
МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

ГОСТ

(IEC 60695-1-12:2015)

ИСПЫТАНИЯ НА ПОЖАРООПАСНОСТЬ

Руководство по оценке пожарной опасности электротехнической продукции.

Система пожарной безопасности

(IEC 60695-1-12:2015,

Fire hazard testing – Part 1-12: Guidance for assessing the hazard of
electrotechnical products – Fire safety engineering, MOD)

Издание официальное

Москва

Российский институт стандартизации

2022

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России) на основе собственного перевода англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 274 «Пожарная безопасность»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от _____ № _____)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Азербайджан	AZ	Азстандарт
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Институт стандартизации Молдовы
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Туркмения	TM	Главгосслужба «Туркменстандартлары»
Узбекистан	UZ	Узстандарт
Украина	UA	Минэкономразвития Украины

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от _____ № _____ межгосударственный стандарт ГОСТ _____ введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с _____

5 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту IEC 60695-1-12:2015 «Испытания на пожарную опасность. Часть 1-12. Руководство по оценке пожарной опасности электротехнической продукции. Техника пожарной безопасности» («Fire hazard testing – Part 1-12: Guidance for assessing the hazard of electrotechnical products – Fire safety engineering», MOD) путем внесения технических отклонений, объяснение которых приведено во введении к настоящему стандарту.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5 (подраздел 3.6).

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© IEC, 2015

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2022

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1	Область применения.....
2	Нормативные ссылки.....
3	Термины и определения.....
4	Процесс разработки системы пожарной безопасности.....
5	Преимущества разработки системы пожарной безопасности.....
6	Цели, требования и разработка системы пожарной безопасности электротехнической продукции.....
6.1	Цели разработки системы пожарной безопасности.....
6.2	Критерии соответствия системы пожарной безопасности.....
7	Разработка сценариев пожаров.....
8	Данные для разработки системы пожарной безопасности.....
9	Испытания электротехнических изделий.....
9.1	Общие положения.....
9.2	Оценка пожарной опасности электротехнической продукции.....
	Приложение А (обязательное) Вероятностная оценка пожарного риска.....
	Библиография.....

Введение

В международный стандарт IEC 60695-1-12:2015 внесены следующие технические отклонения:

- раздел 1 изменен в целях конкретизации области применения стандарта;
- из раздела 2 были исключены ссылки на международные стандарты, применительно к которым в межгосударственной стандартизации отсутствуют идентичные им или модифицированные по отношению к ним межгосударственные стандарты; раздел дополнен ссылкой на ГОСТ 12.1.004, использованный в настоящем стандарте, и приведен в соответствие с требованиями ГОСТ 1.5–2001 (подраздел 3.8) и ГОСТ 1.3–2014 (пункт 7.6.3);
- из раздела 3 исключены термины с соответствующими определениями, не используемые по тексту стандарта и не относящиеся к испытаниям на пожарную опасность электротехнических изделий; раздел дополнен термином «электротехническое изделие» с соответствующим определением, в связи с данными техническими отклонениями была изменена нумерация пунктов раздела;
- изменен текст раздела 4 (исключены обозначения пунктов 4.1 – 4.3);
- из раздела 5 исключены положения, не относящиеся к электротехническим изделиям;
- из раздела 6 исключены второй абзац пункта 6.1.1, второе и третье предложения первого абзаца, второе предложение пункта 6.1.6 как не относящиеся к электротехнической продукции и не требующиеся для объяснения положений стандарта; тексты пунктов 6.1.3, 6.1.4, 6.1.5 изменены с целью уточнения положений стандарта; подраздел 6.1 дополнен пунктом 6.1.7, в который перенесены положения подраздела 6.2, так как он тесно связан по смыслу с пунктами 6.1.1 – 6.1.6 подраздела 6.1; подраздел 6.2 исключен, нумерация подраздела 6.3 изменена на 6.2 в связи с изменением структуры раздела;
- изменен текст пункта 7.1, исключено обозначение данного пункта, пункт 7.2 исключен, так как его положения не относятся к электротехнической продукции, из таблицы 1 исключены сценарии пожаров;
- изменен текст раздела 8, сохранены формулировки, относящиеся к электротехнической продукции;
- в разделе 9:
 - в подразделе 9.1 заменен текст второго абзаца для уточнения аспекта стандартизации настоящего стандарта;

- исключен подраздел 9.2 в связи с отсутствием конкретных требований; нумерация подраздела 9.3 изменена на 9.2;
- исключены второе и третье предложения первого абзаца пункта 9.3.1 как не соответствующие цели и задачам межгосударственной стандартизации;
- заменен второй абзац пункта 9.3.1 для приведения в соответствие с требованиями межгосударственной стандартизации; исключен последний абзац указанного пункта, так как приведенные в нем положения неинформативные;
- исключен подраздел 9.4, так как приведенные в нем положения неинформативные;
- из таблицы 2 исключена ссылка на IEC 60695-1-10:2009 и сноски, в связи с тем, что соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует, а сноски неинформативные для пользователей настоящего стандарта;
- изменен статус приложения А со справочного на обязательный;
- текст приложения А приведен с учетом требований Технического регламента Таможенного союза «О безопасности низковольтного оборудования» (ТР ТС 004/2011); добавлена нумерация формул;
- из библиографии исключены библиографические ссылки, применение которых в настоящем стандарте нецелесообразно.

Измененные и дополнительные положения, включенные в текст стандарта для учета потребностей национальных экономик стран, указанных в предисловии, выделены курсивом.

Изменение содержания отдельных структурных элементов выделено вертикальной линией, расположенной на полях этого текста.

ИСПЫТАНИЯ НА ПОЖАРООПАСНОСТЬ

Руководство по оценке пожарной опасности электротехнической продукции.

Система пожарной безопасности

Fire hazard testing. Guidance for assessing the hazard of electrotechnical products. Fire safety system

Дата введения _____

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на обеспечение пожарной безопасности электротехнической продукции и устанавливает основные положения и общие принципы при проектировании электроустановок и разработке электротехнических изделий.

Настоящий стандарт не является подробным техническим руководством по проектированию.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий межгосударственный стандарт:

ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

Издание официальное

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (www.easc.by) или по указателям национальных стандартов, издаваемых в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

пожарная опасность (fire hazard): Свойство физического объекта или условия с потенциалом, нежелательных проявлений пожара.

[1], статья 4.112]

3.2

оценка пожарной опасности (fire hazard assessment): Оценка возможных причин пожара, возможности и природы его последующего развития и прогнозируемых последствий.

[ГОСТ ИЕС 60695-4–2020, статья 3.2.10]

3.3

огнестойкость (fire resistance): Способность испытуемого образца выдерживать некоторое время воздействие огня или сохранять защитные свойства.

Примечание 1 – Типичными критериями, применяемыми при оценке огнестойкости при стандартных огневых испытаниях, являются: целостность, несущая способность и защитные свойства теплоизоляционного материала.

Примечание 2 – Термин «огнеупорный» (имя прилагательное) применяют в том же смысле.

[1], статья 4.121]

3.4

система пожарной безопасности (fire safety engineering): Приложение инженерных научно обоснованных методов к разработке или оценке проектов строительных объектов с учетом сценариев пожара или через определение количественного значения риска для группы сценариев пожара.

[1], статья 4.126]

3.5

сценарий пожара (fire scenario): Качественное описание протекания пожара во времени с выделением ключевых явлений, характеризующих его и отличающих его от других пожаров.

Примечание — Важно выделять зажигание и развитие пожара, стадию полностью развитого пожара, стадию затухания пожара, состояние окружающей среды и функционирование систем, влияющих на протекание пожара.

[1], статья 4.129]

3.6

огневое испытание (fire test): Испытание, при котором производят измерения параметров пожара и их изменения или устанавливают результаты воздействия пожара на объект испытания.

Примечание — В результате испытания могут устанавливаться количественные характеристики жесткости пожара, или может определяться огнестойкость или реакция на огонь испытываемого образца.

[1], статья 4.132]

3.7

распространение пламени (flame spread): Распространение фронта пламени.

[1], статья 4.142]

3.8 критерии соответствия (performance criteria): Количественные критерии, установленные нормативными документами в области строительства, служащие основанием для оценки безопасности проекта объектов строительства и окружающей строительной инфраструктуры.

3.9

дым (smoke): Видимая часть выделений при пожаре.

[1], статья 4.293]

3.10

электротехническое изделие: Изделие, предназначенное для производства или преобразования, передачи, распределения или потребления электрической энергии.

[ГОСТ 18311–80, статья 1]

4 Процесс разработки системы пожарной безопасности

Система пожарной безопасности основана на научных принципах для обеспечения целевых задач на стадиях проектирования, разработки и эксплуатации электротехнической продукции, направленных на защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и(или) ограничение последствий воздействия опасных факторов пожара на объект защиты (продукцию).

Основой разработки системы пожарной безопасности является выполнение требований нормативных документов и технической документации на конкретные виды электротехнической продукции.

5 Преимущество разработки системы пожарной безопасности

Исполнение требований системы пожарной безопасности обеспечивает:

- безопасность человека;
- оптимизацию экономических затрат на разработку, проектирование и эксплуатацию электроустановок;
- сохранение материальных ценностей;
- корректировку отдельных положений нормативных документов и технической документации.

6 Цели, требования и разработка системы пожарной безопасности электротехнической продукции

6.1 Цели разработки системы пожарной безопасности

6.1.1 Общие положения

Система пожарной безопасности устанавливает единые цели и терминологию, относящуюся к обеспечению пожарной безопасности.

6.1.2 Безопасность жизни

Цель обеспечения безопасности жизни нормируется требованиями по исключению или ограничению на определенном уровне причинения вреда при пожаре людям.

Безопасность жизни человека достигается путем принятия технических решений, направленных на исключение или снижение вероятности возникновения пожара электрооборудования или другой электротехнической продукции, а при возникновении пожара на исключение или снижение вероятности воздействия опасных факторов.

6.1.3 Сохранение материальных ценностей

Цели сохранения материальных ценностей заключаются в снижении материальных потерь от пожара.

6.1.4 Сохранение функциональности

Сохранение функциональности достигается уменьшением влияния опасных факторов пожара на технологический процесс.

6.1.5 Защита окружающей среды

В целях защиты окружающей среды необходимо минимизировать непосредственное воздействие пожара и его последствий на окружающую среду.

6.1.6 Сохранение исторического наследия

Цели защиты исторического наследия состоят в том, чтобы избежать потери или повреждения объектов, для которых под угрозой при пожаре находится, прежде всего, не их экономическая стоимость.

6.1.7 Функциональные требования

Каждая цель разработки системы пожарной безопасности должна быть связана с одним или более функциональными требованиями, например:

- ограничение распространения пламени за пределы оболочки электротехнической продукции, в которой оно возникло;*
- ограничение дымообразования;*
- сохранение работоспособности систем противопожарной защиты в условиях пожара в течение времени, необходимого для выполнения их функций и эвакуации людей в безопасную зону путем нормирования времени работоспособности электрических цепей системы противопожарной защиты.*

6.2 Критерии соответствия системы пожарной безопасности

6.2.1 Общие положения

Критерии соответствия – количественные технические характеристики, определяющие надежность и эффективность системы пожарной безопасности.

6.2.2 Явные критерии соответствия

Примером явных критериев соответствия является сохранение электроизделием работоспособности в условиях стандартных испытаний.

Результаты испытаний должны быть выражены в точных общепринятых терминах и единицах измерения.

6.2.3 Неявные критерии соответствия

Неявные критерии соответствия принимают на основе нормативных требований, статистических данных, экстраполяции результатов математического моделирования.

7 Разработка сценариев пожаров

Разработка сценариев пожаров основывается на идентификации факторов, приводящих к возникновению пожара. Сценарии также позволяют оценить эффективность мер противопожарной защиты, направленных на предотвращение или ограничение проявления опасных факторов пожара и его физических последствий.

Перечень примеров разработки сценариев пожара от электротехнической продукции представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Возможные сценарии пожаров

Примеры сценариев пожаров
Горение одиночных электрических изделий
Горение кабелей в кабельных прокладках

8 Данные для разработки системы пожарной безопасности

Описание сценария пожара должно содержать всю требуемую информацию с заданными точностью и достоверностью.

Например, для электротехнической продукции могут быть следующие параметры:

- свойства, связанные с поведением веществ и материалов при пожаре;
- огнестойкость материалов при пожаре;
- формирование опасных факторов пожара;
- воздействие опасных факторов пожара на людей и окружающую среду.

9 Испытания электротехнических изделий

9.1 Общие положения

При разработке системы пожарной безопасности должны использоваться данные, получаемые при испытаниях электротехнических изделий и позволяющие посредством использования методов прогнозирования давать им оценку с учетом условий применения.

Например:

- *при испытании(ях) в условиях стандартного огневого воздействия функциональные электротехнические свойства изделия должны сохраняться в течение заданного интервала времени;*
- *методы испытаний должны соответствовать сценарию пожара, реальному монтажу;*
- *испытания следует проводить в условиях, в которых изделие применяется.*

9.2 Оценка пожарной опасности электротехнической продукции

9.2.1 Оценка электротехнической продукции (изделий) как источника возникновения пожара

Оценивать электротехническую продукцию как источник возникновения пожара допускается расчетом вероятности возникновения пожара, основанным на применении статистического анализа данных в сочетании с данными о характере начала развития последующего пожара.

Методика расчета вероятности возникновения пожара от электротехнического изделия по приложению А.

Причины зажигания могут быть четырех типов: аномальное повышение температуры, короткое замыкание, дуга, искра или повышение переходного сопротивления или тока. В таблице 2 перечислены возможные причины таких явлений и возможные последствия их возникновения.

9.2.2 Оценка пожарной опасности электротехнической продукции (изделий) в условиях пожара

Внешнее воздействие пожара может привести к возникновению аварийного режима в электроустановке или электротехническом изделии, при котором в развивающийся пожар поступает дополнительная энергия.

При оценке некоторую часть электроустановок (электроизделий) в ряде случаев следует рассматривать как компоненты здания, транспортного средства или системы, компьютерной сети или другой большей структуры в пределах строительной инфраструктуры. Например, это могут быть силовые или коммуникационные кабельные прокладки в коробах, скрытых прокладках, сервисных нишах, телекоммуникационных помещениях, информационных центрах, трансформаторных секциях или в распределительных щитах с плавкими предохранителями силового кабеля.

Таблица 2 – Основные факторы, приводящие к зажиганию электротехнической продукции

Фактор	Причина	Основные последствия
Аномальный рост температуры	Сверхток в проводнике. Плохой контакт. Токи утечки (нагревание вследствие потери изолирующих свойств). Дефекты компонентов, деталей или взаимосвязанных систем (например, вентиляции). Механические повреждения электрических контактов или деталей изоляции Заклинивание вала двигателя (заторможенный ротор). Преждевременное термостарение	Устройства защиты сразу не срабатывают (кроме специальной защиты). Могут сработать с запаздыванием. Температура растет постепенно и очень медленно. Значительный нагрев и скопление выделений при зажигании приводят к мгновенному включению продукции в пожар. Накопление и распространение горючих газов в воздухе могут привести к зажиганию или взрыву, особенно в герметичной оболочке. Заторможенный двигатель (ротор) из-за перегрева обмотки может затлеть или воспламениться

Окончание таблицы 2

Фактор	Причина	Основные последствия
Короткое замыкание	Прямой контакт подвижных электропроводящих деталей, находящихся под различным напряжением (ослабление клемм, попадание инородных тел и т. п.). Постепенное ухудшение электроизоляционных свойств некоторых компонентов. Возникновение неожиданного дефекта в какой-либо части	Срабатывают устройства защиты. Мгновенно увеличивается локальная температура. Возможно свечение, выделение дыма и горючих газов. Образование искр и выброс раскаленных частиц металлов
Искрение и дугообразование Примечание – В некоторых электроустановках возникновение дуги и искровых разрядов возможно в нормальном режиме эксплуатации	Происходит из-за внешних воздействий на оборудование (при перенапряжении в сети, при воздействиях на подвижные части или при их сближении и т. п.). От внутренних неисправностей, возникающих вследствие естественного износа компонентов, а также проявления скрытых дефектов или разрушения компонентов, вызванных экстремальными режимами работы оборудования и электрических цепей	Устройства защиты могут не срабатывать. Возможно возгорание горючих веществ и взрыв взрывоопасной смеси. Образование раскаленных искр и электрических дуг, сопровождающееся свечением. Возможно выделение дыма и пламени
Сверхток	Повреждение в электрической цепи	Могут не срабатывать устройства защиты

Приложение А
(обязательное)

Вероятностная оценка пожарного риска

А.1 Оценка пожарного риска

А.1.1 Введение

Оценка пожарного риска (соответствует *ГОСТ 12.1.004*) отражает комплексный подход, включающий вероятностные методы, основанные на стохастичности физико-химических явлений, способствующих зажиганию, а также детерминированные методы, основанные на прямых измерениях, включая сравнение результатов, полученных стандартными методами испытаний.

Допустимая вероятность возникновения пожара (Q_f) составляет 10^{-6} на одно изделие в год. В случае, когда Q_f больше 10^{-6} , принимается решение о том, нужно ли модифицировать (доработать) электротехническое изделие.

Методы оценки риска возникновения пожара от электротехнических изделий разработаны на основании многолетних исследований и апробации в течение 20 лет расчета вероятности.

Применяют следующую формулу:

$$Q_f = Q_{fc} \cdot Q_{fv} \cdot Q_{pf} \cdot Q_{ign}, \quad (A.1)$$

где Q_{fc} – вероятность (на одно изделие в год) возникновения характерного аварийного режима (неисправности) в составной части изделия (рассчитывается статистически на основе накопленных данных);

Q_{fv} – вероятность того, что значение характеристического электротехнического параметра характерного аварийного режима [электротехнической неисправности – например, короткого замыкания, сетевых (по току) перегрузок или переходного сопротивления] лежит в диапазоне пожароопасных значений;

Q_{pf} – вероятность несрабатывания (аппарата) защиты (электрической, тепловой и т. п.);

Q_{ign} – вероятность того, что горючий материал достигает критической температуры либо загорается (на основе экспериментальных данных).

Если существует количество k определенных пожароопасных режимов, характерных для функционирования электротехнического изделия, то

$$Q_f = 1 - \prod_{i=1}^k [1 - (Q_{fc} \cdot Q_{fv} \cdot Q_{pf} \cdot Q_{ign})]_i \quad (A.2)$$

А.1.2 Вероятность Q_{fc}

Вероятность Q_{fc} получают из статистического анализа данных, накопленных испытательными лабораториями предприятий-изготовителей и эксплуатационных служб. Она может быть определена через общую интенсивность отказов изделия с введением коэффициента, учитывающего долю пожароопасных отказов.

А.1.3 Вероятность Q_{fv}

Вероятность Q_{fv} рассчитывают следующим образом. Характерный пожароопасный режим изделия определяется соответствующим характеристическим электротехническим параметром. Например, пожароопасный режим может быть обусловлен коротким замыканием, тогда характерным пожароопасным значением является ток короткого замыкания. Но только в определенном диапазоне токов короткого замыкания возможен пожароопасный режим (загорание).

Пожароопасные диапазоны для данного параметра определяют в ходе экспериментальных исследований, связанных с оценкой Q_{fv} . При этом определяют максимальное и минимальное пожароопасные значения характерного электротехнического параметра.

В общем случае

$$Q_{fv} = N_f / N_p = [X_{haz(max)} - X_{haz(min)}] / [X_{op(max)} - X_{op(min)}] \quad (A.3)$$

где N_f – диапазон пожароопасных значений выбранного характерного электротехнического параметра (например, электрического тока или переходного сопротивления);

N_p – диапазон рабочих значений параметра;

$X_{haz(max)}$ и $X_{haz(min)}$ – максимальное и минимальное пожароопасные значения выбранного характерного электротехнического параметра;

$X_{op(max)}$ и $X_{op(min)}$ – максимальное и минимальное рабочие значения параметра.

А.1.4 Вероятность Q_{pf}

Вероятность несрабатывания электрической защиты Q_{pf} определяют на основании данных по ее надежности. При отсутствии электрической или другой, предотвращающей загорание, защиты значение Q_{pf} принимают равным единице.

А.1.5 Вероятность Q_{ign}

А.1.5.1 Общие положения

Q_{ign} – это вероятность того, что горючий материал становится пожароопасным либо достигает критического состояния, либо загорается, что устанавливается экспериментально.

В зависимости от типа электротехнического изделия критический режим может определяться разными условиями, например образованием определенного количества дыма или достижением критической температуры.

А.1.5.2 Расчет Q_{ign} при использовании дискретного критерия пожарной опасности

При использовании в качестве пожароопасного критерия дискретного показателя (воспламенение, появление дыма и др.) выполняют лабораторные испытания для определения Q_{ign}

Q_{ign} представляет собой вероятность того, что дискретный показатель отказа будет получен в условиях

$$Q_{fc} = Q_{pf} = Q_{fv} = 1 \quad (A.4)$$

и расчет выполняется по формуле

$$Q_{ign} = m/n, \quad (A.5)$$

где m – количество испытаний, в которых наблюдался отказ;

n – полное количество испытаний.

A.1.5.3 Q_{ign} как функция непрерывного аргумента

В случаях, когда вероятность отказа определяется как непрерывная функция (например, температуры), вместо критерия «да/нет» вклад этой вероятности принимают как

$$Q_{ign} = \varphi(h), \quad (A.6)$$

где $\varphi(h)$ – вероятность;

h – аргумент функции выбранной плотности вероятности.

Например, в случае температурного критерия

$$h = \frac{T_c - T_m}{\sigma / \sqrt{N}}, \quad (A.7)$$

где T_m – среднее арифметическое значение температур T_i , т. е.

$$T_m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_i, \quad (A.8)$$

здесь T_i – максимальное измеренное значение температуры изделия в i -м испытании;

T_c – критическая температура испытуемого горючего материала;

N – общее количество испытаний;

σ – среднеквадратичное отклонение экспериментальных данных, определяемое по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (T_i - T_m)^2}{N - 1}} \quad (A.9)$$

Примечание – При исследовании конструкционных изоляционных материалов критическую температуру T_c принимают равной 80 % термодинамического значения температуры зажигания.

А.2 Пример

А.2.1 Общие положения

В следующем примере рассмотрен расчет вероятности возникновения пожара от емкостного пускорегулирующего аппарата (ПРА) для люминесцентных ламп на 40 Вт и 220 В.

Вероятность совпадения вероятностей, что в ПРА возникнет аварийный режим и при этом произойдет загорание, выражается произведением этих вероятностей, Q_{fc} и Q_{fv}

При предположении, что системы защиты отсутствуют, такая ситуация приведет к возникновению пожара, когда $Q_{pf} = 1$.

Следовательно,

$$Q_f = Q_{fc} \cdot Q_{fv} \cdot Q_{ign} \quad (A.10)$$

В этом примере Q_{ign} вычислена как вероятность достижения или превышения критической температуры T_c .

Q_{ign} – вероятность достижения поверхностью аппарата в наиболее нагретом месте пожароопасной температуры, которая равна температуре воспламенения (самовоспламенения) изоляционного материала ПРА. Эту вероятность определяют сравнением измеренной средней критичной температуры со средней измеренной температурой «горячей точки».

А.2.2 Данные испытания

Были установлены три различных аварийных режима, каждый из которых мог быть пожароопасным:

- 1) длительный пусковой режим;
- 2) режим с короткозамкнутым конденсатором;
- 3) длительный пусковой режим с короткозамкнутым конденсатором.

В таблице А.1 показаны значения температуры, полученные при десяти испытаниях в одном из аварийных режимов, при длительном пусковом режиме.

Таблица А.1 – Длительный пусковой режим: температура в самой горячей точке оболочки

Номер испытания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T , К	372	380	378	375	378	372	375	376	374	370

А.2.3 Расчет

Среднее арифметическое значение температуры $T_m = 375$ К ($\theta_m = 102$ °С) при стандартном отклонении $\sigma = 3,13$ К.

Примечание – T – обозначение термодинамической температуры, θ – обозначение температуры по Цельсию.

Чтобы вычислить Q_{ign} , прежде всего, необходимо установить критическое значение температуры T_c , а затем определить вероятность наступления этого значения или его превышения.

Значение T_c вычисляют по формуле

$$T_c = \frac{\sum_{i=1}^{10} \{(T_s)_i + (T_f)_i\}}{20} \quad (A.11)$$

где T_s – температура, при которой начинается появление дыма;

T_f – температура, при которой ПРА выходит из строя,

и в этом примере T_c была найдена равной 442,1 К ($\theta_c = 169,0$ °С).

Принимая t – распределение вероятности Стьюдента, параметр h вычисляют следующим образом:

$$h = \frac{T_c - T_m}{\sigma / \sqrt{10}} = (442,1 - 375) / (3,13 / 3,162) = 67,8 \quad (A.12)$$

Есть девять степеней свободы, $(n - 1)$ и t – распределение вероятности Стьюдента дает эффективную ценность нуля ($8,34 \cdot 10^{-14}$) для $\varphi(h)$, когда $h = 67,8$.

Следовательно, в этом случае $Q_{ign} = 0$ и $Q_f = 0$.

В таблице А.2 представлены данные испытаний при двух других аварийных рабочих режимах, и значения h , а следовательно и Q_{ign} , определены таким же способом.

Таблица А.2 – Температура оболочки в наиболее нагретом месте при работе в аварийных режимах

Параметр	Режим с короткозамкнутым конденсатором	Длительный пусковой режим с короткозамкнутым конденсатором
T_m, K	380	430
σ, K	5,16	7,38

Данные по трем аварийным режимам объединены в таблице А.3.

Таблица А.3 – Данные по аварийным режимам работы

Параметр	Длительный пусковой режим	Режим с короткозамкнутым конденсатором	Длительный пусковой режим с короткозамкнутым конденсатором
$Q_{fc} \cdot Q_{fv}^a)$	0,06	0,1	0,006
h	67,8	38,1	5,18
$Q_{ign} = \varphi(h)$	$8,34 \cdot 10^{-14}$, т. е. практически нуль	$1,47 \cdot 10^{-11}$, т. е. практически нуль	0,000290
а) Данные, основанные на статистическом анализе данных из лабораторий изготовителей.			

Таким образом, расчетная вероятность возникновения пожара от ПРА равна:

$$\begin{aligned}
 Q_f &= 1 - [(1 - (0,06 \cdot 0)) \cdot (1 - (0,1 \cdot 0)) \cdot (1 - (0,006 \cdot 0,000290))] \\
 &= 1 - [1 \cdot 1 \cdot 0,99999826] = 1,74 \cdot 10^{-6} \quad (A.13)
 \end{aligned}$$

Это значение больше 10^{-6} , и поэтому вероятность пожара признается недопустимой. Следовательно, необходимо предложить модификацию устройства, например, рекомендовать применение системы защиты.

Библиография

- [1] ISO 13943:2008 Fire safety – Vocabulary (Пожарная безопасность. Словарь)

ГОСТ

ГОСТ

УДК 614.841.3:006.354

МКС 13.220.40

MOD

Ключевые слова: техника пожарной безопасности, электротехнические изделия, вероятностная оценка пожарного риска

Руководитель организации разработчика:

Заместитель начальника института –
начальник НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России



А.Ю. Лагозин

Руководитель разработки:

Заместитель начальника отдела –
начальник сектора



А.А. Назаров

Исполнители:

Заместитель начальника НИЦ НТП ПБ –
начальник отдела

Главный научный сотрудник

Ведущий научный сотрудник

Старший научный сотрудник



А.И. Рябиков

Г.И. Смелков

В.А. Пехотиков

О.И. Грузинова