ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Часть 5
Электрические компоненты. Требования для плавких предохранителей высокого напряжения

СТ РК МЭК 60077-5-2007

(IEC 60077-5:2003 Railway applications. Electric equipment for rolling stock. Part 5: Electrotechnical components. Rules for HV fuses, IDT)

Издание официальное

Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан (Госстандарт)

Астана

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Казахстанским научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта (ТОО «КазНИИЖТ»)

ВНЕСЕН Комитетом путей сообщения Министерства транспорта и коммуникаций Республики Казахстан

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан от «06» ноября 2007 года № 610

3 Настоящий стандарт содержит идентичный текст международного стандарта МЭК 60077-5:2003 «Железные дороги. Электрооборудование для подвижного состава. Часть 5. Электротехнические компоненты. Правила для плавких предохранителей высокого напряжения» (IEC 60077-5:2003 «Railway applications. Electric equipment for rolling stock. Part 5: Electrotechnical components. Rules for HV fuses», IDT) с изменениями, которые по тексту выделены курсивом

4 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ 2012 год
ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ 5 лет

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан

Содержание

	Введение	IV
1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	1
3	Термины и определения	2
3.1	Компоненты и общие термины	2
3.2	Эксплуатационные характеристики	3
4	Классификация	4
4.1	Диапазон отключения	4
4.2	Категории применения	5
5	Характеристики	5
6	Информация о продукции	5
6.1	Документация	5
6.2	Маркировка	6
7	Обычные условия эксплуатации	6
8	Требования к конструкции и рабочим характеристикам	7
8.1	Требования к конструкции	7
8.2	Требования к рабочим характеристикам	8
9	Испытание	9
9.1	Виды испытаний	9
9.2	Испытания на проверку требований к конструкции плавких предохранителей	10
9.3	Типовые испытания для проверки требований к рабочим характеристикам	10
9.4	Периодические испытания на проверку требований к рабочим характеристикам	19
	Приложение А. – Схема соединений для испытаний на нагрев	20
	Приложение. Б – Характеристики плавких предохранителей типа “a” и “g”	21
	Приложение В. Контрольные схемы для испытания отключающей способности	22
	Приложение Г. – Проверка отключающей способности	23

Введение

Настоящий стандарт является частью 5 из серии стандартов СТ РК МЭК 60077.

В стандарте указываются требования к плавким предохранителям высокого напряжения, применяемым для подвижного состава.

Во время подготовки настоящего стандарта были рассмотрены стандарты серии МЭК 60077 и МЭК 60269, и требования указанные в них были по возможности сохранены.

В данном стандарте даются ссылки на общие правила для электротехнических компонентов, указанные в стандартах СТ РК МЭК 60077-1 «Подвижной состав железных дорог. Электрооборудование для подвижного состава. Часть 1. Электрические компоненты. Общие условия эксплуатации и общие правила» и СТ РК МЭК 60077-2 «Подвижной состав железных дорог. Электрооборудование для подвижного состава. Часть 2. Электрические компоненты. Общие требования», которые находятся на стадии разработки и утверждения.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Часть 5

Электрические компоненты. Требования для плавких предохранителей высокого напряжения

Railway applications. Electric equipment for rolling stock. Part 5: Electrotechnical components. Rules for HV fuses

Дата введения 2008.07.01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования для плавких предохранителей высокого напряжения, подсоединяемых к основным токоведущим цепям и/или вспомогательную цепь, устанавливаемых на подвижном составе.

Номинальное напряжение в таких сетях составляет 600 В и 3000 В постоянного тока. Также предохранители этого типа используются во вспомогательных цепях с переменным током промышленной частоты с номинальным напряжением до 1500 В.

Примечание - Помимо подвижного состава по соглашению между пользователем и производителем некоторые из требований могут быть применены к плавким предохранителям, устанавливаемым на других видах транспортных средств, например на промышленных локомотивах, троллейбусах и др.

Настоящий стандарт устанавливает следующее:

а) Характеристики плавких предохранителей;

б) условия эксплуатации, которым должны соответствовать плавкие предохранители, а именно:

- действие и режим работы при обычных условиях эксплуатации;
- действие и режим работы при коротком замыкании;
- диэлектрические свойства;

в) методы испытаний плавких предохранителей на соответствие техническим данным, соответствующим условиям эксплуатации и методы, принятые для такого рода испытаний;

г) сведения, которые должны быть указаны на плавких предохранителях или прилагаться к ним.

В данном стандарте не оговаривается параллельное соединение плавких предохранителей.

В приложении А приводится схема соединений для испытаний на нагрев.

Характеристики плавких предохранителей типа "a" и "g" приводятся в приложении Б.

Контрольные схемы для испытания отключающей способности приведены в приложении В.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

СТ РК МЭК 60077-1-2007 Подвижной состав железных дорог. Электрооборудование для подвижного состава. Часть 1. Общие условия эксплуатации и общие требования.

СТ РК МЭК 60077-2-2007 Подвижной состав железных дорог. Электрооборудование для подвижного состава. Часть 2. Электрические компоненты. Общие требования.

ГОСТ 8032-84 Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел.

ГОСТ 16962.2-90 Изделия электротехнические. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам.

ГОСТ 17242-86 Предохранители плавкие силовые низковольтные. Общие технические условия.

ГОСТ 18620-86 Изделия электротехнические. Маркировка.

ГОСТ 30630.1.2-99 Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие вибрации.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются термины, установленные в СТ РК МЭК 60077-1, СТ РК МЭК 60077-2 и ГОСТ 17242, а также следующие термины соответствующими определениями.

3.1 Компоненты и общие термины

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

3.1.2 **Плавкая вставка:** Часть плавкого предохранителя, включающая плавкий элемент (плавкие элементы), заменяемая после срабатывания плавкого предохранителя.

3.1.3 **Элемент плавкой вставки (плавкий элемент):** Часть плавкой вставки, предназначенная для расплавления при срабатывании плавкого предохранителя. В плавкой вставке может быть несколько параллельных плавких элементов.

3.1.4 **Основание плавкого предохранителя:** Несъемная часть плавкого предохранителя, снабженная контактами, выводами и при необходимости, оболочками.

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

3.1.6 **Закрытая плавкая вставка:** Плавкая вставка, один или несколько плавких элементов которой полностью закрыты таким образом, чтобы при срабатывании в пределах ее номинальных характеристик не мог быть причинен никакой наружный ущерб, например из-за возникновения дуги, выделений газов или выбросов пламени или металлических частиц.

3.1.7 **Плавкая вставка g:** Токоограничивающая плавкая вставка, способная в установленных условиях отключать все токи, вызывающие расплавление плавкого элемента, вплоть до номинальной отключающей способности.

3.1.8 **Плавкая вставка a:** Токоограничивающая плавкая вставка, способная в установленных условиях отключать все токи в интервале между наименьшим током, показанным на времятоковой характеристике отключения, и номинальной отключающей способностью.

3.1.9 **Серия плавких предохранителей:** Совокупность плавких предохранителей, основанная на одинаковых физических принципах относительно формы плавких вставок, типа контактов и т.п.

3.1.10 **Однородная серия плавких вставок:** Ряд плавких вставок в пределах данного типоразмера, отличающихся одна от другой лишь тем, что испытания одной плавкой вставки этого ряда или ограниченного числа таких плавких вставок можно считать достаточными для всех плавких вставок этого ряда.

3.2 Эксплуатационные характеристики

3.2.1 **Ожидаемый ток:** Ток, который проходил бы по цепи, если бы включенный в нее плавкий предохранитель был заменен проводником, полным сопротивлением которого можно пренебречь.

3.2.2 **Ожидаемый максимальный ток:** Максимальное значение электрического тока после возникновения токоповреждения.

Примечание – Данный термин обычно применяется в режиме короткого замыкания.

3.2.3 **Преддуговое время:** Время между появлением тока, достаточного для расправления плавкого элемента (ов), и моментом возникновения дуги.

3.2.4 **Время дуги:** Время между моментом возникновения дуги и моментом ее окончательного погасания.

3.2.5 **Время отключения:** Сумма значений преддугового времени и времени дуги.

3.2.6 **Напряжение дуги:** Мгновенное значение напряжения, появляющегося на выводах плавкого предохранителя в период горения дуги.

3.2.7 **Максимальное напряжение дуги:** Максимальное мгновенное значение напряжения, возникающее в заданных условиях на концах клемм плавкого предохранителя в момент появления дуги.

Примечание - После затухания дуги на клеммах предохранителя может возникнуть электрическое перенапряжение (переходное восстанавливающееся напряжение). Его величина зависит от характеристики цепи и плавкого предохранителя. Такое перенапряжение не является частью максимального напряжения дуги (см. рисунки Г.2 и Г.3 в приложении Г).

3.2.8 **Постоянный ток или статичное восстанавливающееся напряжение промышленной частоты:** Восстанавливающееся напряжение в цепи, возникающее после фазы неустановившегося напряжения, выражающееся средним значением колебания напряжения.

Примечание – В приложении Г на рисунках Г.2 и Г.3 показано точками B_1 и B_2.

3.2.9 **Максимально допустимый ток:** Максимальное мгновенное значение напряжения в момент срабатывания плавкого предохранителя.

3.2.10 **Интеграл Джоуля, I^2t:** Интеграл квадрата силы тока, проходящего через плавкий предохранитель за определенный промежуток времени:

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt \qquad (1)$$

Примечание 1 – Преддуговой I^2t - это интеграл I^2t за преддуговое время плавкого предохранителя.

Примечание 2 – I^2t отключения – это интеграл I^2t за время отключения плавкого предохранителя.

Примечание 3 – Количество энергии в Джоулях, высвободившееся за 1 Ом сопротивления в резисторе, защищаемой плавким предохранителем, равно значению интеграла Джоуля, выраженное в A^2c.

Примечание 4 – Расчет преддугового интеграла Джоуля приведен в ГОСТ 17242.

3.2.11 **Времятоковая характеристика:** Кривая зависимости преддугового времени или времени отключения от ожидаемого тока в установленных условиях срабатывания.

3.2.12 **Условный ток неплавления:** Установленное значение тока, который плавкая вставка способна пропускать в течение установленного (условного) времени, не расплавляясь.

3.2.13 **Условный ток плавления:** Установленное значение тока, вызывающего срабатывание плавкой вставки в течение установленного (условного) времени.

3.2.14 **Номинальное значение:** Величина, обычно указываемая производителем, означающая режим работы, при котором срабатывает плавкий предохранитель.

Примечание – Обычно для плавких предохранителей указывают такие номинальные параметры как напряжение, ток, отключающая способность и рассеяние мощности.

3.2.15 **Разброс:** Предельные значения, между которыми находятся характеристики, например времятоковые.

3.2.16 **Пропускаемый ток:** Максимальное мгновенное значение, достигаемое током в процессе отключения, когда плавкая вставка своим срабатыванием предотвращает достижение током максимально возможного в других условиях значения.

3.2.17 **Отключающая способность плавкой вставки:** Значение (для переменного тока действующее значение симметричной составляющей) ожидаемого тока, который способна отключать плавкая вставка при установленном напряжении в установленных условиях эксплуатации и обслуживания.

3.2.18 **Диапазон отключения:** Диапазон отключаемых токов, внутри которого обеспечивается отключающая способность плавкой вставки.

3.2.19 **Характеристика пропускаемого тока:** Зависимость пропускаемого тока от ожидаемого тока в установленных условиях срабатывания.

3.2.20 **Номинальный ток плавкой вставки, I_n:** Значение тока, который плавкая вставка может длительно проводить в установленных условиях без повреждений.

3.2.21 **Боек:** Механическое устройство, составляющее часть плавкой вставки, которое при срабатывании плавкого предохранителя освобождает энергию, необходимую для срабатывания другого аппарата или указателя или для воздействия на свободные контакты предохранителя.

4 Классификация

4.1 Диапазон отключения

Плавкие вставки предохранителей классифицируются следующим образом (см. приложение Б):

- класс “g” – полный диапазон отключающей способности, т.е. плавкие предохранители, отключающие при указанных условиях токи, вызывающие плавление элемента плавкой вставки, и до номинальной отключающей способности;
- класс “a” – частичный диапазон отключающей способности, т.е. плавкие предохранители, отключающие при указанных условиях все токи в диапазоне между минимальной отключающей способности и номинальной отключающей способности. Такие плавкие предохранители применяются совместно с другим коммутирующим устройством в цепях, где необходима защита от сверхтоков, значение которых ниже минимальной отключающей способности плавкого предохранителя.

Примечание – Для класса “a” примером являются цепи, где плавкие предохранители установлены для защиты полупроводниковых устройств, двигателей и др.

4.2 Категории применения

Плавкие вставки предохранителей подразделяют на категории в зависимости от изменения, при обычных условиях работы, следующих факторов:

- значений силы тока, не превышающих постоянного номинального значения;
- значений силы тока, на короткое время регулярно превышающих постоянное номинальное значение, например при запуске ротационной машины;
- значений силы тока, не превышающих постоянного номинального значения, но со значительной частотой включения или изменения;

или в случае, если они обеспечивают специальную защиту, например:

- в цепях с полупроводниковыми устройствами, когда необходимо быстрое срабатывание плавкого предохранителя, чтобы ограничить максимальный сквозной ток и рабочее I^2t;
- временную задержку.

5 Характеристики

К плавким предохранителям должны быть указаны следующие характеристики:

- номинальное напряжение постоянного и/или переменного тока;
- номинальный ток (I_n);
- номинальная частота;
- номинальная отключающая способность;
- диапазон отключающей способности;
- номинальная рассеиваемая мощность;
- времятоковые характеристики (таблица 1);
- способность выдерживать перегрузки;
- характеристики I^2t (минимальное преддуговое I^2t и максимальное рабочее I^2t);
- максимальный сквозной ток, связанный с ожидаемым током и постоянной времени;
- поправочные коэффициенты номинального тока в зависимости от температуры окружающей среды;
- максимальное напряжение дуги, связанное с рабочим напряжением;
- номинальное напряжение на изоляции для оснований плавкой вставки.

В графическом отображении значения характеристики I^2t ожидаемого тока должны быть указаны на оси абсцисс, а значения I^2t на оси ординат. На обеих осях координат должна быть указана логарифмическая шкала.

Таблица 1 – Условные времена и токи для плавких предохранителей “g”

Значения номинального тока, А	Условное время отключения, ч
$I_n \leq 63$	1
$63 < I_n \leq 160$	2
$160 < I_n \leq 400$	3
$I_n > 400$	4

6 Информация о продукции

6.1 Документация

Данная информация должна быть указана в каталоге или руководстве производителя.

Пункт 6.1 СТ РК МЭК 60077 -2 применяется со следующими дополнениями:

- номинальное напряжение;
- номинальный ток;
- номинальная отключающая способность и постоянная времени;
- применения – см. 4.2;
- характеристики I^2t (минимальное преддуговое I^2t и максимальное рабочее I^2t);
- поправочные коэффициенты для номинального тока в зависимости от температуры окружающей среды, изменяющиеся значения нагрузки и перегрузки;
- физические параметры;
- специальные инструкции по хранению, установке, техническому содержанию, если применимы.

6.2 Маркировка

Маркировку электротехнических изделий проводят в соответствии с ГОСТ 18620.

В соответствии с 6.2 СТ РК МЭК 60077-2 на плавких вставках и основаниях предохранителей должна быть паспортная табличка со стойкой маркировкой.

Маркировка основания и плавкой вставки (в том числе и малогабаритных предохранителей) должна содержать следующие данные:

- название производителя или торговую марку;
- обозначение производителя;
- номинальное напряжение (постоянного и/или переменного тока);
- номинальный ток.

7 Обычные условия эксплуатации

В перечисленных ниже условиях плавкие предохранители, соответствующие настоящему стандарту, считаются способными работать удовлетворительно без дополнительного подтверждения.

7.1 Температура окружающего воздуха

Температура окружающего воздуха не должна превышать 40 °С, ее среднее значение, замеренное в течение 24 ч, не превышает 35 °С, а замеренное в течение года – ниже 35 °С.

Минимальное значение температуры окружающего воздуха минус 5 °С.

Примечание - Времятоковые характеристики действительны при температуре окружающего воздуха 20 °С. Эти времятоковые характеристики приемлемы также при температуре 30 °С.

7.2 Высота над уровнем моря

Плавкие предохранители должны устанавливаться на высоте не выше 2000 м над уровнем моря.

7.3 Атмосферные условия

Воздух должен быть чистым, а его относительная влажность не выше 50 % при максимальной температуре 40 °С.

При более низких температурах допускается повышенная относительная влажность, например 90 % при 20 °С.

В этих условиях возможна умеренная конденсация из-за колебаний температуры.

Примечание - Если плавкие предохранители должны быть использованы в условиях, отличающихся от упомянутых в 7.1-7.3, в частности на открытом воздухе без защиты, требуется согласование с изготовителем. Она нужна также в случаях, когда могут

образоваться отложения морских солей или аномальные отложения промышленного происхождения.

7.4 Напряжение

Максимальное напряжение в системе не превышает 110 % номинального напряжения плавкого предохранителя. При постоянном напряжении, полученном выпрямлением переменного напряжения, пульсация не должна вызывать колебаний более чем на 5 % выше или 9 % ниже среднего значения 100 % номинального напряжения.

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

7.5 Частота

При переменном напряжении это номинальная частота плавкой вставки.

7.6 Условия монтажа

Плавкий предохранитель устанавливается в соответствии с инструкциями изготовителя.

Если предполагается, что в процессе эксплуатации плавкий предохранитель будет подвергаться аномальной вибрации или ударам, требуется консультация изготовителя.

Примечание - Дополнительно смотрите раздел 7 СТ РК МЭК 60077-1 .

8 Требования к конструкции и рабочим характеристикам

8.1 Требования к конструкции

В дополнение к требованиям пункта 8.1 СТ РК МЭК 60077-2, плавкий предохранитель должен соответствовать следующим требованиям.

8.1.1 Плавкая вставка предохранителя

Плавкая вставка предохранителя должна быть достаточно прочной, чтобы не повредить другие его части при постоянном дугообразовании, искрении или появлении пламени или возгорании материалов в момент срабатывания плавкого предохранителя.

Плавкая вставка предохранителя должна свободно извлекаться при замене.

При срабатывании плавкой вставки не должно наблюдаться внешних проявлений или повреждений частей плавкого предохранителя в комплекте.

Плавкие вставки не должны повреждаться так, чтобы их замена оказалась трудной и опасной. Допускается изменение цвета или растрескивание плавких вставок или их частей, если перед извлечением из держателя или испытательного основания плавкая вставка остается неповрежденной.

8.1.2 Основание плавкого предохранителя

Основание плавкого предохранителя должно иметь контакты, обеспечивающие прочное соединение с плавкой вставкой вне зависимости от температурных изменений, воздействия вибраций и ударов в обычных условиях работы и при воздействии электродинамических сил, когда плавкая вставка разрушается при перегрузке или коротком замыкании при достижении номинальной отключающей способности.

8.1.3 Пружинные контакты

Если основание плавкого предохранителя оснащено пружинными контактами для обеспечения электрического соединения или механического удержания его плавкой вставки, то такие контакты должны выдерживать 100 циклов извлечения и монтирования плавкой вставки без ухудшения электрических и механических свойств.

8.1.4 Внешние клеммы или вывод

Клеммы для внешнего подключения к основанию плавкого предохранителя должны обеспечивать постоянный зажим, не подвергающийся воздействию проходящего сквозь

них тока. Клеммы должны выдерживать многочисленное подключение и отключение внешних проводников. Минимальный размер резьбы на клеммах должен быть равен М5.

Клеммы не должны проворачиваться или смещаться при затягивании соединительных винтов и при этом удерживать проводники в одном положении.

Части клеммы, удерживающие проводники, должны быть металлическими, при этом они должны быть такой формы, чтобы не причинить повреждения проводникам.

Давление контакта на соединения не должно передаваться через изоляционный материал, за исключением керамической изоляции или любого другого материала с аналогичными механическими характеристиками. Клеммы должны располагаться так, чтобы оставаться легкодоступными (после удаления крышек при их наличии) в предполагаемых условиях.

8.2 Требования к рабочим характеристикам

8.2.1 Условия работы

Эти требования указаны в пункте 8.2.1 СТ РК МЭК 60077-2.

8.2.2 Превышение температуры

Эти требования указаны в пункте 8.2.2 СТ РК МЭК 60077-2.

8.2.3 Диэлектрические или изоляционные свойства

Плавкие предохранители не должны терять своих изоляционных свойств при напряжениях, которым они подвергаются в нормальных условиях эксплуатации. Плавкий предохранитель считается удовлетворяющим этому требованию, если выдерживает испытание на проверку изоляционных свойств.

Примечание - Дополнительно смотрите 8.2.6 СТ РК МЭК 60077-1.

8.2.4 Номинальное напряжение

Для плавких предохранителей, подпитываемых контактных проводом, значение номинального напряжения должно соответствовать данным, указанным в таблице 2. Для плавких предохранителей, не подпитываемых контактным проводом, испытательное напряжение на отключающую способность должно быть, по меньшей мере, равно наивысшему рабочему напряжению цепи.

Таблица 2 – Номинальное и испытательное напряжения для плавких вставок постоянного тока от контактного провода

Номинальное напряжение сети (В)	Номинальное напряжение плавкого предохранителя (В)	Испытательное напряжение на отключающую способность (В)
600	720	800
750	900	1000
1500	1800	1950
3000	3600	3900

8.2.5 Номинальный ток для плавкой вставки предохранителя

Номинальный постоянный ток для плавкой вставки предохранителя должен соответствовать значениям, указанным в ГОСТ 8032:

0,6; 1; 2; 3; 4; 6; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800 и 1000.

8.2.6 Номинальный ток плавкой вставки предохранителя

Номинальный ток для основания плавкого предохранителя должен быть равен или превышать значение, установленное для плавкой вставки предохранителя, его выбирают из серии номинальных токов плавкой вставки предохранителя.

8.2.7 Отключающая способность

Плавкая вставка предохранителя должна своевременно прерывать ток в диапазоне от минимальной до номинальной отключающей способности при соответствующем испытательном напряжении, указанном в таблице 7. Максимальное напряжение дуги не должно превышать трехкратного значения испытательного напряжения.

Примечание - При слабом номинальном токе (менее или равном 6,3 А) максимальное напряжение дуги может составлять 4,5 кратное значение испытательного напряжения.

8.2.8 Времятоковые характеристики

В технической документации производитель должен указать времятоковые характеристики при (20 ± 5) °С.

9 Испытания

9.1 Виды испытаний

9.1.1 Общие положения

Применяется 9.1.1 СТ РК МЭК 60077-1 за исключением того, что не применяются выборочные испытания.

Испытания на проверку рабочих характеристик плавких предохранителей включают следующие:

- типовые испытания (см. 9.1.2);
- периодические испытания (см. 9.1.3);
- квалификационные испытания (см. 9.1.4).

9.1.2 Типовые испытания

Типовые испытания включают следующее:

- проверка требований к конструкции (см. 9.2.2);
- проверка требований к рабочим характеристикам (см. 9.3).

В таблице 3, 4 и 5 указано количество плавких предохранителей или плавких вставок предохранителей для проведения типовых испытаний. Их выбирают методом случайного отбора из готовой продукции производителя. Для всех испытаний должно применяться одно и то же основание плавкого предохранителя.

Результаты типового испытания считаются действительными, если они соответствуют требованиям в таблицах 3, 4 и 5.

Для типовых испытаний сертификаты испытаний должны быть предоставлены к каждой плавкой вставке или основанию плавкого предохранителя в качестве доказательства соответствия технической документации.

9.1.3 Периодические испытания

Периодические испытания проводятся на каждой плавкой вставке и основании предохранителей.

Периодические испытания включают следующее:

- проверку требований конструкции (см. 9.2.3);
- проверку требований к рабочим характеристикам (см. 9.4).

Результаты периодических испытаний считаются соответствующими, если их результаты испытаний отвечают требованиям, указанным в 9.2.3 и 9.4.

9.1.4 Квалификационные испытания

Программа квалификационных испытаний должна охватывать следующее:

- влияние частых циклов тока на рабочие характеристики;
- влияние частых выбросов пускового тока на рабочие характеристики;

- влияние постоянных времени разных цепей на работу плавкого предохранителя во время испытаний на отключающую способность.

9.2 Испытания на проверку требований к конструкции плавких предохранителей

9.2.1 Общие условия

Соответствие плавкой вставки и основания плавкого предохранителя требованиям к конструкции, указанным в пункте 8, проводится согласно общим условиям, приведенным в 9.2 СТ РК МЭК 60077-1 и до проверки требований к рабочим характеристикам, описанным в пункте 9.3 и 9.4.

Конструкция предохранителя должна обеспечивать монтаж его основания или контактов основания без применения специального, нестандартного инструмента.

9.2.2 Типовые испытания

Проверка соответствия требованиям к конструкции плавких предохранителей при типовых испытаниях плавкой вставки и основания плавкого предохранителя охватывает:

- физические свойства; плавкий предохранитель должен соответствовать чертежам (например: размеры, материал и т.д.);

- изоляционный промежуток и длину пути (тока) утечки *(смотрите 9.3.3.2 СТ РК МЭК 60077-1).*

9.2.3 Периодические испытания

Проверка соответствия требованиям к конструкции, как плавкой вставки, так и основания плавкого предохранителя означает их визуальный осмотр (соответствие продукции их чертежам).

9.3 Типовые испытания для проверки требований к рабочим характеристикам

9.3.1 Последовательность испытаний

Типовые испытания группируются по числу последовательных испытаний, указанных в таблицах 3, 4 и 5.

Плавкие вставки для токов однородной серии:

- плавкие вставки для максимальных номинальных токов должны быть испытаны согласно таблице 3;

- плавкие вставки для минимальных номинальных токов должны быть испытаны согласно таблице 4;

- плавкие вставки для средних номинальных токов должны быть испытаны согласно таблице 5.

Предохранители с плавкими вставками, не относящимися к токам однородной серии, должны быть испытаны согласно таблице 3 и должны пройти проверку на прочность против вибраций и ударов согласно 9.3.4.5. При каждой последовательности испытания должны проводиться согласно указанному порядку.

Периодическое испытание (по 9.1.3) должно быть проведено на каждой плавкой вставке до проведения типового испытания.

Таблица 3 – Последовательность испытаний при максимальном номинальном токе однородной серии

Номер	Испытание	плавких вставок “g”									плавких вставок “a”							
	Количество образцов	3	3	2	2	1	1	1	1	1	3	3	2	2	1	1	1	1
9.2.2	Визуальный осмотр (параметры мм)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9.4.2	Измерение сопротивления	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9.3.4.1	Измерение превышения температуры									X								X
9.3.4.3	Проверка отключающей способности I_1	X									X							
9.3.4.3	Проверка отключающей способности I_2		X									X						
9.3.4.3	Проверка отключающей способности I_3			X									X					
9.3.4.3	Проверка отключающей способности I_4				X									X				
9.3.4.4	Проверка времятоковой характеристики I_5					X									X			
9.3.4.4	Проверка времятоковой характеристики I_6						X									X		
9.3.4.4	Проверка времятоковой характеристики I_7							X									X	
9.3.4.2	Условный ток неплавления								X									
9.3.4.2	Условный ток плавления								X									
9.3.4.6	Проверка на установку и извлечение [1)]									X								X
9.3.4.7	Диэлектрическая прочность [1)]									X								X
1) Это испытание необходимо проводить на укомплектованном плавком предохранителе, т.е. плавкой вставке с основанием плавкого предохранителя.																		

Таблица 4 – Последовательность испытаний при минимальном номинальном токе однородной серии

Номер	Испытание	плавких вставок “g”									плавких вставок “a”							
	Количество образцов	1	3	2	2	1	1	1	1	1	1	3	2	2	1	1	1	1
9.2.2	Визуальный осмотр (параметры мм)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9.4.2	Измерение сопротивления	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9.3.4.1	Измерение превышения температуры	X									X							
9.3.4.3	Проверка отключающей способности I_2		X									X						
9.3.4.3	Проверка отключающей способности I_3			X									X					
9.3.4.3	Проверка отключающей способности I_4				X									X				
9.3.4.4	Проверка времятоковой характеристики I_5					X									X			
9.3.4.4	Проверка времятоковой характеристики I_6						X									X		
9.3.4.4	Проверка времятоковой характеристики I_7							X									X	
9.3.4.2	Условный ток неплавления								X									
9.3.4.2	Условный ток плавления								X									
9.3.4.5	Проверка на установку и извлечение [1)]	X									X							
9.3.4.7	Диэлектрическая прочность [1)]									X								X

[1)] Это испытание необходимо проводить на укомплектованном плавком предохранителе, т.е. плавкой вставке с основанием плавкого предохранителя.

Таблица 5 – Последовательность испытаний при среднем номинальном токе однородной серии

Номер	Испытание	плавких вставок “g”								плавких вставок “a”						
	Количество образцов	3	2	2	1	1	1	1	1	3	2	2	1	1	1	1
9.2.2	Визуальный осмотр (параметры мм)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9.4.2	Измерение сопротивления	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9.3.4.1	Измерение превышения температуры								X							X
9.3.4.3	Проверка отключающей способности I_2	X								X						
9.3.4.3	Проверка отключающей способности I_3		X								X					
9.3.4.3	Проверка отключающей способности I_4			X								X				
9.3.4.4	Проверка времятоковой характеристики I_5				X								X			
9.3.4.4	Проверка времятоковой характеристики I_6					X								X		
9.3.4.4	Проверка времятоковой характеристики I_7						X								X	
9.3.4.2	Условный ток неплавления							X								
9.3.4.2	Условный ток плавления							X								
9.3.4.7	Диэлектрическая прочность [1)]								X							X
[1)] Это испытание необходимо проводить на укомплектованном плавком предохранителе, т.е. плавкой вставке с основанием плавкого предохранителя.																

9.3.2 Общие условия при проведении испытаний

Плавкий предохранитель должен в точности соответствовать его чертежу.

Испытания необходимо проводить при номинальных значениях (ток, напряжение, частота), если не указано иное. Плавкий предохранитель должен быть встроен в вертикальном положении, если не указано иное.

Таблица 6 – Допустимые отклонения значений при проведении испытаний

Все испытания		Испытания на превышение температуры и проверка времятоковой характеристики		Испытания при коротком замыкании	
Напряжение:	+ 5 %	Ток:	+3 %	Ток:	+10 %
	0		0		0
Частота	±10 %			Коэффициент мощности:	0

Окончание таблицы – 6

		-0,05
		Постоянная времени: +15 % 0
Примечание – Применяются эти значения, если не указано иное в пункте, оговаривающем испытания.		

9.3.3 Последовательность испытаний для проверки общих рабочих характеристик

В последовательность входят испытания и проверки, указанные в таблицах 3, 4 и 5.

9.3.4 Описание испытаний для плавких вставок предохранителей

9.3.4.1 Измерение превышения температуры

В соответствии с пунктом 9.3.3.2 СТ РК МЭК 60077-2 испытания проводятся при номинальном токе.

Схема соединения испытательной цепи для проведения измерения подъема температуры показана в приложении А, рисунок А.

Испытание проводится с доступом воздуха к устанавливаемому плавкому предохранителю в месте, защищенном от сквозняков. Температура окружающей среды должна быть в пределах от 15 °С до 35 °С.

Для этого испытания напряжение источника питания должно быть достаточным, чтобы поддерживать требуемое значение испытательного тока. Плавкий предохранитель должен находиться под постоянной нагрузкой номинального тока (переменного или постоянного по выбору) плавкой вставки предохранителя.

Изменение температуры не должно превышать значений, указанных в таблице 2 СТ РК МЭК 60077-2.

Примечание - Проводники испытательной схемы, подключенные напрямую к плавкому предохранителю здесь не рассматриваются.

9.3.4.2 Проверка условного тока неплавления и условного тока плавления для плавкого предохранителя типа “g”

Допускается проводить указанные ниже испытания при пониженном напряжении:

а) Через плавкий предохранитель пропускается условный ток неплавления, указанный производителем, в течение периода времени, приведенному в таблице 1. Плавкий предохранитель не должен сработать.

б) После охлаждения плавкого предохранителя до температуры окружающей среды через него пропускают условный ток плавления, указанный производителем. Плавкий предохранитель должен сработать в течение периода времени, указанного в таблице 1.

Примечание - Вышеуказанное испытание б) можно не проводить, если производитель и пользователь согласны провести проверку условного тока плавления во время проведения испытаний на ток отключения I_4 (см. 9.3.4.3).

9.3.4.3 Проверка отключающей способности

А) Общие положения

Проверка отключающей способности должна проводиться на следующих плавких вставках однородной серии (см. режим испытаний ниже):

- плавкие вставки предохранителей для максимального номинального тока при испытательных токах I_1, I_2, I_3, I_4;
- плавкие вставки для минимального и среднего номинального тока при испытательных токах I_2, I_3, I_4.

Однородность серии тока при испытании плавкой вставки должна быть зафиксирована производителем и указана в отчете об испытаниях.

Плавкие предохранители неоднородной серии должны быть протестированы испытательным током I_1, I_2, I_3, I_4.

Плавкие вставки с различными номинальными токами считаются образующими однородную серию при таких условиях, когда:

- их оболочки идентичны по форме, конструкции и, за исключением плавких элементов, размерам. Это условие соблюдается также, когда различны только контакты плавких вставок, и в этом случае для испытаний выбирается плавкая вставка с контактами, для которых результаты испытаний должны, по-видимому, оказаться наихудшими;
- в них имеется одинаковая дугогасительная среда с одинаковой полнотой заполнения;
- их плавкие элементы выполнены из идентичных материалов, одинаковы по длине и форме;

Примечание – Например, они могут быть изготовлены одинаковыми инструментами из материала различной толщины.

- их поперечное сечение, которое может измениться по длине плавких элементов, и число плавких элементов не превышают поперечного сечения и числа плавких элементов для плавких вставок с наибольшим номинальным током;
- минимальные расстояния между соседними плавкими элементами и между плавкими элементами и внутренней поверхностью держателя не менее чем в плавкой вставке с наибольшим номинальным током;
- они пригодны для использования с данным держателем или предназначаются для эксплуатации без держателя, но в конструкции, одинаковой для всех номинальных токов однородной серии.

Б) Режим испытаний

Для проверки отключающей способности плавких предохранителей проводятся следующие режимы испытаний:

- Режим испытания I – проверка отключающей способности при испытательном напряжении I_1 равном номинальной отключающей способности;
- Режим испытания II – проверка срабатывания плавкой вставки предохранителя током ожидания I_2, при максимальном значении энергии дуги, возникающей в плавком предохранителе. Для испытания постоянным током значение ожидаемого тока должно быть таким, чтобы максимальный сквозной ток был в диапазоне 0,6 и 0,8 ожидаемого тока.
- Режим испытания III – проверка срабатывания плавкой вставки предохранителя в диапазоне перегрузочного тока I_3 и I_4. Во время этих испытаний допускается предварительный нагрев плавкой вставки предохранителя током низкого напряжения. До проведения испытания на оплавление элемента предохранителя, через плавкую вставку пропускают номинальный разрывающий высоковольтный ток с периодом задержки не более 0,2 с. При включении высоковольтного тока должна появиться дуга, а также достигнуто значение ожидаемого тока.

Параметры испытаний указаны в таблице 7.

I_n – номинальный ток плавкой вставки предохранителя.

I_1 – номинальная отключающая способность плавкого предохранителя, указанная производителем.

I_2 – должно быть выбрано согласно вышеуказанному методу.

I_3 – среднее значение отключающей способности плавкой вставки предохранителя.

I_4 – минимальная отключающая способность плавкой вставки предохранителя типа “a” или стандартный плавящий ток плавкого предохранителя типа “g”.

Таблица 7 – Параметры для испытаний на проверку отключающей способности плавких вставок предохранителей постоянного тока

Параметры	Режим испытаний I	Режим испытаний II	Режим испытаний III
Среднее значение напряжение[1)]	1,1 х номинальное напряжение плавкого предохранителя[2)]		
Постоянная времени	см. таблицу 8		
Ожидаемый ток	I_1 + 5 % 0	I_2	I_3 = 5 х I_n ± 20 % I_4 = Стандартный плавящий ток для плавкого предохранителя типа “g” или минимальная отключающая способность для плавкого предохранителя типа “a” +20 % -0 %
Значения времени для поддержания испытательного (восстанавливающегося) напряжения[3)] после разрывающего тока	30 с	30 с	30 с

Примечание

1) На практике испытательное и восстанавливающееся напряжения равны.

2) Значения испытательных напряжений для плавких вставок предохранителей, с источником питания от контактного провода см. в таблице 2.

3) Для плавких вставок, содержащих органические материалы, время для поддержания восстанавливающегося напряжения должно быть увеличено до 5 мин.

Для плавких предохранителей номинального напряжения 3000 В постоянного тока, предназначенных для защиты обогревающих сетей поезда не требуются дополнительные испытания испытательным током от 50 Гц и 16 2/3 Гц в связи с пониженным напряжением, т.е. 1500 В для 50 Гц и 1000 В для 16 2/3 Гц.

В) Испытательная схема

Рекомендуемая испытательная схема показана в структурной схеме в приложении В рисунок В.

Испытательная схема должна быть отрегулирована на получение указанного ожидаемого тока при помощи съемной плавкой вставки А.

При механической установке следует учитывать силу магнитного поля, которые могут повлиять на результаты испытаний.

Во время испытаний должны быть записаны, по крайней мере, следующие параметры осциллограмм:

- ток короткого замыкания;
- напряжение на концах плавкой вставки при испытании, во время короткого замыкания и в момент работы

- напряжение электрической дуги. Необходимо вести запись данных высокоскоростного осциллографа, чтобы определить максимальное значение перенапряжения.

Таблица 8 – Постоянные времени испытательной схемы

Ожидаемый ток I_w (кА)	Постоянная времени (миллисекунды)
$I_w \leq 5$	$30 \pm 3^{1)}$
$5 < I_w < 25$	20 ± 2
$I_w \geq 25$	10 ± 1
[1] Индуктивность испытательной схемы не должна превышать 50 мГн.	

При необходимости по соглашению между производителем и пользователем могут быть установлены более высокие значения постоянных времени.

Г) Методика испытаний

Калибровка испытательной схемы относительно значений силы тока, напряжения и постоянной времени должна проводиться по осциллограммам следующим образом:

- в испытательной схеме, отрегулированной на получение ожидаемого тока, плавкая вставка должна быть сделана из материала с пренебрежимо малым сопротивлением. Длительность ожидаемого тока в испытательной схеме должна быть больше, чем время отключения плавкой вставки;
- напряжение в испытательной схеме должно быть отрегулировано на замененную плавкую вставку.

При эксплуатационном испытании плавкая вставка должна быть вставлена в испытательную схему в соответствии с рисунком В в приложении В и замкнутым переключателем.

Если для преддугового периода применяется низкое напряжение (по 9.3.4.3), то его значение должно быть таким, чтобы поддерживать требуемый испытательный ток при постоянном значении в пределах ± 5 %.

Если преддуговое время превышает 1 мин, допускается плавная регулировка испытательной схемы.

Чтобы избежать перегрузки плавкой вставки при установке силы тока, на время калибровки плавкую вставку можно заменить другой плавкой вставкой.

Если преддуговое время короче 0,5 с, то время текущее и преддуговое время должны быть измерены с помощью осциллографа. При более продолжительном времени, измерения можно проводить с помощью амперметра и секундомеру с остановом.

Восстанавливающееся напряжение необходимо поддерживать на контактах плавкой вставки после срабатывания предохранителя в течение периода, указанного в таблице 7.

Значение восстанавливающегося напряжения определяют по осциллограммам, записанным во время испытания на отключение (рисунки Г.2 и Г.3 в приложении Г).

Значение ожидаемого тока определяется путем сравнения осциллограмм, записанным во время калибровки (рисунок Г.1) и осциллограммам, записанным во время испытаний на отключение (рисунки Г.2 и Г.3).

Если дуга появляется раньше, чем ток достигает своего максимального значения (рисунок Г.3), то значение ожидаемого тока отключения равно максимальному значению тока, записанному во время калибровки (A_2 на рисунке Г.1). Напротив, если дуга возникает после того, как ток достигает максимального значения (A_1 на рисунке Г.2), то

значение ожидаемого тока отключения равно мгновенному значению тока, записанному во время калибровки времени, соответствующему времени появления дуги.

Постоянная времени тока определяется как интервал времени с начала подачи тока в схему и заканчивается при значении тока 0,632 максимального значения тока (рисунок Г.1).

9.3.4.4 Проверка времятоковых характеристик

Времятоковые характеристики можно проверить путем оценки осциллограмм, полученных в ходе испытаний, по проверке отключающей способности.

Определяются периоды:

1) от момента замыкания цепи до момента, когда измерение напряжения свидетельствует об образовании дуги;

2) от момента замыкания цепи до момента ее окончательного разрыва.

Определенные таким образом преддуговое время и время отключения, отнесенные к абсциссе, соответствующей значению ожидаемого тока, должны находиться во времятоковой зоне, указанной изготовителем, или в последующих частях.

Три значения тока, I_5, I_6 и I_7 необходимо выбрать так, чтобы они не охватывали область значений тока I_1, I_2, I_3 и I_4 при проверке преддуговой времятоковой характеристики (по 9.3.4.3).

9.3.4.5 Проверка способности выдерживать воздействие вибраций и удары

Испытания на воздействие вибраций с последующим испытанием на удары следует проводить в соответствии с методами, установленными в ГОСТ 16962.2, ГОСТ 30630.1.2 и в настоящем стандарте.

Перед проведением испытаний исходный экземпляр плавкого предохранителя необходимо подвергнуть испытанию на превышение температуры (по 9.3.4.1).

Соответствие должно быть проверено испытанием на дальнейшее превышение температуры, по завершении которого значения температуры не должны превышать 5 К или на 5 % (оба значения больше) значений, полученных во время испытания на превышение температуры перед механическим испытанием.

Это испытание должно быть проведено на плавкой вставке при минимальном номинальном токе особой однородной серии.

9.3.4.6 Проверка на установку и извлечение

Контакты основания плавкого предохранителя должны выдержать 100 циклов установки и извлечения плавкой вставки без ухудшения механических или электрических свойств контактов.

Перед проведением этих испытаний исходную плавкую вставку необходимо подвергнуть испытанию на превышение температуры (по 9.3.4.1).

Соответствие должно быть проверено испытанием на дальнейшее превышение температуры, по завершении которого значения температуры не должны превышать 5 К или на 5 % (оба значения больше) значений, полученных во время испытания на превышение температуры перед механическим испытанием.

Это испытание должно быть проведено на плавкой вставке при максимальном номинальном токе особой однородной серии.

9.3.4.7 Проверка электрической прочности диэлектрика

Данное испытание следует проводить на укомплектованном плавком предохранителе. Необходимо подать испытательное напряжение между одним концом клеммы и установочной платой и другим концом клеммы и вспомогательным контактом, если применимо. *Значения испытательного напряжения указаны в 9.3.3.3 СТ РК МЭК 60077-2.*

9.4 Периодические испытания на проверку требований к рабочим характеристикам

9.4.1 Общие условия

Нижеследующие испытания должны быть проведены на каждой плавкой вставке:

- измерение сопротивления между концами (по 9.4.2);
- измерение веса.

В дополнение проводится испытание на электрическую прочность диэлектрика каждого основания плавкого предохранителя (по 9.3.4.7).

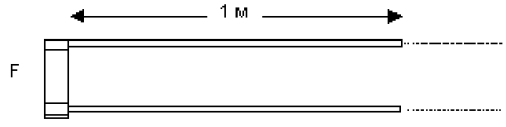
9.4.2 Измерение сопротивления

Внутреннее сопротивление плавких вставок предохранителей измеряется при температуре окружающей среды (20 ± 5) °С, при этом значение тока не должно превышать более 0,1 значения номинального тока. Измерение проводится путем применения метода измерения соответствующего сопротивления.

Результат измерения считается принятым, если разница между значением, полученным в ходе испытания, и значением, указанным производителем, не превышает ± 20 %. Значение сопротивления должно быть отмечено в отчете испытаний.

Приложение А
(обязательное)

Схема соединений для испытаний на нагрев



F – Плавкая вставка или предохранитель

Рисунок А – Схема соединения при испытаниях на повышение температуры

Приложение Б
(справочное)

Характеристики плавких предохранителей типа “a” и “g”

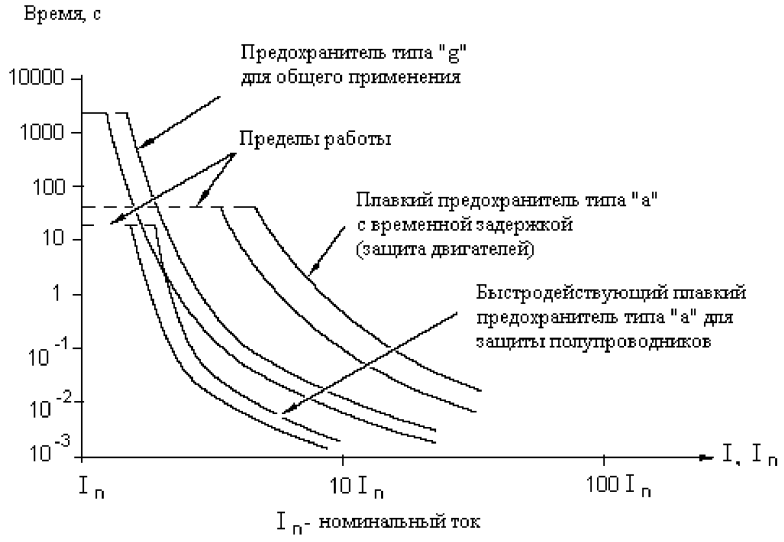


Рисунок Б – Сравнение времятоковых характеристик плавких предохранителей типа “a” и “g”

Приложение В
(справочное)

Контрольные схемы для испытания отключающей способности

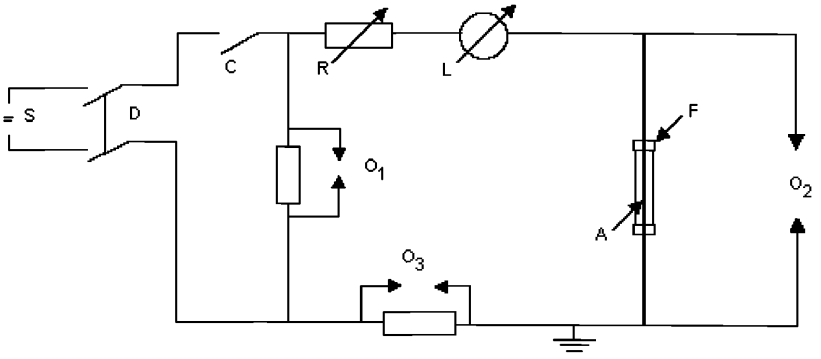


Рисунок В – Чертеж испытательной схемы при испытаниях на отключающую способность

Условные обозначения:
S - источник постоянного/переменного тока
C - переключатель
R - регулируемый резистор
L - регулируемая катушка индуктивности
A - съемная плавкая вставка для калибровки
O_1 - измерение источника напряжения
O_2 - измерение напряжения дуги и восстанавливающегося напряжения
O_3 - измерение силы тока
F - плавкая вставка/плавкий предохранитель при испытании
D - защитное устройство для источника тока

Приложение Г
(рекомендуемое)

Проверка отключающей способности

В данном приложении приведены образцы осциллограмм, записанных во время калибровки цепи и отключения плавкого предохранителя.

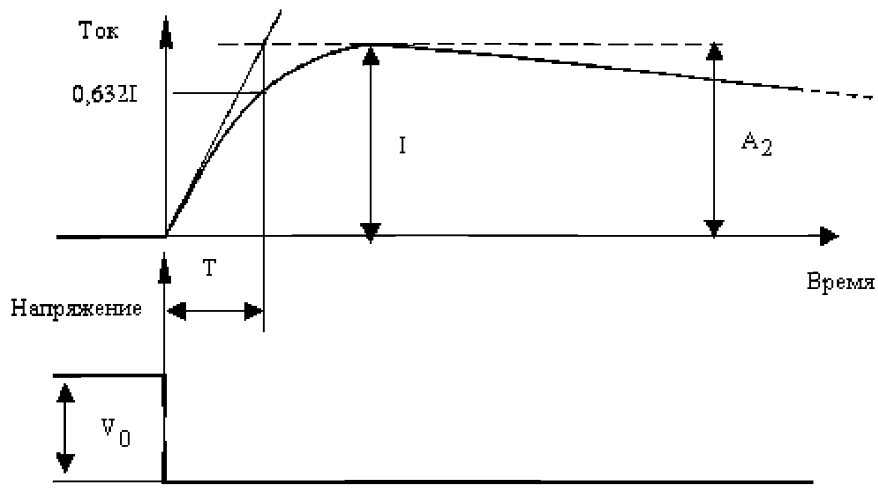


Рисунок Г.1 – Калибровка испытательной схемы

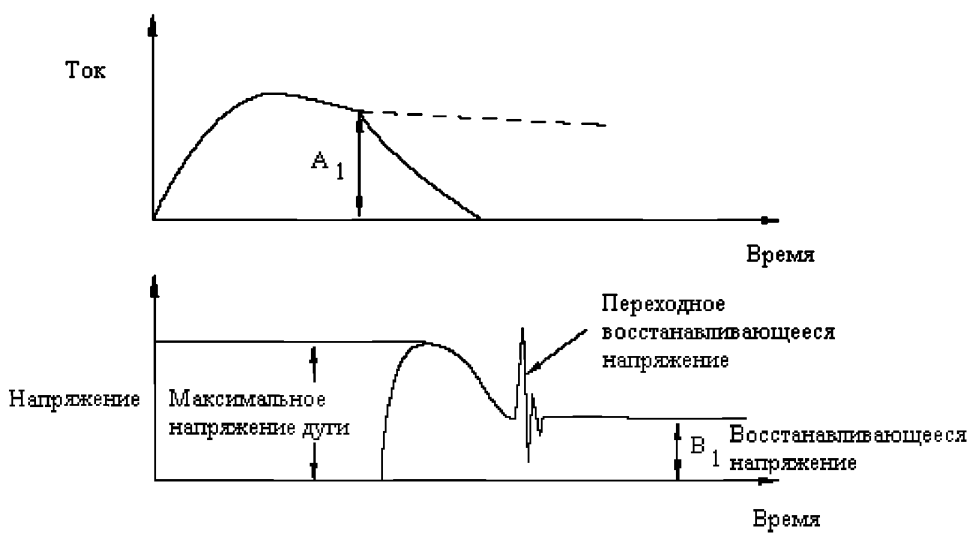


Рисунок Г.2 – Отключение плавкого предохранителя при появлении дуги после достижения максимального значения тока

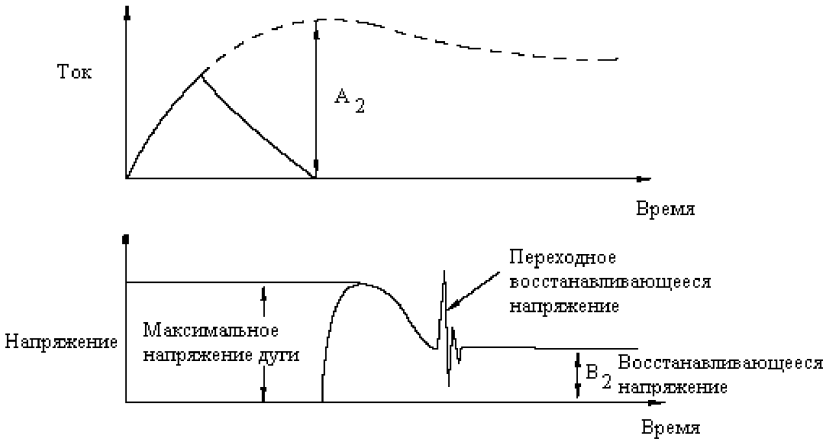


Рисунок Г.3 – Отключение плавкого предохранителя при появлении дуги до максимального значения тока

Условные обозначения для рисунков Г.1, Г.2 и Г.3 следующие:
A_1 - Отключающая способность
A_2 - Ожидаемый максимальный ток
T - Постоянная времени
V_0 - Испытательное напряжение
B_1 - Восстанавливающееся напряжение
B_2 - Восстанавливающееся напряжение

УДК 629.424.4:621.316.923.2 **МКС 45.060**

Ключевые слова: предохранитель, плавкая вставка, ток, преддуговое время, напряжение дуги, максимально допустимый ток

Для заметок

Басуға _____ж. қол қойылды Пішімі 60х84 1/16
Қағазы офсеттік. Қаріп түрі «KZ Times New Roman»,
«Times New Roman»
Шартты баспа табағы 1,86. Таралымы ____ дана. Тапсырыс ____

«Қазақстан стандарттау және сертификаттау институты»
республикалық мемлекеттік кәсіпорны
010000, Астана қаласы
Есіл өзенінің сол жақ жағалауы, Орынбор көшесі, 11 үй,
«Эталон орталығы» ғимараты
Тел.: 8 (7172) 240074

gost.e-ecolog.ru