ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56257— 2014

ХАРАКТЕРИСТИКА ФАКТОРОВ ВНЕШНЕГО ПРИРОДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Общая классификация

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2015

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН ООО «НИИ экономики связи и информатики «Интерэкомс» (ООО «НИИ «Интерэкомс»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 100 «Стратегический и инновационный менеджмент»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2014 г. № 1843–ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном формационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)

© Стандартинформ, 2015

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

Введение

Настоящий стандарт содержит информацию о внешних воздействиях и определяет степени их интенсивности.

Настоящий стандарт относится к группе стандартов, описывающих внешние природные условия в справочной форме, пригодной для установления конкретных требований к техническим изделиям (продукции).

Специалисты технических комитетов, рассматривающие спецификации внешних условий для продукции, определяют значения степеней интенсивности в соответствии с комплексом национальных стандартов «Воздействие природных внешних условий на технические изделия». Однако если значения степеней интенсивности не удовлетворяют установленным требованиям, следует руководствоваться положениями настоящего стандарта.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ХАРАКТЕРИСТИКА ФАКТОРОВ ВНЕШНЕГО ПРИРОДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Общая классификация

External environmental impact characterization.
General classification

Дата введения – 2016 – 01 – 01

1 Область применения

Настоящий стандарт содержит информацию о внешних воздействиях и ограниченном числе значений степени их интенсивности в рамках рассматриваемого диапазона внешних условий функционирования оборудования в процессе транспортировки, хранения, установки и использования по назначению, а также классификацию внешних воздействующих факторов.

Настоящий стандарт относится к группе стандартов, описывающих внешние природные условия в справочной форме, пригодной для установления конкретных требований к оборудованию.

2 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины с соответствующими определениями.

2.1 **внешние условия:** Физические, химические или биологические условия, являющиеся внешними для продукта (изделия), которым он подвергается в определенное время.

Примечание — Как правило, внешние условия — это внешние природные условия, а также внешние условия, созданные самим продуктом или внешними источниками.

2.2 **внешнее воздействие:** Воздействие воды, масла, строительных материалов, веществ, вызывающих коррозию или загрязнение, механические воздействия снега, ветра, а также других опасных факторов окружающей среды.

Примечание — К внешним воздействиям могут относиться физические, химические или биологические воздействия, которые либо в отдельности, либо в комбинации с другими воздействиями формируют внешние условия (например, нагрев, вибрация).

2.3 **внешний параметр:** Одно или несколько физических, химических или биологических свойств, характеризующих внешнее воздействие (например, температура, ускорение).

Пример — Внешнее воздействие «вибрация» характеризуется следующими параметрами: тип вибрации (синусоидальная, случайная), ускорение и частота.

2.4 **степень интенсивности внешнего параметра:** Значение каждой величины, характеризующей внешний параметр.

Пример — Степень интенсивности синусоидальной вибрации определяется значениями ускорения ($м/с^2$) и частоты (Гц).

2.5 **область применения продукта:** Условие или среда, в которой продукт функционирует.

Пример — Офисные помещения, сталелитейный цех, наземный транспорт. Область применения не относится к классу продуктов (например, компьютеры).

2.6 **группа внешних параметров и степени их интенсивности:** Множество внешних условий, характерных для конкретного применения (цели).

2.7 **атмосферное давление:** Абсолютное давление околоземной атмосферы.

2.8 **атмосферные выпадающие осадки:** Вода в жидком и твердом состоянии, выпадающая из облаков.

2.9 **атмосферные конденсированные осадки:** Вода в жидком и твердом состоянии, образующаяся на земной поверхности и на предметах, находящихся вблизи нее, в результате конденсации водяного пара, находящегося в воздухе.

2.10 **атмосферные осадки:** Выпадающие или конденсированные осадки.

2.11 **аэродинамический нагрев:** Нагревание обтекаемой газом поверхности тела, движущегося в газообразной среде с большой скоростью при наличии конвективного, а при гиперзвуковых

скоростях и радиационного теплообмена с газовой средой в пограничном или ударном слое.

2.12 **аэродинамический удар:** Механическое воздействие ударной волны, образующейся при движении летательного аппарата в атмосфере в момент достижения им сверхзвуковой скорости.

2.13 **бактерия:** Микроорганизм, обладающий клеточной оболочкой, но не имеющий клеточного ядра, размножающийся простым делением и способствующий разрушению изделий.

2.14 **биологический ВВФ:** Организмы или их сообщества, оказывающие внешние воздействия и вызывающие нарушение исправного и работоспособного состояния изделия.

2.15 **ветер:** Поток воздуха, движущийся со скоростью свыше 0,6–1 м/с.

2.16 **внешний воздействующий фактор (ВВФ):** Внешний фактор, который может оказывать воздействие или влияние на характеристики системы.

Примечание – В соответствии с ГОСТ 26883-86: «Внешний воздействующий фактор (ВВФ) - Явление, процесс или среда, внешние по отношению к изделию или его составным частям, которые вызывают или могут вызвать ограничение или потерю работоспособного состояния изделия в процессе эксплуатации».

2.17 **воздействие землетрясения:** Сейсмическое воздействие, вызванное естественными причинами.

2.18 **гидравлический удар:** Резкое повышение или понижение давления движущейся жидкости при внезапном уменьшении или увеличении скорости потока.

2.19 **динамическая пыль (динамический песок):** Аэрозоль с твердой дисперсной фазой (пыль или песок), находящийся в динамическом состоянии.

2.20 **динамическое давление (скоростной напор):** Механическое давление, интенсивность, точка приложения и направление которого изменяются во времени настолько быстро, что учитываются силы инерции.

2.21 **дифферент:** Наклон изделия, при котором его вертикальная ось отклонена в продольной плоскости симметрии от вертикали относительно земной поверхности.

2.22 **интегральное солнечное излучение:** Электромагнитное излучение, равное селективно фильтрованному спектру частот.

2.23 **испытательная среда:** Специальная среда, воздействующая на изделие при проведении контрольных испытаний в процессе его изготовления и приемки.

2.24 **качка:** Колебание изделия, при котором его вертикальная ось отклоняется от вертикали относительно земной поверхности.

2.25 **коррозионно-активный агент морской воды:** Вещество, находящееся в морской воде и приводящее к ускорению процессов разрушения изделия за счет коррозии.

Примечание — К таким веществам относятся, например, хлориды, сульфаты, карбонаты щелочных и щелочноземельных металлов и др.

2.26 **коррозионно-активный агент окружающей среды:** Вещество, находящееся в атмосфере и приводящее к ускорению процессов разрушения изделия за счет коррозии.

Примечание — К таким веществам относятся, например, сернистый газ, хлориды, нитраты, сульфаты и т. д.

2.27 **коррозионно-активный агент почвенно-грунтовой среды:** Вещество, находящееся в почве и грунте и приводящее к ускорению процессов разрушения изделия за счет коррозии.

Примечание — К таким веществам относятся, например, хлориды, нитриды, сульфаты, карбонаты, гумус, продукты метаболизма и др.

2.28 **крен:** Положение изделия, при котором его вертикальная ось отклонена в поперечной плоскости симметрии от вертикали к земной поверхности.

2.29 **лазерное излучение:** Электромагнитное хроматическое излучение видимого, инфракрасного и ультрафиолетового диапазона, основанное на вынужденной эмиссии излучения атомов и молекул.

2.30 **механический удар:** Кратковременное механическое воздействие твердых тел при их столкновении и сопутствующие этому процессу явления.

2.31 **механическое давление:** Давление, характеризующееся интенсивностью силы, с которой одно тело или среда действует на поверхность другого тела или среды.

2.32 **номинальное значение ВВФ:** Нормируемое изменяющееся или неизменное верхнее и нижнее значения ВВФ, в пределах которых обеспечивается заданное работоспособное состояние конкретных видов изделий.

2.33 **номинальные условия эксплуатации:** Совокупность номинальных значений ВВФ.

2.34 **нормальное значение ВВФ:** Значение ВВФ, статистически обработанное и усредненное

на основе наблюдений для определенной области эксплуатации изделия или группы изделий.

2.35 **плесневый гриб:** Микроорганизм, развивающийся на металлах, оптических стеклах и других материалах в виде бархатистого налета, выделяющий органические кислоты, способствующие разрушению изделий.

2.36 **прочность изделия к ВВФ:** Свойство изделия сохранять работоспособное состояние после воздействия на него определенного ВВФ в пределах заданных значений.

2.37 **рабочее тело:** Газообразное или жидкое вещество, с помощью которого осуществляется преобразование какой-либо энергии при получении холода, тепла или механической работы.

2.38 **рабочий раствор:** Специальная среда, представляющая собой раствор органических и (или) неорганических веществ, применяемый для дезинфекции, дезактивации, стерилизации и дегазации.

2.39 **радиационное разогревание:** Повышение температуры конструктивных элементов изделий, облучаемых ионизирующим излучением, в результате превращения поглощенной материалами этих изделий энергии излучения в тепловую энергию.

2.40 **радиоактивный аэрозоль:** Аэрозоль, в состав дисперсной фазы которого входят радионуклиды.

2.41 **сейсмический удар:** Сейсмическое воздействие, вызванное искусственными взрывами.

2.42 **сейсмическое воздействие:** Подземные удары и колебания поверхности, вызванные естественными и искусственными причинами.

2.43 **специальная среда:** Среды — неорганические и органические соединения, масла, смазки, растворители, топлива, рабочие растворы, рабочие тела, внешние по отношению к изделию, которые вызывают или могут вызвать ограничение или потерю работоспособного состояния изделия.

2.44 **среда заполнения:** Среда, используемая для заполнения объема, в котором эксплуатируется изделие.

2.45 **статическая пыль (статический песок):** Аэрозоль с твердой дисперсной фазой пылью (песком), находящийся в статическом состоянии.

2.46 **статическое давление:** Механическое давление, интенсивность, точка приложения и направление которого изменяются во времени настолько медленно, что силы инерции не учитываются.

2.47 **стойкость изделия к ВВФ:** Свойство изделия сохранять работоспособное состояние во время и после воздействия на изделие определенного ВВФ в течение всего срока службы в пределах заданных значений.

2.48 **тепловой удар:** Воздействие резкого изменения температуры окружающей среды.

2.49 **ударная волна:** Распространяющаяся со сверхзвуковой скоростью переходная область в газе, жидкости или твердом теле, в которой происходит резкое увеличение плотности, давления и скорости среды.

2.50 **ультразвуковое разогревание:** Повышение температуры конструктивных элементов изделия под воздействием ультразвука, в результате превращения энергии ультразвуковых колебаний в тепловую энергию.

2.51 **устойчивость изделия к ВВФ:** Свойство изделия сохранять работоспособное состояние во время действия на него определенного ВВФ в пределах заданных значений.

2.52 **шум:** Нерегулярное или статистически случайное колебание.

2.53 **электрическое разогревание:** Повышение температуры конструктивных элементов изделия под воздействием электрического поля, в результате превращения электрической энергии в тепловую энергию.

2.54 **эффективное значение ВВФ:** Условное постоянное значение ВВФ, принимаемое при расчетах номинальных параметров изделия, влияющих на срок службы и (или) сохраняемости, существенно зависящих от данного ВВФ и нормированных для работы в течение срока службы и (или) сохраняемости.

2.55 **воздействие:** Действие физическое (механическое или влияние), оказываемое на здания, сооружения, системы, элементы, персонал, население и объекты окружающей среды.

2.56 **внешнее воздействие на объект:** Воздействие, оказываемое на объект исследования внешними процессами, явлениями и факторами техногенного или природного происхождения.

2.57 **воздействие природное:** Воздействие, вызванное внешними процессами, явлениями и факторами природного происхождения.

2.58 **воздействие техногенное:** Воздействие, вызванное непосредственно деятельностью человека или как результат использования им техники и технологий.

2.59 **детерминистический подход:** Подход проектирования или конструирования на основе полностью определенных данных о параметрах воздействий и свойствах объекта с учетом установленных норм с коэффициентами запаса предельных значений контролируемых параметров.

2.60 **защита работников (персонала):** Комплекс технических мер и организационных мероприятий, обеспечивающих заданный уровень безопасности персонала.

2.61 **защитные барьеры:** Барьеры, представляющие собой комплекс технических средств, предназначенных для удержания опасных веществ и излучения в пределах, заданных конкретным объектом.

2.62 **катастрофа природная и техногенная:** Катастрофа, произошедшая вследствие внешних воздействий природного или техногенного происхождения, которая сопровождается последствиями глобального или регионального масштаба, сопряженными с нанесением невосполнимого урона окружающей среде, с многочисленными человеческими жертвами, прямыми экономическими потерями и затратами на ликвидацию этих последствий.

2.63 **мониторинг:** Система наблюдений за процессом (явлением, фактором) природного или техногенного происхождения, состоянием окружающей среды, объекта, а также оценка и прогноз их изменений и развития.

2.64 **работоспособность системы:** Свойство системы выполнять заданные функции в течение установленного периода времени в предписанных эксплуатационных пределах и условиях.

2.65 **расстояние безопасное (учитываемое):** Расстояние от источника опасности до объекта, за пределами которого можно пренебречь возможными внешними воздействиями на него природного или техногенного происхождения.

2.66 **риск:** Сочетание вероятности нанесения ущерба и тяжести этого ущерба в виде негативных последствий (разрушение, повреждение здания, сооружения, системы, элемента, нарушение в работе, авария и связанные с ними опасности нанесения ущерба жизни и здоровью человека и (или) ущерба окружающей среде) при внешних воздействиях природного или техногенного происхождения.

2.67 **сейсмоизоляция сооружения (здания):** Комплекс инженерных конструкций, устраиваемых, как правило, в фундаменте сооружений и обеспечивающих снижение колебаний изолируемого сооружения относительно сейсмических колебаний грунтов основания, а также элементы и системы, обеспечивающие регулирование (сдвиг) значений собственных частот колебаний сооружения в желаемую область.

2.68 **стойкость системы (элемента) при внешних воздействиях:** Свойство системы (элемента) сохранять показатели выполнения своих функций и значения параметров системы (элемента) в течение установленного периода времени в условиях нормальной эксплуатации и при внешних воздействиях природного и (или) техногенного происхождения (сейсмостойкость, вибростойкость, коррозионная стойкость и т. п.) в пределах, установленных нормами и (или) техническими условиями на проектирование и эксплуатацию систем (элементов).

2.69 **сценарий состояний объекта или сложной технической системы:** Логическая последовательность взаимосвязанных состояний объекта или сложной технической системы, возможных при внешних воздействиях природного и (или) техногенного происхождения.

3 Общие положения

3.1 Факторы внешнего и внутреннего воздействия

Факторы внешнего воздействия выражают свойства объекта и характеризуют его взаимодействие с окружающей средой. Факторы внутреннего воздействия выражают свойства объекта, связанные с его структурой и сущностью. В динамике внешние факторы характеризуют процессы взаимодействия объекта со средой, а внутренние — процессы внутри объекта.

В зависимости от особенностей, объект воздействует на окружающую среду. Особенности объекта определяются его организацией, то есть материалами из которых он состоит, структурой, взаимодействием составных частей, видами преобразования энергии, способом выведения за пределы объекта продуктов его жизнедеятельности либо просто потерями вещества и энергии при взаимодействии объекта с внешней средой. Известно, что воздействие объекта на окружающую его среду неизбежно в большей или меньшей степени изменяет ее, а, следовательно, и характер и степень ее воздействия на объект. Для обозначения подобных процессов применяется термин «обратная связь».

В процессе воздействия среды на объект можно выделить отдельные факторы. Под факторами внешнего воздействия понимают выделенную из совокупности сторону, процесс, механизм воздействия среды на рассматриваемый объект.

Функционирование объекта не ограничивается его взаимодействием с внешней средой, очень часто более важными представляются взаимодействия его составных частей с точки зрения их влияния на функционирование объекта и изменение параметров во времени. К факторам

внутреннего воздействия следует относить изменения во времени свойств материалов объекта, видов его организации и т. п.

3.2 Классификация факторов внешнего и внутреннего воздействия

Качество продукции (изделия) закладывается на стадии разработки, обеспечивается в процессе производства и поддерживается на стадии эксплуатации. Разрабатывая продукцию (изделие), необходимо учитывать условия эксплуатации, хранения и транспортирования, характеризующиеся воздействием внешних и внутренних факторов.

К внешним факторам относят действие окружающей среды и особенности эксплуатации, связанные с местом размещения продукции (изделия) и (или) условиями его транспортирования. Указанные внешние воздействия могут вызвать ограничение или потерю работоспособности продукции (изделия) или его составных частей в процессе эксплуатации.

Внутренними факторами являются процессы старения и изнашивания. Процессы старения происходят непрерывно, причем они совершаются как во время работы, так и во время хранения и транспортирования изделий. Изнашивание проявляется в основном в процессе эксплуатации и зависит от воздействия внешних факторов, от режимов эксплуатации и работы изделий. Вероятность влияния внутренних факторов возрастает по мере увеличения длительности эксплуатации и при нарушении режимов работы, которые могут характеризоваться частотой включений и переключений, вызывающей в изделиях переходные процессы; перенапряжение; толчки и т. д. Частые включения и переключения некоторых изделий могут также влиять на механическое изнашивание их конструктивных элементов. В изделиях, предназначенных для циклических режимов работы, существенное влияние на тепловые режимы оказывают соотношения продолжительности работы и перерывов. Действие внутренних факторов во многих случаях зависит от схемы и конструкции изделия.

По времени и характеру воздействия, режимы эксплуатации и работы изделий могут быть:

- непрерывными;
- периодическими (циклическими);
- апериодическими (одноразовыми);
- повторно-прерывными;
- случайными.

В классификациях факторы обычно группируют по какому-либо признаку, поэтому выделяют факторы механические, климатические и т. д.

В настоящем стандарте устанавливается следующая классификация на классы внешних воздействующих факторов (ВВФ): механические, климатические, биологические, радиационные, электромагнитные, специальных сред и термические.

В свою очередь каждый класс подразделяется на группы, а каждая группа на виды, которым, кстати, соответствуют определенные виды испытаний.

Пример — Класс климатических воздействий делится на группы:

- ***атмосферное давление;***
- ***температура среды;***
- ***влажность воздуха или других газов и т. д.***

Группы в свою очередь подразделяются на следующие виды:

- ***атмосферное повышенное или пониженное давление;***
- ***изменение атмосферного давления или его перепады;***
- ***повышенная и, соответственно, пониженная температура среды;***
- ***изменение температуры среды и т. д.***

Некоторые виды, группы и классы воздействий определяются назначением изделий и их взаимодействием со средами, создаваемыми человеком в процессе его деятельности. К таким классам относятся классы ВВФ:

- специальных сред;
- радиационные;
- электромагнитные;
- термические.

К механическим факторам относят две группы: факторы статического воздействия и факторы динамического воздействия. К факторам статического воздействия относятся следующие виды:

- растяжение;
- сжатие;
- изгиб;
- кручение;
- срез;
- вдавливание.

Очевидно, что классификация ВВФ повторяет виды деформации материалов.

К механическим факторам динамического воздействия относятся такие их виды, как воздействие:

– удара;

– ускорения (линейного или углового), вызывающее перегрузки либо состояние полной или частичной невесомости;

– вибрационное;

– акустического шума.

Среди климатических факторов обычно выделяют воздействия:

– солнечного излучения (в приповерхностных слоях атмосферы);

– влаги содержащейся в воздухе или любой смеси газов (под влагой не обязательно понимать только пары воды — это могут быть и пары любой другой жидкости так, например, в атмосфере Юпитера роль воды, по-видимому, играет метан, во внутренней атмосфере космического аппарата эту роль может выполнять жидкое рабочее тело какой-либо из его систем, попавшее внутрь аппарата в результате протекания магистралей);

– выпадающих осадков, к которым обычно относят дождь, изморозь, снег, лед и т. п.

– атмосферы (газовый состав, наличие примесей в виде жидких и твердых аэрозолей, частиц пыли, песка.);

– давления аэростатического либо гидростатического (нормального, повышенного, пониженного), его изменений или перепадов.

К климатическим факторам можно отнести и такой, фактор (механический по своей природе), как воздействие движения среды, то есть ветер, волновое движение жидкости и т. п.

В биологических факторах обычно выделяют воздействие на технические системы:

– плесневых грибов и других микроорганизмов;

– насекомых;

– грызунов.

Иногда в виде биологического фактора воздействия внешней среды могут выступать пресмыкающиеся или животные.

Целесообразно включить в этот класс факторов и воздействие человека, которое по своей разрушительности и масштабам может превзойти воздействие других биологических факторов.

К радиационным факторам относят совокупность ионизирующих излучений с которыми техническая система может столкнуться в условиях нормальной эксплуатации. Это потоки α- и β-частиц, протонов и нейтронов; γ- Re- и УФ- излучений. Необходимо отметить, что факторы этого класса по большей части имеют техногенное происхождение.

Необходимо также учитывать отдельный класс факторов воздействия — специальные среды. Имеется в виду воздействие в основном химическое, то есть воздействие кислот, щелочей, растворителей и растворов химически активных веществ.

Термические воздействия в некоторых случая рассматриваются как часть климатических воздействий, а в иных случаях их выделяют в отдельный класс. К ним относят воздействие повышенной, пониженной температуры, ее периодические (так называемое термоциклирование) и непериодические изменения.

К факторам внешнего воздействия космического пространства можно отнести воздействие:

– вакуума;

– собственной внешней атмосферы космического аппарата;

– атмосферы планеты (состав и температура атмосферы);

– потоков нейтральных частиц в зависимости от их состава и скорости;

– потоков заряженных частиц, генерируемых в атмосфере планеты;

– «солнечного ветра»;

– солнечного космического излучения;

– электромагнитного излучения солнца (обычно весь спектр его электромагнитных излучений разбивают на ряд участков);

– отраженного планетой солнечного излучения;

– собственного теплового излучения планеты (косвенно этот фактор характеризует температуру грунта планеты и степень его черноты);

– галактических космических излучений;

– потоков межпланетной пыли и метеорных частиц;

– магнитного поля планеты;

– вмороженного магнитного поля «солнечного ветра» и т. д.

Иногда одновременное действие нескольких факторов классифицируется как независимый фактор, так одновременное воздействие вибрации и ударного нагружения классифицируется как тряска — еще один вид механической нагрузки на технические объекты.

Классификация, приведенная выше, не является полной и универсальной. Для различных технических объектов и систем набор ВВФ будет свой, отражающий как особенности объекта, так и условия его эксплуатации.

Воздействие внешних и внутренних факторов на материалы изделий проявляется в основном путем:

- адсорбционного;
- диффузионного;
- химического;
- коррозионного;
- радиационного механизмов воздействия.

Происходящие при этом физико-химические процессы приводят к изменениям значений параметров и характеристик материалов и изделий, в ряде случаев вызывающим отказы. Возможны изменения необратимые и обратимые. Примерами необратимых изменений являются коррозия металлов, изменение структуры материалов при интенсивном радиоактивном облучении и т. д. К обратимым изменениям относятся такие, как восстановление свойств материала, адсорбировавшего газы или влагу своей поверхностью; восстановление свойств, значений параметров и характеристик изделий после прекращения температурных воздействий и т. п.

Таким образом, возникновение отказов можно представить как временной кинетический процесс, зависящий от изменения структуры и свойств материалов изделия.

Физико-химические процессы, возникающие в материалах, могут происходить внутри изделия или на его поверхности, в электрических цепях, в подвижных и неподвижных соединениях. Причиной, приводящей к появлению указанных процессов, является воздействие внешней энергии, превращающейся при этом из одного вида в другой.

Наиболее часто на изделия воздействуют следующие виды энергии:

- тепловая;
- электрическая;
- электромагнитная;
- механическая;
- химическая.

Каждому виду энергии соответствует определенный характер взаимодействия между частицами в соответствующих энергетических полях. Под действием энергии одного или нескольких видов в изделиях возникают физико-химические процессы, которые могут приводить к отказам. Наиболее распространены следующие причины возникновения отказов:

- тепловое разрушение (потеря тепловой устойчивости, перегорание, расплавление и т. д.);
- деформация и механическое разрушение, включая нарушение контактов, обрывы и короткие замыкания, нарушение механических фиксаций и т. д.;
- электрическое разрушение (пробой, нарушение электрической прочности и т. д.);
- электрохимическая коррозия;
- радиационное разрушение;
- изнашивание изделий и их деталей;
- загрязнение поверхностей деталей и изделий (нарушение контактов, изменение фотометрических характеристик, ухудшение зрительного восприятия информации и т. д.)

Одним из путей повышения качества изделий можно считать изучение физико-химических процессов в материалах, элементах и готовых изделиях, происходящих на стадии эксплуатации, с целью их учета на стадиях разработки и производства.

Особое значение приобретают знания указанных процессов для правильной организации испытаний и анализа их результатов.

4 Перечень внешних воздействий в соответствии с МЭК 60364-5-51

Ниже приведен перечень внешних воздействий с характеристиками в соответствии с классификацией, установленной в [1].

Таблица 1

Код	Внешние воздействия						Требуемые характеристики оборудования
A — внешняя среда							
AA	Окружающая температура (°C)						
–	Низкая	Высокая	–				–
AA1	–60 °C	+5 °C	–				Использование специально разработанного оборудования или принятие необходимых мер
AA2	–40 °C	+5 °C					
AA3	–25 °C	+5 °C					
AA4	–5 °C	+40 °C	–				Нормальные (особые меры предосторожности в определенных случаях)
AA5	+5 °C	+40 °C	–				Нормальные
AA6	+5 °C	+60 °C	–				Использование специально разработанного оборудования или принятие необходимых мер
AA7	–25 °C	+55 °C					
AA8	–50 °C	+40 °C					
AB — влажность воздуха							
–	Температура воздуха (°C)		Относительная влажность (%)		Абсолютная влажность (г/м^3)		–
	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	
AB1	–60 °C	+5 °C	3	100	0,003	7	Принятие необходимых мер
AB2	–40 °C	+5 °C	10	100	0,1	7	
AB3	–25 °C	+5 °C	10	100	0,5	7	
AB4	–5 °C	+40 °C	5	95	1	29	Нормальные
AB5	+5 °C	+40 °C	5	85	1	25	Нормальные
AB6	+5 °C	+60 °C	10	100	1	35	Принятие необходимых мер
AB7	–5 °C	+55 °C	10	100	0,5	29	–
AB8	–50 °C	+40 °C	15	100	0,04	36	
A – внешняя среда							
AC	Высота (метры)						
AC1	≤ 2000		–				Нормальные
AC2	> 2000		–				Могут потребоваться меры предосторожности (коэффициент понижения номинальных значений)
AD — присутствие воды							
AD1	Пренебрежимо малый уровень		Открытое или незащищенное от атмосферных воздействий оборудование				IPX0
AD2	Свободно падающие капли		–				IPX1 или IPX2
AD3	Распыленная жидкость		–				IPX3
AD4	Брызги		–				IPX4
AD5	Струи		Объекты, где регулярно используются водяные шланги				IPX5
AD6	Волны		Береговые объекты (дамбы, береговые валы, пристани)				IPX6
AD7	Погружение		Вода на уровне 150 мм выше наивысшей точки оборудования, но не более 1 м ниже поверхности				IPX7
AD8	Полное погружение		Оборудование постоянно и полностью под водой				IPX8

Продолжение таблицы 1

Код	Внешние воздействия			Требуемые характеристики оборудования
AE — посторонние твердые частицы				
–	–	Минимальный размер	Пример	–
AE1	Пренебрежимо малый уровень	–	–	IP0X
AE2	Небольшие частицы	2,5 мм	Инструменты	IP3X
AE3	Малые частицы	1 мм	Провода	IP4X
AE4	Низкая концентрация пыли	–	–	IP5X, если наличие пыли не нарушает работу IP6X, если пыль не должна проникать внутрь
AE5	Умеренная концентрация пыли	–	–	
AE6	Высокая концентрация пыли	–	–	IP6X
AF — коррозионно-активные или загрязняющие вещества				
AF1	Пренебрежимо малый уровень	–		Нормальные
AF2	Атмосфера	–		Согласно характеру вещества
AF3	Периодическое, случайное воздействие	–		Защита от коррозии
AF4	Непрерывное воздействие	–		Использование оборудования специальной конструкции
AG — механические воздействия				
AG1	Низкие	–		Нормальные
AG2	Средние	–		Согласно применимому стандарту или использование усиливающих материалов
AG3	Высокие	–		Усиленная защита
AH — вибрации				
AH1	Низкие	Бытовые и подобные приборы		Нормальные
AH2	Средние	Обычные производственные условия		Использование оборудования специальной конструкции или принятие необходимых мер
AH3	Сильные	Тяжелые производственные условия		
AJ — другие факторы механического воздействия				
AK	Флора и (или) образование плесени			
AK1	Неопасно	–		Нормальные
AK2	Опасно	–		–
AL — присутствие представителей фауны				
AL1	Неопасно	–		Нормальные
AL2	Опасно	–		–
AM — электромагнитные, электростатические или ионизирующие воздействия/низкочастотные электромагнитные явления/гармоники				
AM1	Гармоники, гармонические составляющие			См. соответствующие национальные стандарты
AM2	Напряжение сигнализации			
AM3	Изменения амплитуды напряжения			
AM4	Несимметричное напряжение			
AM5	Изменение частоты сети			

Продолжение таблицы 1

Код	Внешние воздействия	Требуемые характеристики оборудования
AM6	Индуцированные напряжения низкой частоты	
AM7	Постоянный ток в сетях переменного тока	
AM8	Излучаемые электромагнитные поля	
AM9	Электростатическое поле	
AM21	Индуцированные колебательные напряжения или токи	
AM22	Передаваемые однонаправленные переходные процессы продолжительностью порядка наносекунды	
AM23	Передаваемые однонаправленные переходные процессы продолжительностью порядка миллисекунды	
AM24	Переходные колебательные процессы	
AM25	Переходные колебательные процессы	
AM31	Электростатические разряды	
AM41	Ионизация	
AN — солнечная радиация		
AN1	Низкая	Нормальные
AN2	Средняя	–
AN3	Высокая	
AP — сейсмическое воздействие		
AP1	Пренебрежимо мало	Нормальные
AP2	Низкий уровень	–
AP3	Средний уровень	
AP4	Высокий уровень	
AQ — грозовые разряды		
AQ1	Пренебрежимо малы	Нормальные
AQ2	Непрямое воздействие	–
AQ3	Прямое воздействие	
AR	Движение воздуха	
AQ1	Слабое	Нормальные
AQ2	Среднее	–
AQ3	Сильное	
AS — ветровая нагрузка		
AS1	Низкая	Нормальные
AS2	Средняя	–
AS3	Высокая	
B — эксплуатация		
BA	Характеристики персонала	
BA1	Стандартный	Нормальные
BA2	Дети	–
BA3	Инвалиды	
BA4	С подготовкой	
BA5	С квалификацией	
BB — электрическое сопротивление человеческого тела		
BC — воздействие электрического потенциала грунта при контакте		
BC1	Нет	Класс оборудования по ГОСТ IEC 61140
BC2	Редко	–
BC3	Часто	
BC4	Постоянно	
BD — условия эвакуации при аварии		
BD1	Низкая плотность размещения/легкий выход	Нормальные
BD2	Низкая плотность размещения/осложненный выход	–
BD3	Высокая плотность размещения/легкий выход	
BD4	Высокая плотность размещения/осложненный выход	
BE — характер обрабатываемых или хранимых материалов		

Окончание таблицы 1

Код	Внешние воздействия	Требуемые характеристики оборудования
BE1	Не представляют значительной опасности	Нормальные
BE2	Риск пожара	–
BE3	Риск взрыва	
BE4	Риск загрязнения	
C — конструкция здания		
CA	Строительные материалы	
CA1	Негорючие	Нормальные
CA2	Горючие	
CB	Конструкция сооружения	
CB1	Пренебрежимо малые риски	Нормальные
CB2	Распространение пожара	–
CB3	Подвижность	
CB4	Гибкая или неустойчивая конструкция	

5 Внешние воздействия и их параметры

5.1 Общие положения

Фактические внешние условия, в которых эксплуатируется продукт, обычно определяются несколькими внешними воздействиями и соответствующими параметрами. При определении внешних условий для конкретной области применения продукта необходимо:

- составить перечень всех внешних воздействий;
- подобрать степень интенсивности для каждого параметра.

Внешнее воздействие, действующее на продукт в конкретном случае, определяется:

- условиями окружающей среды, как правило, это воздух и вода (в определенных случаях грунт);
- условиями конструкции, с которой данный продукт соединен;
- воздействиями со стороны внешних источников или сил.

При подборе расчетных внешних воздействий и параметров для конкретного применения продукта необходимо проверить все указанные условия и воздействия на одиночное, комбинированное и последовательное влияние (приложение) внешних воздействий в соответствии с условиями практического применения продукта.

Время приложения внешних воздействий и параметров соответствует условиям реального применения продукта.

5.2 Перечень одиночных внешних воздействий и их параметров. Степени интенсивности

Перечень внешних воздействий и их параметров приведен в таблице 2. Данный перечень используется для:

- проверки фактического состава рассматриваемых воздействий и параметров;
- обеспечения однообразия в описании внешней среды.

Степени интенсивности, представленные для каждого параметра в таблице 2, используются в стандартизации. Рассмотрены степени интенсивности только тех внешних условий, в которых эксплуатируется продукт.

Таблица 2 не отражает степени интенсивности результирующих напряжений самого продукта. Например, рассматриваемые степени интенсивности характеризуют температуру окружающей среды (например, воздуха, воды, грунта, водяного пара, льда, масла и т. д.) и температуру соединительной конструкции. Однако рассматриваемые степени интенсивности не характеризуют температуру нагретых точек самого продукта.

Рассматриваемые степени интенсивности позволяют ограничить внешние нагрузки. Они не предназначены для выполнения измерений, калибровок и т. д.

Таблица 2 – Параметры внешнего воздействия и степени их интенсивности

№	Внешнее воздействие: внешний параметр и единица измерения	Степень интенсивности	Коды условий (см. примечание 1)				Примечание
			A	W	S	E	
1 Климатические условия							
1.1 Охлаждение и нагрев							
1.1.1	Температура, °С	–80 –65 –55 –50+ –40 –33+ –25 –20 –15 –5 Точка замерзания воды +5 +10 +15 +20 +25 +30 +35+ +40 +45 +50 +55 +60 +70 +85 +100 +125 +155 +200	X	X	X	–	+Степень интенсивности определяется по климатограммам, соответствующим особому типу климата (на открытом воздухе) Данная степень интенсивности относится только к воде, ее чистому содержанию в воздухе или конструкциях
1.1.2	Скорость изменения температуры, К/мин Скорость изменения температуры, К/с	0,1 0,5 1 3 5 10 1 5	X	X	X	–	Как указано в 4.4, продукт может быть подвергнут тепловому удару путем его переноса из одной среды в другую (например, с улицы в помещение), или когда предмет помещается в среду с температурой, отличной от его собственной температуры (например, под дождь, в струю воды). Параметры, определяющие степень интенсивности теплового удара, подбираются из перечня температур (температура воздуха, температура воды), либо как одиночный внешний параметр, либо как комбинированный параметр с учетом перемещения окружающей среды

Продолжение таблицы 2

№	Внешнее воздействие: внешний параметр и единица измерения	Степень интенсивности	Коды условий (см. примечание 1)				Примечание
			A	W	S	E	
1.2 Влажность атмосферного воздуха							
1.2.1	Относительная влажность, %	4 5 10 15 20 50 75 85 95 100	X	–	–	–	Воздействие влажности на продукт всегда представляет собой комбинацию относительной влажности с другими внешними параметрами, преимущественно температурой и изменением температуры
1.2.2	Абсолютная влажность, г/м^3 (содержание воды)	0,003 0,02 0,03 0,1 0,26 0,5 0,9 1 2 4 15 22 25 29 35 36 48 60 62 78 80	X	–	–	–	Степень интенсивности выводится из климатограмм, соответствующих особому типу климата (на открытом воздухе)
1.3 Давление							
1.3.1	Давление воздуха, кПа	20 30 53 70 84 106 130	X	–	–	–	–
1.3.2	Давление воды, кПа	200 500 1000 5000 30000	–	X	–	–	–
1.3.3	Скорость изменения давления, кПа/с	0,1 1	X	X	–	–	–
1.4 Движение окружающей среды, включая движение продукта относительно окружающей среды							
1.4.1	Скорость, м/с	0,5 1 5 10 20 30 50	X	X	–	–	–

Продолжение таблицы 2

№	Внешнее воздействие: внешний параметр и единица измерения	Степень интенсивности	Коды условий (см. примечание 1) A	W	S	E	Примечание
1.5 Осадки							
1.5.1	Дождь: интенсивность, мм/мин	0,3 1 2 3 6 15	–	–	–	X	Интенсивность осадков — это количество воды, падающее на горизонтальную поверхность за единицу времени. Данная величина может быть значительно меньше, чем количество воды, падающее на поверхность, перпендикулярную направлению струи дождя
1.5.2	Снежная метель: интенсивность, кг ($м^2$с)	0,3 1 3	–	–	–	X	Степень интенсивности 3 кг ($м^2$·сек) соответствует только условиям около земной поверхности. Степень нагрузок, обусловленных наличием снега или льда, см. воздействие «статическая нагрузка», п. 6.7
1.5.3	Град: энергия соударения, Дж	1 40 150	–	–	–	X	Диаметр частицы льда
1.6 Излучение							
1.6.1	Солнечное излучение: интенсивность, Вт/$м^2$	300 500 700 1000 1120	–	–	–	X	Здесь рассматривается только тепловой эффект солнечного излучения. Излучение с длиной волны ультра-фиолетового диапазона может воздействовать на продукт особым образом
1.6.2	Тепловое излучение: интенсивность, Вт/$м^2$	600 1200	–	–	–	X	Исключая солнечное излучение
1.6.3	Ионизирующее излучение: интенсивность		–	–	–	X	Степени интенсивности в настоящее время не стандартизирована
1.7 Недождевая вода							
1.7.1	Капающая вода: интенсивность		–	–	–	X	Степени интенсивности в настоящее время не стандартизирована
1.7.2	Распыление воды, струи воды и волны: скорость воды, м/с	0,3 1 3 10 30	–	–	–	X	–
1.7.3	Погружение, удержание под водой: глубина, м		–	X	–	–	Степень интенсивности в настоящее время не стандартизирована

Продолжение таблицы 2

№	Внешнее воздействие: внешний параметр и единица измерения	Степень интенсивности	Коды условий (см. примечание 1)				Примечание
			A	W	S	E	
1.8	Влажность продукта		–	–	X	–	Влажность стен и других поверхностей. Степень интенсивности и параметр в настоящее время не стандартизированы
1.9	Конденсация		X	–	–	X	Степень интенсивности и параметр в настоящее время не стандартизированы
1.10	Обледенение и замораживание						
1.10.1	Интенсивность, мм/ч	3 10 30	X	–	–	X	–
2 Биологические условия							
2.1	Флора	–	X	X	–	–	Наличие плесени, грибков и т. д. Степень интенсивности и параметр в настоящее время не стандартизированы
2.2	Фауна	–	X	X	–	–	Наличие грызунов и других животных, в том числе термитов. Степень интенсивности и параметр в настоящее время не стандартизированы
3 Химически активные вещества							Для взрывоопасных газов и паров
3.1	Засоленность: концентрация, г/м^3, кг/м^3	 0,3 1 30 40	 X	 X	–	–	–
3.2	Засоленность грунта: концентрация, г/м^3, кг/м^3		X	 X	–	–	Степень интенсивности в настоящее время не стандартизирована
3.3	Двуокись серы: концентрация, мг/м^3	0,01 0,03 0,1 0,3 1 3 5 10 13 30 40 100 300	X	–	–	–	–

Продолжение таблицы 2

№	Внешнее воздействие: внешний параметр и единица измерения	Степень интенсивности	Коды условий (см. примечание 1)				Примечание
			A	W	S	E	
3.4	Сероводород: концентрация, мг/м^3	0,0015 0,003 0,01 0,03 0,1 0,3 0,5 1 3 10 14 30 70 100	X	–	–	–	–
3.5	Окиси азота: концентрация, мг/м^3	0,01 0,03 0,1 0,3 0,5 1 3 9 10 20 30 100	X	–	–	–	Выражено в значениях, эквивалентных двуокиси азота
3.6	Озон: концентрация, г/м^3	0,004 0,01 0,03 0,05 0,1 0,2 0,3 1 2 3 70 30	X	–	–	–	–
3.7	Аммоний: концентрация, мг/м^3	0,3 1 3 10 35 175	X	–	–	–	–
3.8	Хлор: концентрация, мг/м^3	0,001 0,01 0,1 0,3 0,6 1 3	X	–	–	–	–

Продолжение таблицы 2

№	Внешнее воздействие: внешний параметр и единица измерения	Степень интенсивности	Коды условий (см. примечание 1)				Примечание
			A	W	S	E	
3.9	Хлористый водород: концентрация, мг/м^3	0,001 0,01 0,1 0,5 1 5	X	–	–	–	–
3.10	Фтористый водород: концентрация, мг/м^3	0,001 0,003 0,01 0,03 0,1 2	X	–	–	–	–
3.11	Органические углеводороды: концентрация, мг/м^3		X	–	–	–	Степень интенсивности в настоящее время не стандартизирована
4 Механически активные вещества							
4.1	Песок (включая гравий): масса единицы объема, г/м^3	0,01 0,03 0,1 0,3 1 3 4 10	X	–	–	–	Кроме массы единицы объема, важно знать распределение размеров частиц. Степень интенсивности и параметр распределения размеров в настоящее время не стандартизированы
4.2	Пыль	–	X	–	–	–	Существуют различные типы пыли. Их классификация в настоящее время не стандартизирована. В некоторых случаях органическая пыль, попавшая на поверхность тепловыделяющих продуктов, может загореться (например, волокна тканей). Это может быть важно для горючих продуктов
4.2.1	Запыленность воздуха: масса единицы объема, мг/м^3	0,01 0,2 0,4 4 5 15 20	X	–	–	–	–

Продолжение таблицы 2

№	Внешнее воздействие: внешний параметр и единица измерения	Степень интенсивности	Коды условий (см. примечание 1) A	W	S	E	Примечание
4.2.2	Осаждение пыли: скорость осаждения мг/(м^2·ч)	0,4 1 1,5 3 10 15 20 30 40 80	X	–	–	–	–
4.3	Суспензия: концентрация, кг/м^3	–	–	X	–	–	Степень интенсивности в настоящее время не стандартизирована
4.4	Сажа: скорость осаждения	–	X	–	–	–	Степень интенсивности в настоящее время не стандартизирована
5 Загрязняющие жидкости							
5.1	Моторное масло	–	–	–	–	X	Степень интенсивности и параметр в настоящее время не стандартизованы Данный перечень не является исчерпывающим. Жидкости, перечисленные в 5.1–5.9 могут иметь различные характеристики
5.2	Масло коробки передач						
	Гидравлическое масло					X	
5.3	Трансформаторное масло					X	
5.4	Тормозная жидкость						
	Охлаждающая жидкость					X	
5.5	Смазка						
	Топливо					X	
5.6	Электролиты для аккумуляторов					X	
5.7						X	
5.8						X	
5.9						X	
6 Механические условия							
6.1 Вибрации							
6.1.1	Стационарные синусоидальные вибрации Спектр типа А: пиковые перемещения $\hat{s}$, мм; пиковые ускорения $\hat{a}$, м/с^2 $f_c \approx 9$ Гц 2 Гц < f < 200 Гц	$\hat{s}$ 0,3 0,7 1,5 3,5 7,5 10 15	$\hat{a}$ 1 2 5 10 20 30 50	–	–	X	X	Спектры, представленные в 6.1.1, описаны в примечании 3 и на рисунке 1. Частота перехода f_c — это частота, где постоянная амплитуда перемещения заменяется на постоянное (другое) значение пикового ускорения
	Спектр типа В: пиковые перемещения $\hat{s}$, мм; пиковые ускорения $\hat{a}$, м/с^2 $f_c \approx 60$ Гц 10 Гц < f < 500 Гц	$\hat{s}$ 0,15 0,35 0,75 1	$\hat{a}$ 20 50 100 150	–	–	–	–	–

Продолжение таблицы 2

№	Внешнее воздействие: внешний параметр и единица измерения	Степень интенсивности	Коды условий (см. примечание 1) A	W	S	E	Примечание
	Спектр типа C: пиковые перемещения $\hat{s}$, мм; пиковые ускорения $\hat{a}_1$, м/с^2 пиковые ускорения $\hat{a}_2$, м/с^2 $f_c \approx 9$ Гц, $f_{c2} = 200$ Гц, 2 Гц < f < 500 Гц	$\hat{s}$ $\hat{a}_1$ – 3,2 10 7,5 20	–	–	–	–	–
	Спектр типа D: пиковые перемещения 1,5 мм; пиковые ускорения $\hat{a}$, м/с^2 частота перехода f_c, Гц 2 Гц < f < 200 Гц	$\hat{s}$ – D_1 10 D_2 20 D_3 50	–	–	–	–	–
6.1.2	Стационарные случайные вибрации, Спектр типа G: ASD_1 ниже 200 Гц (м/с^2)^2/Гц ASD_2 выше 200 Гц (м/с^2)^2/Гц 2 Гц < f < 2000 Гц	ASD_1 ASD_2 0,3 0,1 1 0,3 3 1 10 3 30 10	–	–	X	X	ASD: Спектральная плотность ускорений. «Спектры» 6.1.2 см. в примечании 5 и на рисунке 2
	Спектр типа H: ASD (м/с^2)^2/Гц 2 Гц < f < 2000 Гц	ASD 0,3 1 3 10 30	–	–	–	–	–
6.1.3	Нестационарные вибрации, включая ударное воздействие Спектр типа L: пиковое ускорение $\hat{a}$, м/с^2	40 70	–	–	–	X	«Спектр» 6.1.3 отклика на ударное воздействие в примечании 5 и на рисунке 3
	Спектр типа I: пиковое ускорение $\hat{a}$, м/с^2	50 100 150 300 500 1000	–	–	–	–	–
	Спектр типа II: пиковое ускорение $\hat{a}$, м/с^2	100 250 300 1000	–	–	–	–	–
	Спектр типа III: пиковое ускорение $\hat{a}$, м/с^2	500 1500 3000 5000 10000	–	–	–	–	–

Продолжение таблицы 2

№	Внешнее воздействие: внешний параметр и единица измерения	Степень интенсивности	Коды условий (см. примечание 1) A	W	S	E	Примечание
6.2	Свободное падение: высота падения, м	0,025 0,05 0,1 0,25 0,5 1 1,2 1,5 2,5 5 10	–	–	–	X	Эффект свободного падения также зависит от типа поверхности, на которую падает продукт. Степень интенсивности воздействия зависит от массы продукта
6.3	Столкновение с соседним телом: энергия столкновения, Дж	0,2 0,5 1 2 5 10 20	–	–	–	X	–
6.4	Динамика вращения: угол/частота, ± °/Гц	4/0,05 5/0,167 10/0,167 10/0,2 22,5/0,14 25/0,167 35/0,125 45/0,167	–	–	X	–	По крену, тангажу и рысканию
6.5	Угловое отклонение, статическое: угол, °	10 15	–	–	X	–	Составление перечня, балансировка
6.6	Постоянное ускорение: ускорение, м/с^2	5 6 10 20 50 100 200 500 1000	–	–	X	–	–
6.7	Статическая нагрузка: давление, кПа	0,1 0,3 1 3 5 10 30 100	–	–	–	–	–
6.8	Опрокидывание	–	–	–	X	X	Степень интенсивности и параметр в настоящее время не стандартизированы

Продолжение таблицы 2

№	Внешнее воздействие: внешний параметр и единица измерения	Степень интенсивности	Коды условий (см. примечание 1) A	W	S	E	Примечание
7 Электрические и электромагнитные возмущения							Возмущения, наведенные излучением: 7.1 и 7.2. Возмущения, наведенные током: 7.3–7.7
7.1			Магнитное поле				
7.1.1	Напряженность, А/м	0,015 0,05 0,15 0,5 1 3 10 30 100	–	–	–	X	–
	(гармоники энергетических систем, частотный диапазон 0.1–3 кГц для гармоник порядка n)	3/n 10/n 30/n 100/n					
7.2	Электрическое поле						
7.2.1	Напряженность, В/м	0,3 1 3 10 30 60 100 140 200 300 600	–	–	–	X	–
	кВ/м	1 3 10 20					
7.2.2	Скорость изменения поля В/(м·нс) (импульсное возмущение)	3 10 30 100 250 300 500 1000 2000 3000 10000	–	–	–	X	–
7.3	Гармоники: фактор полного нелинейного гармонического искажения, % основного напряжения	 8 10	–	–	X	–	–
7.4	Тональное напряжение						

Продолжение таблицы 2

№	Внешнее воздействие: внешний параметр и единица измерения	Степень интенсивности	Коды условий (см. примечание 1) A	W	S	E	Примечание
7.4.1	Амплитуда (среднеквадратичная) % U_n мВ	 0,6 1,3 5 0,6 2	–	–	X	–	U_n = номинальное напряжение
7.5	Вариации напряжения и частоты						
7.5.1	Флуктуации напряжения: амплитуда % U_n	 3 10	–	–	X	–	U_n = номинальное напряжение
7.5.2	Понижение/прерывание напряжения Понижение (10–99% U_n) Продолжительность, сек Прерывание (100% U_n) Продолжительность, сек	 0,8 3 0,6 60	–	–	 X X	–	U_n = номинальное напряжение
7.5.3	Дисбаланс напряжения U_{neg}/U_{pos} %	2 3	–	–	X	–	–
7.5.4	Вариации частоты % от f_n	2	–	–	X	–	f_n = номинальная частота
7.6	Индуцированное напряжение						
7.6.1	Амплитуда, В	0,05 0,1 0,15 0,3 0,5 1 3 10 20 30 100 300 1000 3000	–	–	X	–	–
7.7	Переходный процесс						
7.7.1	Время подъема, нс мкс	0,3 5 10 50 100 500 1 1,5 10 100	–	–	X		–

Окончание таблицы 2

№	Внешнее воздействие: внешний параметр и единица измерения	Степень интенсивности	Коды условий (см. примечание 1)				Примечание
			A	W	S	E	
7.7.2	Продолжительность, нс	2 15 50	–	–	X	–	–
	мкс	5 20 50					
	мс	1 3					
7.7.3	Амплитуда пиковая, кВ	0,5 1 1,5 2 4 6 8	–	–	X	–	–
7.7.4	Скорость изменения тока, А/нс	10 25 40 80 100	–	–	X	–	–

Примечания

1 A — условия окружающей среды, воздух;
W — условия окружающей среды, вода;
S — условия соединительной конструкции;
E — условия, обусловленные внешними источниками.

2 Концентрация веществ в воздухе приведена в мг/м^3. Единица измерения «частицы на миллион» (ppm) больше не используется.

3 Стационарные вибрации (синусоидальные)

Вибрации характеризуются осцилляционным движением (перемещение, скорость или ускорение представлены как функции времени). Периодические вибрации также могут характеризоваться линейным спектром (зависимостью амплитуды от частотного компонента). Данная классификация основана на предположении, что каждый частотный компонент возникает независимо внутри рассматриваемого частотного диапазона.

Как правило, в низкочастотном диапазоне имеют место малые ускорения и большие перемещения. В высокочастотном диапазоне наоборот: большие ускорения и малые перемещения. На практике используется спектр модели с постоянными перемещениями в низкочастотном диапазоне и постоянными ускорениями в высокочастотном диапазоне. Переходные частоты выбираются в соответствии с рисунком 1. Спектр модели A и спектр модели C соответствуют случаям, когда вибрация определяется низкочастотными компонентами. Спектр модели B и спектр модели D соответствуют случаям, когда вибрация определяется высокочастотными компонентами.

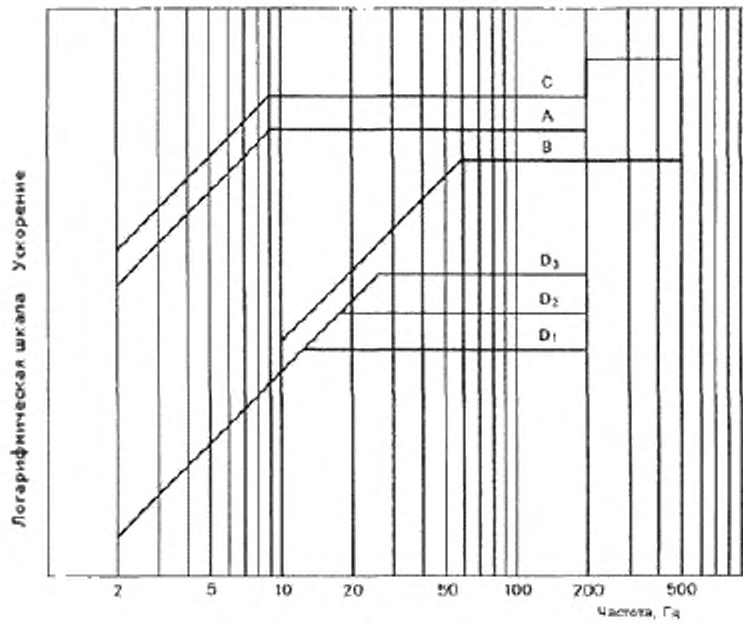

Рисунок 1 — Спектр модели под действием синусоидальной вибрации

4 Стационарные вибрации (случайные)

Непериодические (случайные) вибрации характеризуются непрерывным частотным спектром. При случайных вибрациях невозможно определить амплитуду ускорения как функцию частоты. Вместо этого вибрации характеризуются энергией колебаний, приходящейся на рассматриваемый частотный диапазон. Чтобы получить величину, не зависящую от данного частотного диапазона, рассматривают спектральную плотность ускорений (ASD) как функцию частоты:

$$S(f) = \lim_{\Delta f \to 0} \frac{a^2_{rms}\,\Delta f}{\Delta f} \qquad (1)$$

где a_{rms} — среднеквадратическое ускорение внутри бесконечно малого частотного диапазона Δf.

Ниже рассмотрены два спектра модели, представленные в виде спектральных плотностей ускорений как функций частоты. В спектре G (см. рисунок 2) ступенью выражена низкочастотная составляющая. В спектре H энергия колебаний распределена равномерно.

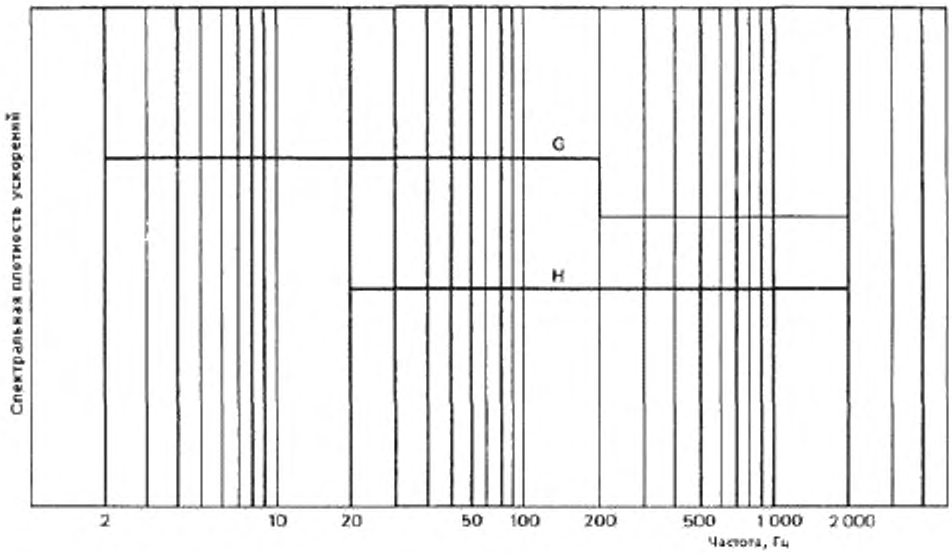

Рисунок 2 — Спектр модели под действием случайной вибрации

5 Нестационарные вибрации, включая ударное воздействие

Нестационарные вибрации, включая ударное воздействие, удобнее всего представлять с помощью максимакса первого порядка спектра недемпфированного отклика на ударное воздействие.

На рисунке 3 представлены четыре спектра модели:

L — типовой спектр ударного воздействия большой продолжительности с низким пиковым ускорением;

I — типовой спектр ударного воздействия большой продолжительности с относительно низким пиковым ускорением;

II — типовой спектр ударного воздействия средней продолжительности со средним пиковым ускорением;

III — типовой спектр ударного воздействия малой продолжительности с высоким пиковым ускорением.

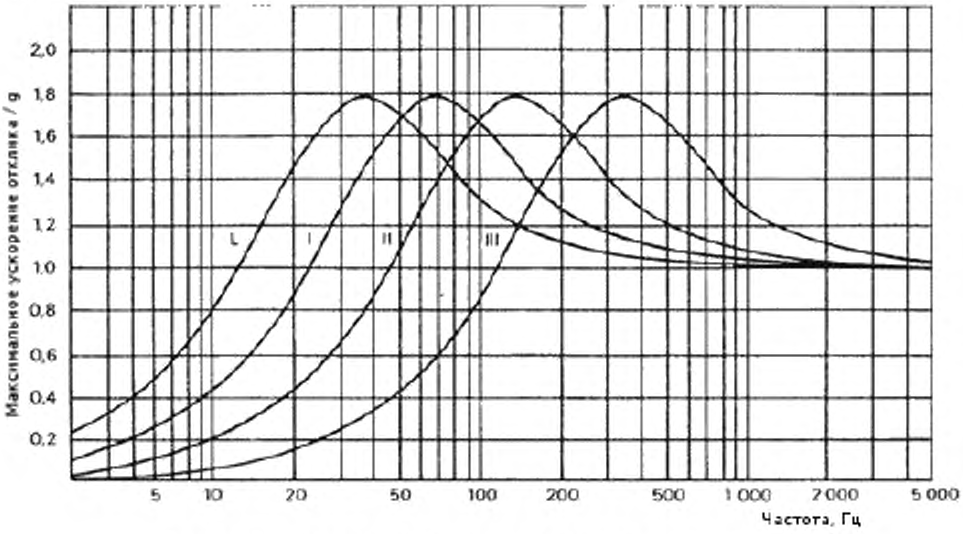

Рисунок 3 — Спектр отклика модели на ударное воздействие
(максимум первого порядка спектра отклика на ударное воздействие)

5.3 Комбинированные внешние воздействия

Продукт, как правило, работает одновременно под действием нескольких внешних воздействий, описываемых соответствующими параметрами. Рассмотрение комбинаций внешних воздействий особенно важно, когда работа продукта в случае одновременно (параллельно) приложенных воздействий отличается от работы продукта в случае последовательно приложенных воздействий.

При подборе расчетных внешних воздействий для конкретного приложения продукта рекомендуется проверить все внешние воздействия, комбинацию которых необходимо принимать во внимание.

5.4 Последовательность внешних воздействий

При рассмотрении работы продукта под действием внешних условий необходимо учитывать возможность прямого приложения одного или нескольких воздействий (параметров) в прямой последовательности. Вот два важных примера:

– тепловой удар, который является результатом приложения к продукту высоких температур сразу после приложения к нему низких температур (или наоборот) или погружение продукта в воду (дождь, потоки воды, морские волны, просто погружение) сразу после нагрева до высоких температур;

– обледенение, которое может быть результатом охлаждения продукта до температуры ниже точки замерзания непосредственно перед или после помещения изделия во влажную среду, под дождь или в недождевую воду, полученную из других источников.

Целесообразно принять данные возможности в расчет при определении внешних условий, в которых работает реальный продукт.

Библиография

[1] МЭК 60364-5-51	Электрические установки зданий. Часть 5-51. Выбор и монтаж электрооборудования. Общие правила
(IEC 60364-5-51:2005)	(Electrical installations of buildings - Part 5-51: Selection and erection of electrical equipment - Common rules)

УДК 002:006.1.05:006.354 ОКС 19.040
Ключевые слова: внешние физические природные воздействия, факторы внешнего воздействия, классификация факторов внешнего воздействия

Подписано в печать 02.03.2015. Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 3,72. Тираж 31 экз. Зак. 1337.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта
ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru