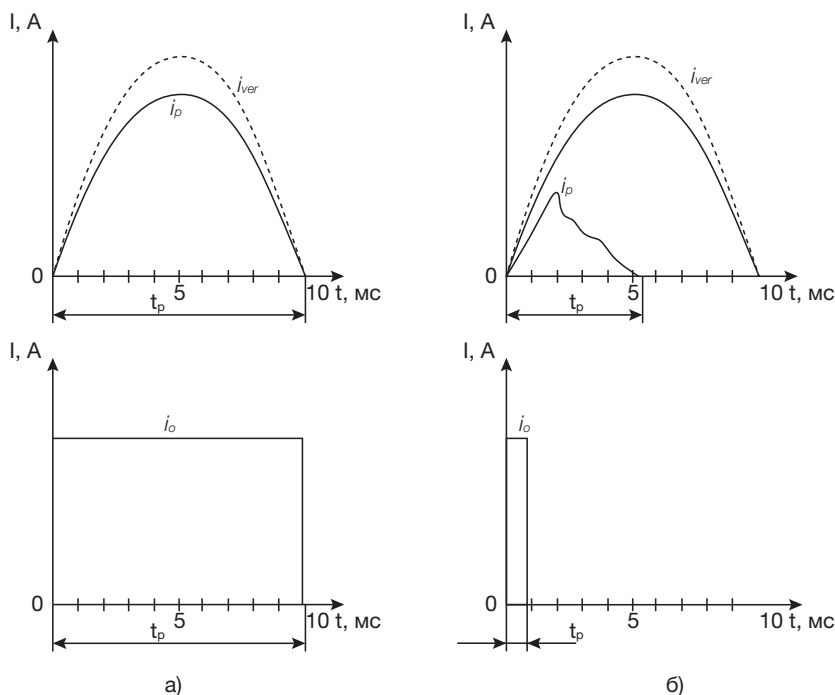
Интеграл Джоуля определяет количество энергии, прошедшей через плавкую вставку при испытаниях на условный ток короткого замыкания. Характеристика позволяет комплексно оценить стойкость устройства при прохождении через него определенного количества энергии. При протекании через предохранитель испытательного тока электрическая энергия преобразуется в тепловую и механическую в виде тепла, динамических усилий, приложенных к проводникам и изоляционным элементам устройства.

Интеграл Джоуля как характеристика предохранителя определяет количество энергии, которую способен пропустить через себя предохранитель до момента отключения тока короткого замыкания.

Характеристики интеграла Джоуля

- а) Обычные автоматические выключатели,
- б) Предохранители

i_p — реальный ток; $i_{усл}$ — условный ток короткого замыкания; t_p — реальная длительность протекания тока короткого замыкания; $t_{расч}$ — условная длительность протекания тока короткого замыкания.



Преимущества защиты на предохранителях

Безопасность. Предохранитель является абсолютно безопасным для сотрудников службы эксплуатации элементом цепи, даже при включении оборудования с предохранителями при КЗ на линии – риск получить электротравму или ожог отсутствует. Это обеспечивается благодаря герметичности корпуса предохранителя, дуга, искры, пламя и все продукты горения не покидают корпуса предохранителя.

Во время работы предохранители обладают низким тепловыделением и не подвержены коррозии, кроме того в течении всего срока службы отсутствуют вредные выделения в окружающую среду, при срабатывании предохранитель представляет собой диэлектрический промежуток и не способен к самовосстановлению либо случайному повторному включению.

Надежность. Любой профессионал подтвердит, что предохранитель является самым надежным решением для защиты от сверхтоков. В основе принципа действия лежат законы физики, благодаря чему, в случае правильного подбора, предохранитель защищает всегда.

В силу простоты конструкции и отсутствия подвижных частей предохранитель не может не сработать или заклинить.

В предохранителе реализована так называемая защита “от дурака”, повторное ошибочное включение на КЗ исключено. Прежде чем включать аппарат с предохранителями необходимо их заменить и провести осмотр линии на предмет не ликвидированных аварий. А для безопасной работы на линии и обеспечения безопасности – достаточно извлечь предохранители, обеспечив видимый разрыв.

При срабатывании предохранитель заменяется на новый и тем самым надежность системы защиты возвращается к исходной, 100%.

Только при использовании предохранителей возможно обеспечение координации типа 2 (согласно ГОСТ Р 50030.4.1-2002) при защите двигателя. При координации типа 2 все элементы цепи входящей в состав схемы управления и электроснабжения двигателя, при срабатывании защиты остаются работоспособными, и не требуется осмотр и ремонт.

Экономичность. Предохранители являются наиболее экономичной защитой, в особенности при проектировании защиты на большие токи. Благодаря использованию предохранителей сокращается так называемая “зона безопасности” аппарата (пространство, которое отводится под выброс продуктов горения дуги). Это способствует более плотной компоновке НКУ, и, в итоге проявляется в более компактных размерах оболочки, что влечет за собой снижение стоимости решения в целом.

В течение всего срока службы эксплуатационные затраты и сервисное обслуживание – минимальны. При замене перегоревших предохранителей какие-либо настройки, тесты и пуско-наладочные работы не требуются.

В процессе работы на самом предохранителе потери мощности – минимальны.

Используя предохранители, всегда есть возможность расширения энергосистемы и создания дополнительных, се-

лективных ступеней защиты без существенного удорожания системы или замены существующих ступеней.

Благодаря высокой токоограничивающей способности и быстродействию, предохранитель многократно снижает вредное воздействие интеграла Джоуля на защищаемую линию (кабель и оборудование).

Функциональность. Высокая функциональность предохранителя, прежде всего, обеспечивается за счет простоты конструкции. Один и тот же предохранитель может использоваться как в цепи постоянного, так и в цепи переменного тока, без потери своих параметров.

Работу оборудования с предохранителями легко скоординировать с другим оборудованием, а для обеспечения селективности, не требуются сложные расчеты благодаря соотношению 1,6:1.

Оборудование с предохранителями в любой момент можно оснастить дополнительными контактами, для встраивания в системы управления и блокировки.

Оборудование с предохранителями может управляться дистанционно, а в комбинации с электронным модулем контроля состояния предохранителей легко превращается в интеллектуальный аппарат, не требующий вмешательства человека (кроме замены предохранителей). При перегорании одного или нескольких предохранителей подается сигнал на автоматическое отключение аппарата.

Высокая отключающая способность. Высокая отключающая способность – это тот параметр предохранителя, который обеспечивает выполнение всех вышеуказанных преимуществ. Отключающая способность современных предохранителей может достигать 200 кА. Стандартная отключающая способность – 120 кА позволяет устанавливать предохранители в любой точке цепи электроснабжения, как в непосредственной близости от силового трансформатора, где наблюдается максимальное значения токов КЗ, так и непосредственно у потребителя, с минимальными значениями токов КЗ. На работоспособность и параметры аппарата это не влияет.

Предохранитель обладает высокой способностью ограничения тока, и значения тока на предохранителе никогда не нарастет до расчетного значения и отключится гораздо раньше перехода синусоиды питающего напряжения через нуль.

Предохранители обладают высоким быстродействием – менее 10 мс.

Предохранители для защиты электроустановок.

На сегодняшний день рынок переполнен всевозможными вариантами исполнения предохранителей – от средневольтных до бытовых и автомобильных, от предохранителей с болтовым креплением, до винтовых предохранителей.

Ограничим рассматриваемый диапазон предохранителями для низковольтных установок с ножевым контактом, с характеристиками aM и gG.

Стандарты предохранителей с ножевым контактом

DIN* 43620

Стандарт габаритов на низковольтные предохранители. Включает в себя габариты предохранителей типоразмеров 000, 00, 0, 1, 2, 3, 4а.

NH System

В оригинале (нем.) «Niederspannungs Hochleistungs», означает «низковольтный с высокими эксплуатационными характеристиками».

Плавкие вставки NH связаны со стандартом DIN в части «ножевых» или «втычных» исполнений.

Так же система включает в себя держатели предохранителей (часто с межфазными перегородками и крышками зажимов) и рукоятки для замены предохранителей.

IEC 60269

ГОСТ Р МЭК 60269-1-2010 Предохранители низковольтные плавкие.

Определяет все технические параметры для низковольтных предохранителей.

*DIN = Deutsches Institut für Normung (Немецкий институт стандартизации).

Время-токовые характеристики предохранителей

Как уже было указано выше предохранители выпускаются с различными характеристиками. Наиболее распространенными являются характеристики gG и aM.

Для сравнения, ниже, приведены две время-токовые характеристики предохранителей с одним номинальным током, но

с разными характеристиками.

Предохранитель **gG NH1 250A**

Предохранитель **aM NH1 250A**

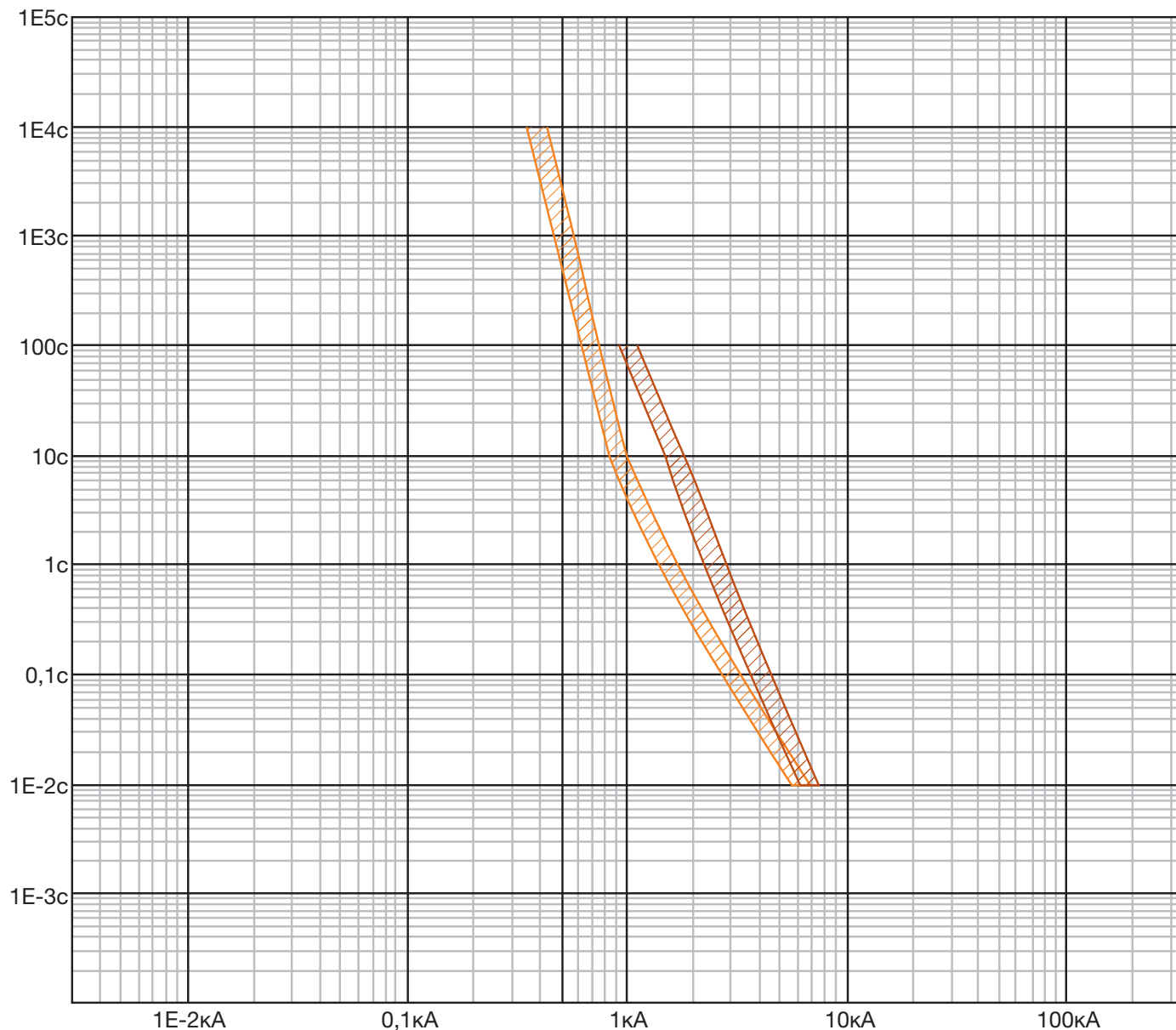


Таблица времени отключения предохранителей (в секундах) при различных кратностях сверхтока относительно номинального значения:

Тип	I _{кз} /I _н					
	26	12	8	4	3	2
gG	0,01	0,09	0,45	6,5	50	1000
aM	0,01	0,5	4	100	-	-

Выбор предохранителя для электроустановки

Типоразмеры и номинальные токи Согласно DIN 43620, IEC 269-2-1

В соответствии с ГОСТ Р 50339.0-2003 значение номинального тока следует выбирать из следующих значений: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250 А.

NH 000	2A - 160A
NH 00	2A - 160A
NH 0	6A - 250A
NH 1	16A - 355A
NH 2	25A - 500A
NH 3	250A - 800A
NH 4	400A - 1250 A
NH 4A	500A - 1250 A

Напряжение

Максимальное напряжение в системе не должно превышать 110 % номинального напряжения плавкого предохранителя. При постоянном напряжении, полученном выпрямлением переменного напряжения, пульсация не должна вызывать колебаний более чем на 5 % выше или на 9 % ниже среднего значения 110 % номинального напряжения.

Для плавких предохранителей на номинальное напряжение 690 В максимальное напряжение для сети не должно быть выше 105 % номинального напряжения плавкого предохранителя.

Примечание — Следует иметь в виду, что при напряжении значительно ниже номинального может не сработать указатель срабатывания или боек плавкого предохранителя.

Предохранители для защиты кабельных линий

Стандарт МЭК 60364-4-43 (ГОСТ Р 50571.5) “Электроустановки зданий. Требования по обеспечению безопасности. Защита от сверхтока” предписывает координацию между проводниками и устройствами защиты от перегрузки, заключающуюся в обеспечении соответствия двум следующим условиям (п.4.3.3.2):

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (1)$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z \quad (2)$$

где:

I_b - ток нагрузки;

I_z - длительная нагрузочная способность кабеля;

I_n - номинальный ток защитного устройства;

I_2 - ток, обеспечивающий эффективную работу защитного устройства за определенное время.

Если в качестве защитного устройства применяется плавкий предохранитель, важно проверить формулу (2), так как согласно ГОСТ Р 50339.0-2003 (п.5.6.2), ток $1,6 \cdot I_n$ является условным током срабатывания предохранителя.

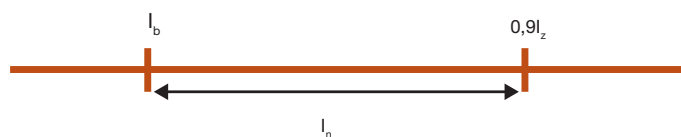
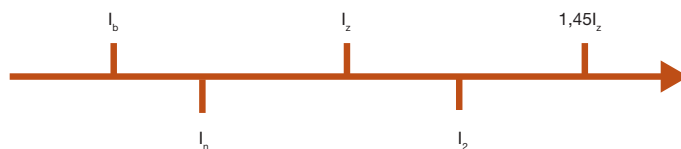
В этом случае, формула (2) приобретает вид:

$$1,6 I_n \leq 1,45 I_z$$

$$\text{или } I_n \leq 0,9 I_z$$

Таким образом, для выполнения защиты от перегрузки с помощью плавкого предохранителя, необходимо обеспечить следующее:

$$I_b \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_z$$



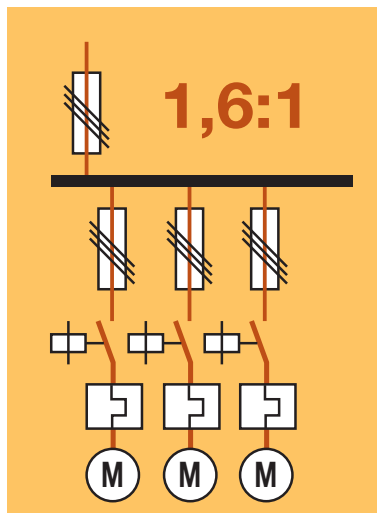
Реализация селективности

Согласно требованиям ГОСТ Р 50339.2 (МЭК IEC 60269-2-1) для предохранителей типа gG с $I_n > 16$ А для обеспечения селективности должно выполняться соотношение 1,6:1 (или больше) к номиналу следующего. (например 160А и 100А). Селективность для предохранителей типа aM обеспечивается с предвключенным предохранителем gG.

Для выполнения селективности меньшего номинала предохранителя необходимо учитывать нижний и верхний порог срабатывания следующего предохранителя. Стандартные время и ток для «gG» предохранителей.

I_{nf} - условный ток неплавления.

I_f - условный ток плавления.

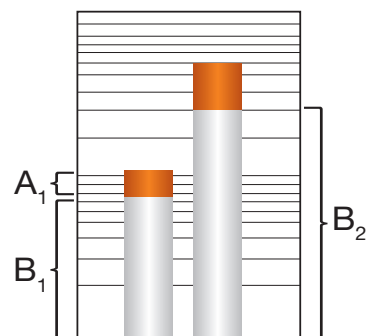


	32
	40
32	50
40	63
50	80
63	100
80	125
100	160
125	200
160	250
200	315
250	400
315	500
400	630
500	
630	

Номинал. ток $I_{n,A}$	Номинал. время, ч	Токи	
		I_{nf}	I_f
$I_n < 4$	1	$1,5I_n$	$2,1I_n$
$4 < I_n < 16$	1	$1,5I_n$	$1,9I_n$
$16 < I_n < 63$	1	$1,25I_n$	$1,6I_n$
$63 < I_n < 160$	2	$1,25I_n$	$1,6I_n$
$160 < I_n < 400$	3	$1,25I_n$	$1,6I_n$
$400 < I_n$	4	$1,25I_n$	$1,6I_n$

Условие селективности для предохранителей с $t < 0.01$ (преддуговое время): Нижний порог срабатывания I^2t (время до начала плавления плавкой вставки или время предсрабатывания) для следующего предохранителя должно быть больше чем верхний порог срабатывания I^2t для предыдущего предохранителя (время плавления и срабатывания).

рабоч.- I^2t
 преддугов.- I^2t



Влияние температуры окружающего воздуха и условий монтажа

Влияние температуры окружающего воздуха и условий монтажа на работоспособность плавких вставок, согласно ГОСТ Р 50339.0-2003:

- Если плавкие вставки предназначаются для длительной работы с полной нагрузкой при средней температуре окружающего воздуха, может потребоваться снижение их номинального тока. Коэффициент такого снижения должен быть согласован изготовителем и потребителем с учетом всех условий эксплуатации.

- Повышение средней температуры окружающего воздуха приводит к сравнительно небольшому увеличению температуры перегрева.

- Повышение средней температуры окружающего воздуха приводит к некоторому, обычно незначительному, уменьшению условных токов плавления и неплавления (I_f и I_{nf})

- Если повышение средней температуры воздуха, окружающего плавкую вставку, вызывается пуском двигателя, то не следует уменьшать номинальный ток этой вставки.

Выбор предохранителей для защиты двигателей

Координация защит между предохранителями и двигателем

Главные пункты :

- Точка пересечения характеристик предохранителя и аппаратов защиты должна быть до области разрушения контактора (сваривание контактов)

- Предохранитель не должен срабатывать во время пуска двигателя

- Пиковый ток, пропускаемый в цепь, не должен превышать максимальную стойкость к перегрузке моторстартера автомата защиты двигателя (или пускателя)

- Параметр I^2t не должен превышать стойкость теплового реле и контактора

Возможные последствия неправильно обеспеченной защиты:

- Ток КЗ превышает максимально допустимый для контактора:

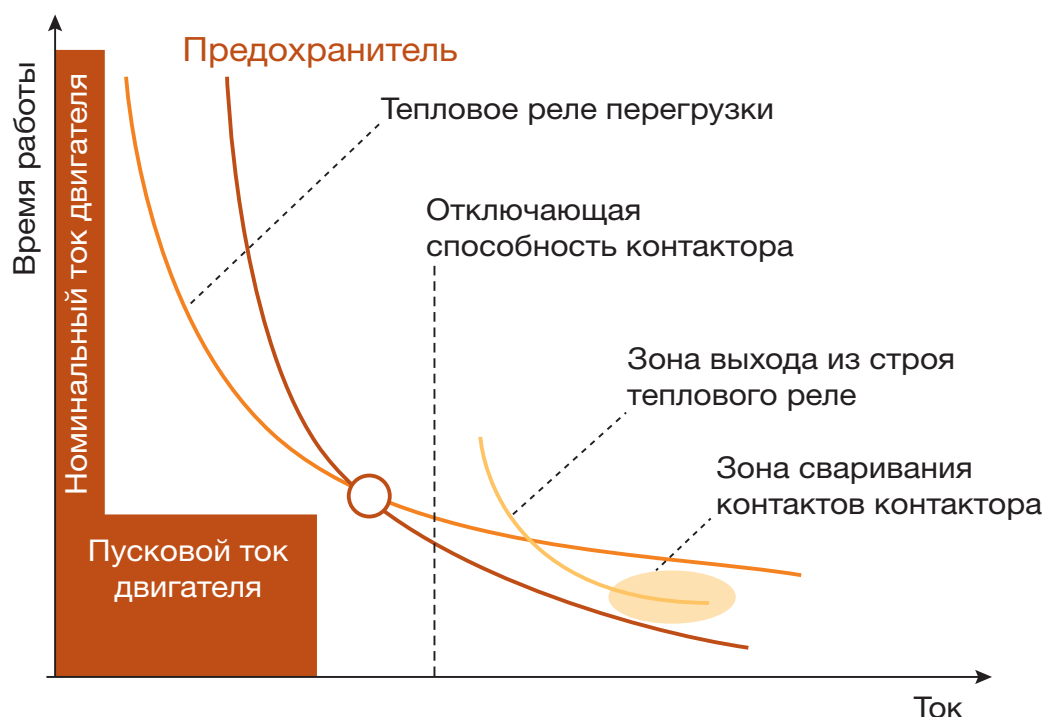
- Сваривание контактов контактора

- Разрушение дугогасительной камеры

- Ток КЗ превышает стойкость биметаллической пластины реле:

- Невозможна защита двигателя

- Перегорание биметаллического элемента



При выборе плавких вставок исходят из следующих требований:

1. Номинальный ток плавкой вставки $I_{н.вст}$ должен быть равен расчетному $I_{расч}$ (номинальному I_n) току электроприемника или несколько превышать его:

$$I_{н.вст} \geq I_{расч} = I_n$$

2. Плавкая вставка не должна расплавляться за время пуска или реверса двигателя, когда по ней проходит ток $I_{макс}$:

$$I_{н.вст} \geq I_{макс} / \alpha$$

где α - коэффициент кратковременной тепловой перегрузки плавкой вставки, равный для двигателей, пускаемых холостую, 2,5; для двигателей, пускаемых под нагрузкой, – 1,6-2,0; для сварочных аппаратов контактной сварки – 1,6.

3. Плавкая вставка для линии, питающей несколько электродвигателей с короткозамкнутым ротором и осветительную нагрузку, выбирается по двум условиям:

а) вставка должна соответствовать расчетному току линии:

$$I_{н.вст} \geq \sum I_{расч}$$

б) вставка не должна расплавляться за время пуска двигателя с наибольшим пусковым током при предварительном включении всех других нагрузок:

$$I_{н.вст} \geq \sum I_{расч} + I_{пуск.нб} / \alpha$$

где $\sum I_{расч}$ — расчетный ток линии без учета пускаемого двигателя;

$I_{пуск.нб}$ — наибольший пусковой ток одного из электродвигателей.

Из величин, определенных в пунктах «а» и «б», выбирают наибольшую. Определив значение $I_{н.вст}$ (пункты 1, 2 или 3), по шкале токов плавких вставок выбирают ее ближайшее номинальное значение.

Пример 1

Выбрать плавкую вставку к двигателю при пуске без нагрузки.

Исходные данные:

$P_n = 10$ кВт; $U_n = 380$ В; $I_n / I_n = 4,5$; $\eta_n = 0,865$; $\cos \varphi_n = 0,82$.

Решение.

Расчетный ток двигателя

$$I_{расч} = I_n = \frac{P_n \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cos \varphi_n \eta_n} = \frac{10 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,82 \cdot 0,865} = 21,5 \text{ А}$$

Пусковой ток электродвигателя

$$I_n = I_{макс} = 4,5 I_n = 4,5 \times 21,5 = 96,8 \text{ А}$$

Ток плавкой вставки предохранителя

$$I_{н.вст} \geq I_{макс} / \alpha = 96,8 / 2,5 = 38,7 \text{ А}$$

Выбираем по шкале плавкую вставку на номинальный ток

$$I_{н.вст} = 40 \text{ А}$$

Пример 2

Выбрать плавкую вставку к двигателю при пуске под нагрузкой.

Исходные данные:

$P_n = 55$ кВт; $U_n = 380$ В; $\eta_n = 0,905$; $\cos \varphi_n = 0,91$; $I_n / I_n = 7,5$.

Решение.

Расчетный ток двигателя

$$I_{расч} = I_n = \frac{P_n \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cos \varphi_n \eta_n} = \frac{55 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,91 \cdot 0,905} = 102 \text{ А}$$

Пусковой ток электродвигателя

$$I_n = I_{макс} = 7,5 I_n = 7,5 \times 102 = 765 \text{ А}$$

Ток плавкой вставки предохранителя

$$I_{н.вст} \geq I_{макс} / \alpha = 765 / 2 = 382,5 \text{ А}$$

Выбираем по шкале плавкую вставку на номинальный ток

$$I_{н.вст} = 400 \text{ А}$$

Плавкие вставки АББ

Плавкие вставки OFAA и OFAF разработаны с учетом всех потребностей современных промышленных и силовых установок. Их отключающая способность соответствует самым высоким уровням тока короткого замыкания.

Отключающая способность предохранителей АББ составляет 120 кА, при рабочем напряжении вплоть до 690 В и частоте 50 Гц. Плавкие вставки снабжены индикатором срабатывания и обладают высокой способностью к ограничению тока.

Соответствие стандартам:

- EN/IEC 60269-1-2,
- VDE 0636, DIN 43620
- SFS 6000-8-801 (801.473.2) /2000
- SFS 6000-801/2007

Сертификация:

- Регистр Ллойда
- DNV
- BV

Сертификат RoHs:

- Все плавкие вставки экологически безопасны и удовлетворяют требованиям RoHs.

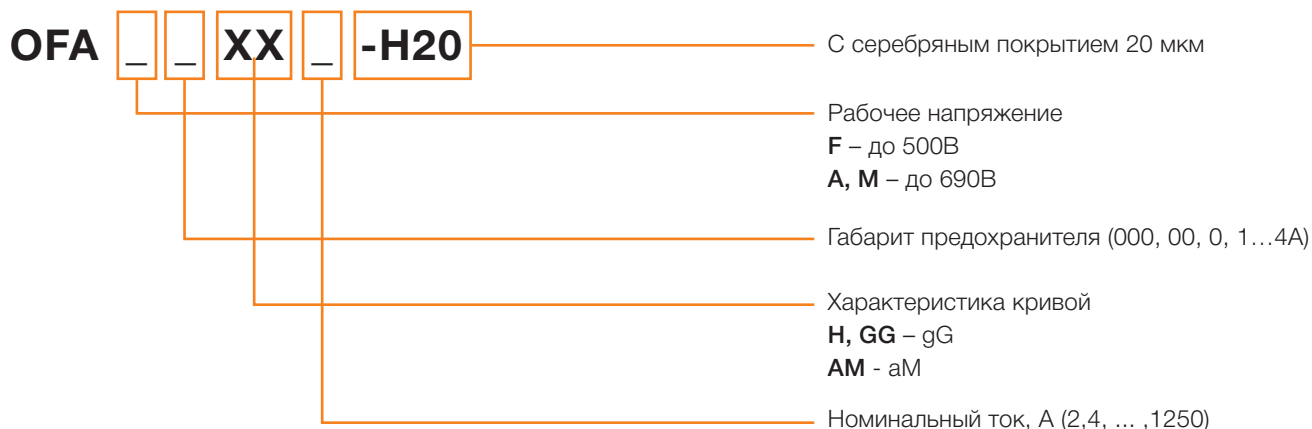


Технические характеристики в соответствии с МЭК/EN 60269

Типоразмер			000	00	0	1	2	3	4
Макс. переменный ток	500V	A	100	160	250	355	500	800	1250
	690V	A	80	125	160	250	355	500	1000
Макс. постоянный ток	250V	A	100	160			500	800	
Постоянная времени <20ms	400V	A			200	250	355	400	1250
	440V	A				160	160		1000

Тип предохранителя и структура условного обозначения

Компания АББ предлагает несколько наиболее востребованных типов предохранителей.



Примеры:

OFAF000H80 – предохранитель на 80А, тип gG размер 000 до 500В.

OFAF1AM200 – предохранитель на 200А, тип aM размер 1 до 690В.

Оборудование с предохранителями

Предохранитель, как защитный элемент не может использоваться сам по себе, минимально необходимое для удобной работы устройство – это держатель предохранителей. Так же предохранители могут использоваться в составе выключателей-разъединителей с предохранителями.

Держатели предохранителей серии OFAX



Держатель предохранителя обеспечивает надежный контакт и удобное крепление предохранителя в электрической цепи, а при перегорании плавкой вставки – ее легкую замену.

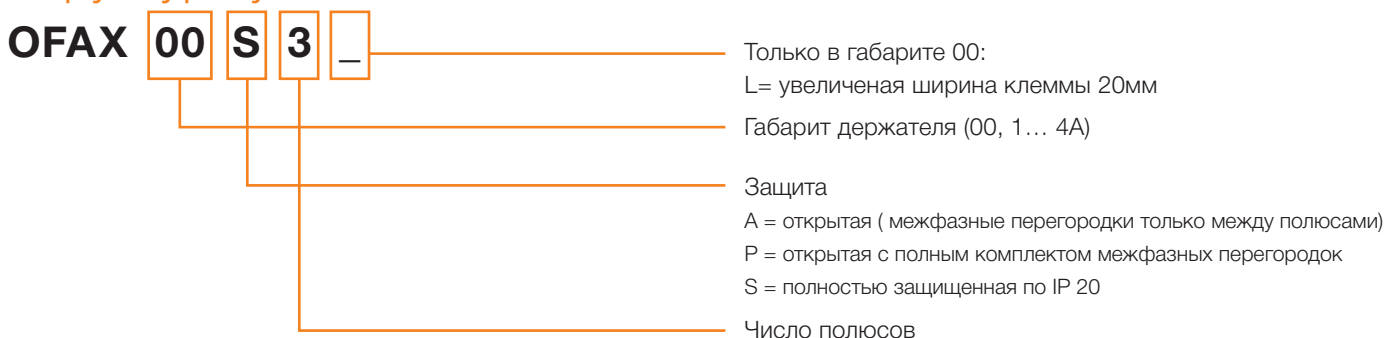
Держатель предохранителей OFAX спроектирован для плавких вставок до 1250 А в соответствии с требованиями МЭК 60269 -2-1.

Держатель предохранителей OFAX имеет модели 1- 2- 3-полюсного открытого типа или полностью защищенные

IP20 модели. Однополюсные модели с габаритами 1, 2, и 3 могут подсоединяться друг к другу с помощью различных вспомогательных деталей для защиты рабочих элементов, межфазных разделителей клеммных крышек и крышек плавких вставок. Габарит 4а существует как однополюсный вариант и как два разных трехполюсных варианта с отдельными крышками для плавких вставок или с одной крышкой.

Тип	Габарит	I_n (A)	Габарит плавкой вставки
OFAX00_	00	160	000, 00
OFAX1_	1	250	0, 1
OFAX2_	2	400	1, 2
OFAX3_	3	630	2, 3
OFAX4A_	4A	1250	4A

Структура условного обозначения



Комбинированные аппараты с предохранителями

Основные определения согласно ГОСТ Р 50030.3-99 (МЭК 60947-3-99)

Выключатель-разъединитель:

Выключатель, который в отключенном положении удовлетворяет требованиям по изоляции, нормированным для разъединителя (МЭС 441-14-12).

Комбинированное устройство с плавкими предохранителями:

Сочетание выключателя, разъединителя или выключателя-разъединителя и одного или нескольких предохранителей, образующих единое устройство, собранное изготовителем или в соответствии с его инструкцией (МЭС 441-14-04).

Выключатель-разъединитель-предохранитель (ВРП):

Выключатель-разъединитель, у которого один или несколько полюсов имеют последовательно соединенный плавкий предохранитель и образуют с ним единое устройство (МЭС 441-14-16).



Предохранитель-выключатель-разъединитель (ПВР):

Выключатель-разъединитель, у которого плавкая вставка или держатель с плавкой вставкой образуют подвижный контакт (МЭС 441-14-19).



Категории применения

Категории применения определяют назначение аппаратов и указаны в таблице:

Род тока	Категория применения		Типичные области применения
	Категория А	Категория В	
Переменный	AC-20 A	AC-20 B	Соединение и разъединение без нагрузки
	AC-21 A	AC-21 B	Коммутация активных нагрузок, включая умеренные перегрузки
	AC-22 A	AC-22 B	Коммутация смешанных активных и индуктивных нагрузок, включая умеренные перегрузки
	AC-23 A	AC-23 B	Коммутация цепей с двигателями или другими высокоиндуктивными нагрузками
Постоянный	DC-20 A	DC-20 B	Соединение и разъединение без нагрузки
	DC-21 A	DC-21 B	Коммутация активных нагрузок, включая умеренные перегрузки
	DC-22 A	DC-22 B	Коммутация смешанных активных и индуктивных нагрузок, включая умеренные перегрузки (например, шунтовый двигатель)
	DC-23 A	DC-23 B	Коммутация высокоиндуктивных нагрузок (например, серийный двигатель)

ПВР

ПВР это аппараты в которых предохранитель является подвижным и участвует в коммутациях в качестве контакта. Такой способ коммутации является зависимым от оператора, чем выше скорость перемещения рукоятки аппарата, тем быстрее происходят коммутации. Все ПВР компании АББ имеют двойной разрыв в каждом полюсе и в отключенном состоянии предохранитель отключен с обеих сторон и электробезопасен для обслуживающего персонала.

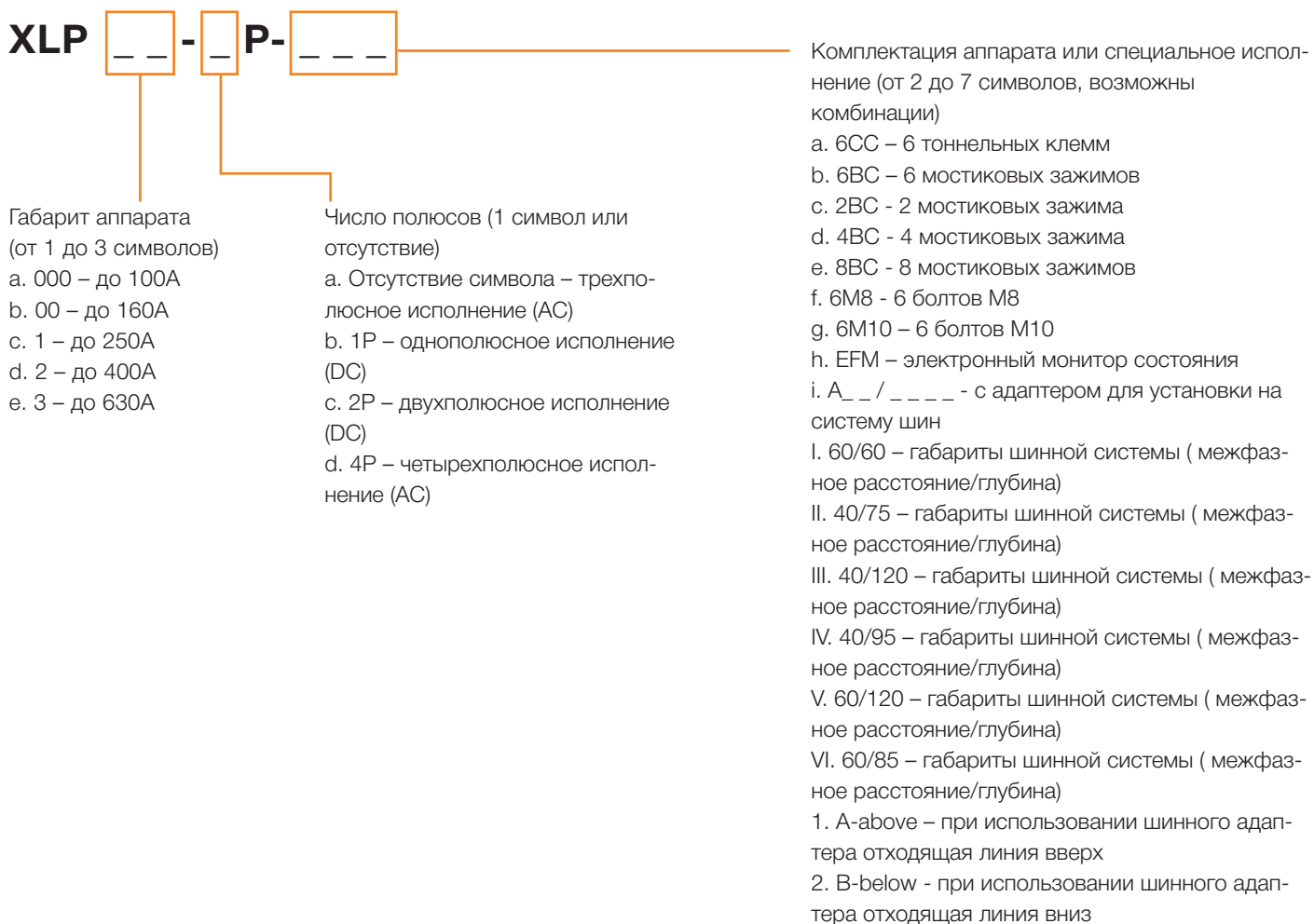
Предохранители-выключатели-разъединители серии XLP

Это современное поколение выключателей нагрузки с предохранителями. Рубильники с предохранителями XLP могут быть использованы как выключатели нагрузки с предохранителями с видимым разрывом, так и как обычные держатели предохранителей. Стандартный типоряд выключателей XLP включает в себя одно- и двухполюсные аппараты для постоянного и переменного тока и трех- и четырехполюсные аппараты для работы на переменном токе.

Для удобства контроля состояния предохранителей в аппаратах предусмотрены прозрачные окна со степенью защиты IP30, а для дистанционного контроля состояния предохранителей можно использовать монитор состояния предохранителей. Аппараты рассчитаны на установку предохранителей с ножевым контактом, стандарта DIN 43 620.



Структура условного обозначения



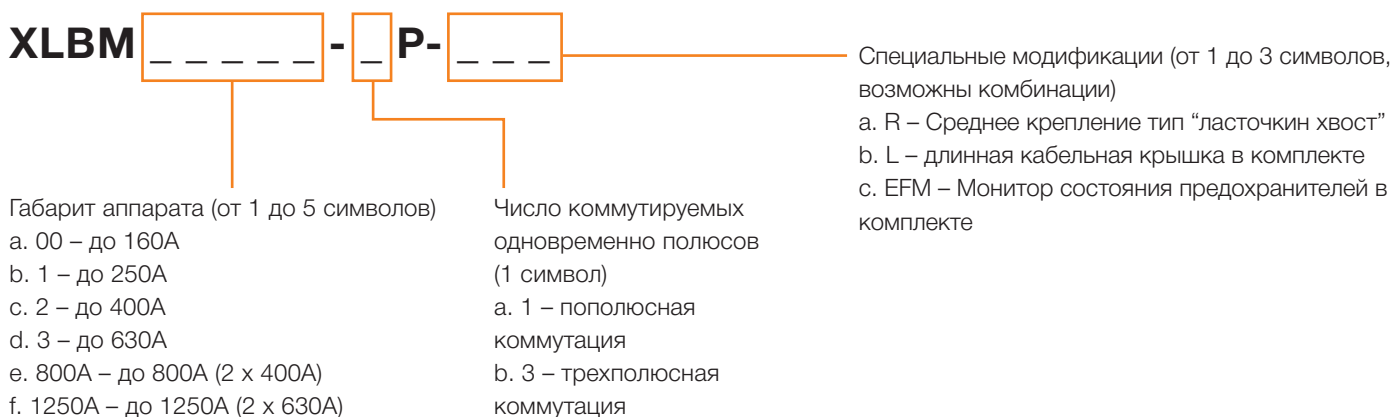
Предохранители-выключатели-разъединители серии XLBM

Выключатели нагрузки с предохранителями серии XLBM представляют собой фидера вертикального исполнения производства концерна АББ. Они доступны в четырех типоразмерах на токи до 630А. Также существуют специальные «сдвоенные исполнения» на 800А и на 1250А. Выключатели нагрузки XLBM предназначены для установки непосредственно на шины с межфазным расстоянием 185 мм. В зависимости от исполнения фидера возможно полюсное размыкание или одновременная коммутация всех трех фаз. Универсальная конструкция фидера позволяет подключать отходящие кабели как сверху, так и снизу. Большой ряд дополнительных возможностей обеспечива-

ется с помощью широкого ряда аксессуаров — комплект заземления, монитор состояния предохранителей, держатели шильдика/амперметра, доп. контакты и др. Выключатели нагрузки с предохранителями серии XLBM протестированы в соответствии со стандартом ГОСТ Р 50030.3. Они подходят для категории применения AC-23В и могут использоваться для коммутации сильно индуктивных нагрузок. Выключатели нагрузки XLBM изготовлены из высококачественного негорючего пластика класса V0. Надежность изделий подтверждена соответствующим сертификатом пожарной безопасности.



Структура условного обозначения



ВРП

ВРП – это аппараты, у которых предохранитель не участвует в коммутации, а расположен неподвижно в специальном отсеке внутри аппарата.

Такая схема построения аппарата дает нам следующие преимущества:

- Механизм независимого управления, т.е. все коммутации происходят за счет расположенных внутри аппарата пружин и не зависят от действий оператора;
- Возможность дистанционного управления посредством моторного привода;

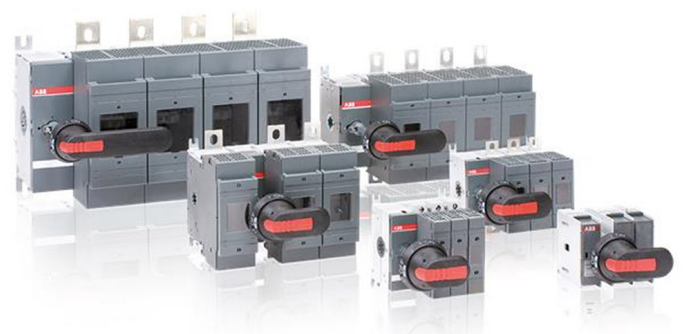
- Высокая степень защиты и внутренние блокировки, исключающие контакт с токоведущими частями;
 - Возможность диспетчеризации и автоматического управления, облегчающие эксплуатацию аппаратов.
- Все ВРП компании АББ имеют двойной разрыв в каждом полюсе и в отключенном состоянии предохранитель отключен с обеих сторон и электробезопасен для обслуживающего персонала

Выключатели-разъединители-предохранители серии OS

Выключатели разъединители с предохранителями серии OS сочетают в себе преимущества хорошо известного на рынке выключателя нагрузки OT и защиту на предохранителях. Данное решение является самым компактным решением в мире. Аппарат позволяет коммутировать цепи переменного и постоянного тока по категории применения AC23A и DC23A. Из дополнительных аксессуаров стоит отметить монитор состояния предохранителей. Данный монитор позволяет дистанционно отслеживать состояние предохранителей и, в случае их перегорания – подавать сигнал о неисправности.

Следует заострить свое внимание на серии OSM (версия OS с моторным приводом). Данная серия позволяет не только заменить вводной выключатель нагрузки, обеспечить видимый разрыв и выполнять функции защиты, но и дистанционно коммутировать даже высокоиндуктивную нагрузку, например асинхронный двигатель.

Аппараты выпускаются на токи от 32 до 1250А (ток определяется габаритом аппарата и установленным в него предохранителем). Существуют одно-, двух-, трех- и четырехполюсные исполнения, с фронтальным и боковым управлением. Благодаря высокой отключающей способности (до 100кА) аппарат может быть установлен на любом участке цепи от трансформатора до конечного потребителя. В случае установки в шкаф – наружу выводится только рукоятка управления со степенью защиты IP65.



Структура условного обозначения



Тип управления аппаратом:
a. OS – ручное управление
b. OSM – дистанционное управление (с моторным приводом)

Номинальный ток аппарата: (от 2 до 1250А)

Серия аппарата:
a. GD – Серия OS Gamma (32...160А) с фронтальным управлением
b. D – Серия OS (200..1250А) с фронтальным управлением
c. DS - Серия OS (200..800А) с боковым управлением

Конфигурация полюсов и местоположение механизма переключения (число полюсов справа/слева от механизма)

Дополнительные особенности аппарата/ комплектация:

- a. N1 – не защищенная предохранителем коммутируемая нейтраль слева
- b. N2 – не защищенная предохранителем коммутируемая нейтраль справа
- c. F – защищенная предохранителем нейтраль
- d. P – рукоятка и переходник
- e. K – ручка управления непосредственного монтажа в аппарате с боковым управлением

Выключатели-разъединители-предохранители серии XR



Представляет собой комплексное решение по распределению энергии, выпускаемое компанией АББ и зарекомендовавшее себя во всем мире. Аппарат обладает всеми преимуществами защиты на предохранителях и удобен в эксплуатации. Сам выключатель SlimLine XR представляет собой втычной компактный модульный аппарат, устанавливаемый на шины с расстоянием между фазами 185 мм. Ширина модуля стандартная и составляет 590 мм. Высота имеет несколько фиксированных значений, от 49 до 249 мм в зависимости от типоразмера и исполнения. Глубина втычной части до полного контакта с шиной – 220 мм. Горизонтальное расположение предохранителей позволяет осуществить наибольшее количество присоединений и существенно уменьшить габариты низковольтного комплектного устройства по сравнению с традиционным исполнением. Выключатель SlimLine XR ITS представляет собой версию XR

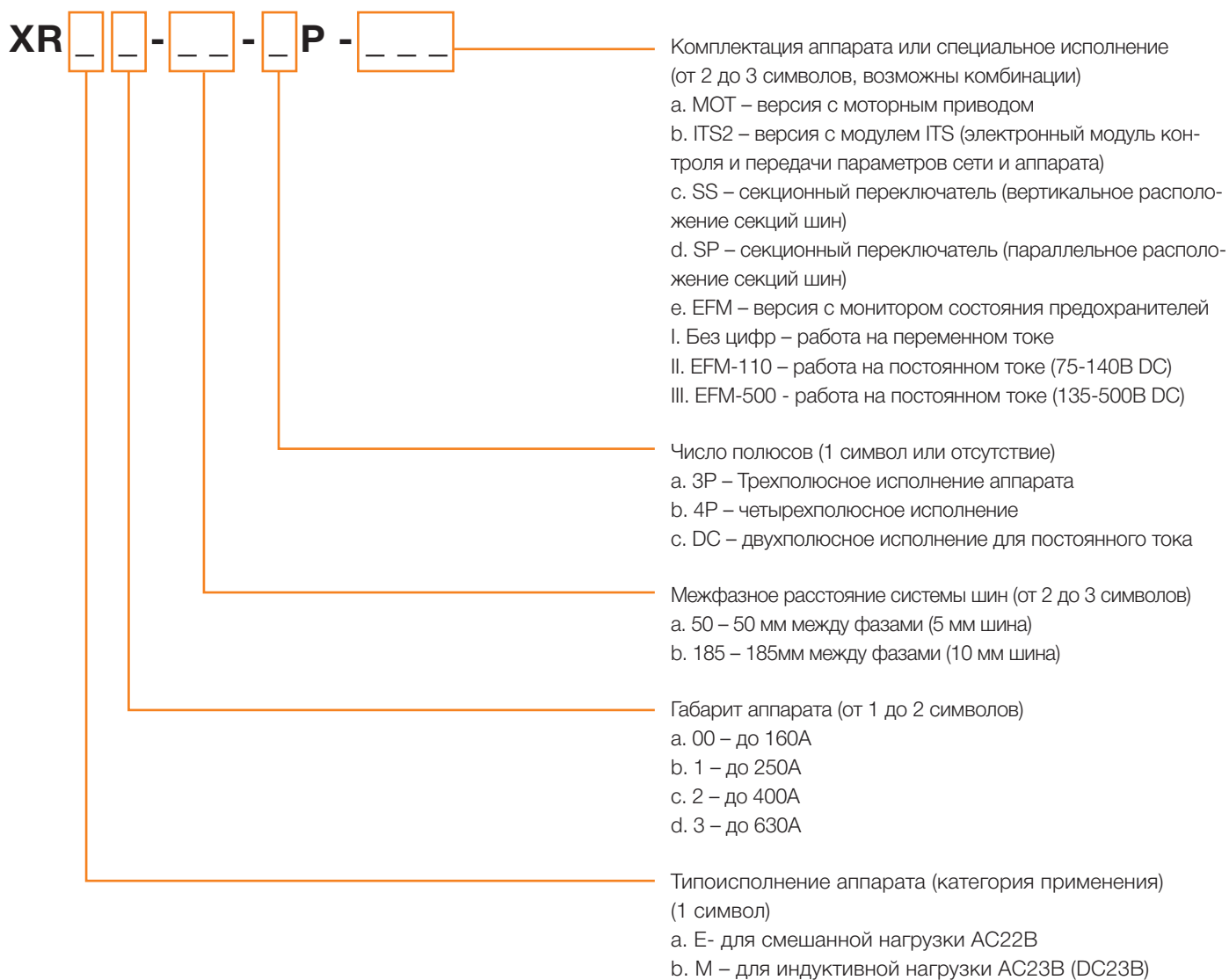
со встроенными трансформаторами тока, датчиками напряжения и температуры. Выключатель XR ITS осуществляет измерение всех параметров сети, включая энергопотребление и коэффициент мощности, что позволяет легко и без дополнительных затрат реализовать систему удаленного мониторинга энергосистемы, контролировать график расхода электроэнергии, построить энергетический профиль установки и оптимизировать потребление энергии. В выключателях серии SlimLine XR ITS обмен данными осуществляется по единому протоколу ModBus. Все настройки блока ITS могут быть заданы с помощью мобильного ПК, подключаемого к каждому выключателю SlimLine XR ITS посредством USB кабеля. На данный момент активно ведутся разработки модуля ITS для применения на постоянном токе.



При установке аппаратов SlimLine XR в шкафы серии Triline® можно получить единую систему, разработанную и испытанную на токи до 4000А в соответствии со стандартом ГОСТ Р 51321,1-2007 (IEC 60439-1: 2004) “Устройства комплектные низковольтные распределения и управления”.



Структура условного обозначения



Для заметок

Blank lined paper for notes.

Для заметок

Контакты

117997, Москва,
ул. Обручева, 30/1, стр. 2
Тел.: +7 (495) 777 2220
Факс: +7 (495) 777 2221

194044, Санкт-Петербург,
ул. Гельсингфорсская, 2А
Тел.: +7 (812) 332 9900
Факс: +7 (812) 332 9901

400005, Волгоград,
пр. Ленина, 86
Тел.: +7 (8442) 24 3700
Факс: +7 (8442) 24 3700

394006, Воронеж,
ул. Свободы, 73
Тел.: +7 (4732) 39 3160
Факс: +7 (4732) 39 3170

620026, Екатеринбург,
ул. Энгельса, 36, оф. 1201
Тел.: +7 (343) 351 1135
Факс: +7 (343) 351 1145

664033, Иркутск,
ул. Лермонтова, 257
Тел.: +7 (3952) 56 2200
Факс: +7 (3952) 56 2202

420061, Казань,
ул. Н. Ершова, 1а
Тел.: +7 (843) 570 66 73
Факс: +7 (843) 570 66 74

350049, Краснодар,
ул. Красных Партизан, 218
Тел.: +7 (861) 221 1673
Факс: +7 (861) 221 1610

660135, Красноярск,
Ул. Взлетная, 5, стр. 1, оф. 4-05
Тел.: +7 (3912) 298 121
Факс: +7 (3912) 298 122

603155 Нижний Новгород,
ул. Максима Горького, д.262, оф.24
Тел.: +7 (831) 2758222
Факс: +7 (831) 2758223 630073,

Новосибирск,
пр. Карла Маркса, 47/2
Тел.: +7 (383) 227-82-00
Факс: +7 (383) 227-82-00

614077, Пермь,
ул. Аркадия Гайдара, 86
Тел.: +7 (3422) 111 191
Факс: +7 (3422) 111 192

344065, Ростов-на-Дону,
ул. 50-летия Ростсельмаша, 1/52
Тел.: +7 (863) 203 7177
Факс: +7 (863) 203 7177

443013, Самара,
Московское шоссе, 4 А, стр.2
Тел.: +7 (846) 205 0311
Факс: +7 (846) 205 0313

450071, Уфа,
ул. Рязанская, 10
Тел.: +7 (347) 232 3484
Факс: +7 (347) 232 3484

680030, Хабаровск,
ул. Постышева, д. 22а
Тел.: +7 (4212) 26 0374
Факс: +7 (4212) 26 0375

693000, Южно-Сахалинск,
ул. Курильская, 38
Тел.: +7 (4242) 49 7155
Факс: +7 (4242) 49 7155