
**Резина вулканизованная. Определение
усталости при растяжении**

Rubber vulcanized. Determination of tension fatigue

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 6943:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/46fa99b0-65f6-478f-8f06-a95106a35bb8/iso-6943-2011>

Ответственность за подготовку русской версии несёт GOST R
(Российская Федерация) в соответствии со статьёй 18.1 Устава ISO



Ссылочный номер
ISO 6943:2011(R)

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 6943:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/46fa99b0-65f6-478f-8f06-a95106a35bb8/iso-6943-2011>



ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ

© ISO 2011

Все права сохраняются. Если не задано иначе, никакую часть настоящей публикации нельзя копировать или использовать в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия офиса ISO по адресу, указанному ниже, или членом ISO в стране регистрации пребывания.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Опубликовано в Швейцарии

Содержание

Страница

Предисловие	iv
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	2
3 Термины и определения.....	2
4 Принцип	2
5 Аппаратура.....	2
5.1 Машина для исследования усталости	2
5.2 Штампы и резак	3
5.3 Маркер.....	3
5.4 Вещество для нанесения меток.....	3
5.5 Измерительные инструменты	3
6 Поверка.....	4
7 Образец для испытания.....	4
7.1 Размеры.....	4
7.2 Количество образцов для испытаний.....	6
7.3 Хранение и кондиционирование	6
8 Условия проведения испытаний	7
8.1 Испытательные деформации	7
8.2 Частота испытания	7
8.3 Температура проведения испытания	7
8.4 Атмосфера проведения испытания	7
9 Процедура	8
9.1 Маркировка исследуемых образцов резины в форме гантели	8
9.2 Измерения образцов для испытаний	8
9.3 Вставка исследуемых образцов в разрывную машину	9
9.4 Определение усталостной долговечности	9
9.5 Измерение остаточной и максимальной деформации после циклования	10
9.6 Измерение максимального напряжения и максимальной плотности энергии деформации.....	10
10 Выражение результатов	11
10.1 Вычисление усталостной долговечности	11
10.2 Вычисление остаточной деформации	12
10.3 Вычисление максимальной деформации	13
10.4 Вычисление максимального напряжения	13
10.5 Вычисление плотности энергии деформации	13
11 Протокол испытания	14
Приложение А (информативное) Пояснительные заметки.....	16
Приложение В (нормативное) План поверки	19
Библиография.....	21

Предисловие

Международная организация по стандартизации (ISO) является всемирной федерацией национальных организаций по стандартизации (комитетов-членов ISO). Разработка международных стандартов обычно осуществляется техническими комитетами ISO. Каждый комитет-член, заинтересованный в деятельности, для которой был создан технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные правительственные и неправительственные организации, имеющие связи с ISO, также принимают участие в работах. Что касается стандартизации в области электротехники, то ISO работает в тесном сотрудничестве с Международной электротехнической комиссией (IEC).

Проекты международных стандартов разрабатываются в соответствии с правилами Директив ISO/IEC, Часть 2.

Основной задачей технических комитетов является подготовка международных стандартов. Проекты международных стандартов, принятые техническими комитетами, рассылаются комитетам-членам на голосование. Их опубликование в качестве международных стандартов требует одобрения не менее 75 % комитетов-членов, принимающих участие в голосовании.

Следует иметь в виду, что некоторые элементы настоящего международного стандарта могут быть объектом патентных прав. Международная организация по стандартизации не может нести ответственность за идентификацию какого-либо одного или всех патентных прав.

ISO 6943 подготовил Технический комитет ISO/TC 45, *Каучук и резиновые изделия*, Подкомитет SC 2, *Проведение испытаний и анализ*.

Настоящее третье издание отменяет и замещает второе (ISO 6943:2007), которое было пересмотрено главным образом для того, чтобы включить план поверки используемой аппаратуры (см. Приложение В).

Резина вулканизованная. Определение усталости при растяжении

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ — Персоналу, использующему настоящий международный стандарт, следует ознакомиться с нормальной лабораторной практикой. Этот стандарт не предполагает обращаться ко всем проблемам безопасности, связанными с его использованием. Пользователь берет на себя ответственность за учреждение подходящих практических мер техники безопасности и охраны здоровья и обеспечение соответствия с любыми национальными законодательными условиями.

ВАЖНО — Некоторые процедуры, заданные в настоящем международном стандарте, могут вовлекать применение или выделение субстанций, или появление отходов, которые могли бы создавать возможности для нанесения вреда местной окружающей обстановке. Следует обращаться к соответствующим документам, регламентирующим безопасное обращение с веществами и последующее удаление отходов.

1 Область применения

Настоящий международный стандарт дает описание метода для определения сопротивления вулканизованной резины усталости под воздействием повторяемых деформаций растяжения. При этом размер образца для испытания и частота циклического повторения растяжения должны быть такими, чтобы повышение температуры было небольшое или вообще не возникало. В этих условиях разрушение исследуемого образца резины является результатом увеличения трещины, которая, в конечном счете, разрывает этот образец.

Метод ограничивается до повторяемых деформаций, в которых растяжение исследуемого образца резины ослабляется до нуля в течение части каждого цикла. Аналогичные усталостные процессы могут возникать в случае повторяемых деформаций, которые не проходят через нулевое напряженное состояние, а также в некоторых сортах резины в условиях статической деформации, но настоящий международный стандарт не применяется к этим условиям.

Настоящий метод считается приемлемым для сортов резины, которая имеет в разумных пределах устойчивые свойства растяжения-сжатия, по меньшей мере, после одного периода цикла, и которая не показывает чрезмерного смягчения напряженного состояния или остаточную деформацию, или слишком вязкую характеристику. Материалы, которые не отвечают этим критериям, могут создавать значительные трудности, как с точек зрения эксперимента, так и интерпретации. Например, в резине с большой остаточной деформацией испытательная деформация будет неопределенной, а усталостная долговечность будет заметно отличаться под постоянной максимальной нагрузкой и постоянным максимальным режимом растяжения. Пока не установлено, как следует интерпретировать результаты для такой резины или как сравнивать их с результатами других сортов. В качестве общего руководства можно принять, что резина, у которой остаточная деформация согласно 9.5 и 10.2 превышает 10 %, вероятно попадает в эту категорию. По этой причине, настоящий метод не считается подходящим для большинства термопластических эластомеров.

Подобные рассуждения применяются в отношении других изменений поведения эластичности во время испытания.

Следует делать различие между настоящим испытанием на усталость и измерениями эластичности, изложенными в разных частях ISO 4666 в случае, когда усталостное разрушение происходит при одновременном действии напряжения и температуры.

Преимущества перед определением устойчивости к растрескиванию и росту трещин при изгибе на машине De Mattia (см. ISO 132) включают следующее. Настоящее испытание дает количественные результаты, которые не зависят от интерпретации оператора и могут регистрироваться автоматически. Начальная деформация четко определяется и может быть легко проверена, чтобы подходить для разных применений.

С большой осторожностью следует относить среднеквадратические результаты испытания к эксплуатационной характеристике, так как сравнительное сопротивление усталости разных вулканизатов может изменяться в зависимости от режима испытания и базиса для сравнения. Руководство по выбору режима испытания и интерпретации результатов дается в Приложении А.

2 Нормативные ссылки

Следующие ссылочные документы являются обязательными для применения настоящего документа. Для устаревших ссылок применяется только цитируемое издание. Для недатированных ссылок применяется самое последнее издание ссылочного документа (включая изменения).

ISO 18899:2004, *Резина. Руководство по калибровке испытательного оборудования*

ISO 23529, *Резина. Общие процедуры приготовления и кондиционирования образцов для методов физических испытаний*

3 Термины и определения

В настоящем документе применяются следующие термины и определения.

3.1
усталостная долговечность
fatigue life
количество необходимых циклов, чтобы разорвать исследуемый образец, периодически деформируемый до предписанной величины деформации растяжения

3.2
усталость при растяжении
tension fatigue
излом через развитие трещины компонента или исследуемого образца, подвергнутого повторяемой деформации растяжения

4 Принцип

Образцы для испытаний в форме плоской гантели или кольца периодически деформируются в простом растяжении до момента разрыва. В течение некоторой части каждого цикла механическое напряжение исследуемого образца ослабляется до нуля. Количество циклов деформации до разрушения, определенное как усталостная долговечность, устанавливается как функция максимальной деформации и, если требуется, как функция максимального механического напряжения или плотности энергии деформации, приложенной во время испытания.

5 Аппаратура

5.1 Машина для исследования усталости

Машина для исследования усталости должна обеспечивать возвратно-поступательное движение с частотой, которая нормально должна быть в пределах диапазона от 1 Гц до 5 Гц.

Для исследования образцов в форме плоских гантелей машина должна быть оснащена зажимами, которые захватывают исследуемый образец достаточно твердо, чтобы не допустить скольжения независимо от величины приложенной деформации.

Для исследования кольцевых образцов, каждое рабочее место машины должно быть снабжено двумя парами роликов, одна пара прикреплена к машине, а вторая является частью возвратно-поступательного механизма. Чтобы минимизировать трение, ролики должны быть изготовлены из нержавеющей или хромированной стали, хорошо отполированы и оснащены беговыми дорожками шарикоподшипников. Расположение роликов должно быть такое, что исследуемые образцы надежно удерживаются на роликах на протяжении всего испытания.

Ход машины и положение неподвижных зажима или роликов должно быть регулируемым, чтобы обеспечивать диапазон испытательных деформаций. Во всех случаях исследуемый образец должен находиться в ненапряженном состоянии (при нулевой деформации) в течение некоторой части каждого цикла.

Неподвижные зажимы или ролики следует предварительно оснастить контактами или другими средствами действующих счетчиков, чтобы регистрировать количество циклов до разрушения каждого исследуемого образца.

Если требуется установить максимальное напряжение цикла, то необходимо предоставить ручные автоматические средства измерения нагрузки. Свойства напряжений-деформаций и плотность энергии деформации в режиме испытания могут быть установлены для колец при наличии автоматического оборудования, которое измеряет удлинение под действием приложенной силы.

Альтернативно для образцов в форме гантелей свойства напряжений-деформаций могут быть установлены, используя обычную разрывную машину.

5.2 Штампы и резак

Все используемые штампы и резак должны быть сделаны и содержаться в исправности в соответствии с ISO 23529.

Так как усталостная долговечность является чувствительной к размеру трещины, весьма важно поддерживать штампы и резак, которые используются для приготовления исследуемых образцов, в хорошем состоянии, т.е. их режущие кромки должны быть острыми и без зазубрин. Периодические контрольные испытания должны проводиться для проверки остроты режущей кромки. Любое масло должно быть удалено с резака после его заточки.

5.3 Маркер

Если маркер используется для разметки опорных линий на исследуемых образцах в форме плоских гантелей, то он должен иметь две параллельные кромки, которые должны быть гладкими и точными, с шириной кромки от 0,05 мм до 0,10 мм, которая скошена под углом не больше 15°.

Маркирующий инструмент не должен портить поверхность резины.

5.4 Вещество для нанесения меток

Вещество для нанесения меток не должно оказывать вредного влияния на резину и должно быть контрастного цвета.

5.5 Измерительные инструменты

Инструмент для измерения толщины исследуемых образцов в форме плоских гантелей (и аксиальной толщины кольцевых образцов) должен соответствовать требованиям ISO 23529. Он состоит в основном из микрометра с круговой шкалой, имеет круглую ножку, которая не выступает за поверхность резины при измерении, и прикладывает давление (22 ± 5) кПа на резину с твердостью,

равной 35 IRHD или выше.

Штангенциркуль, передвижной микроскоп или другие подходящие средства должны быть предоставлены для измерения других размеров исследуемых образцов. Градуированный конус рекомендуется для измерения внутреннего диаметра и длины окружности кольцевых образцов.

6 Поверка

Требования к поверке испытательной аппаратуры даются в Приложении В.

7 Образец для испытания

7.1 Размеры

7.1.1 Общие положения

Стандартные образцы для испытаний должны быть в форме плоских гантелей или колец, имеющих размеры в границах пределов, предписанных в 7.1.2 и 7.1.3. Любой образец резины, показывающий несовершенство формы или дефекты, не должен применяться на испытании.

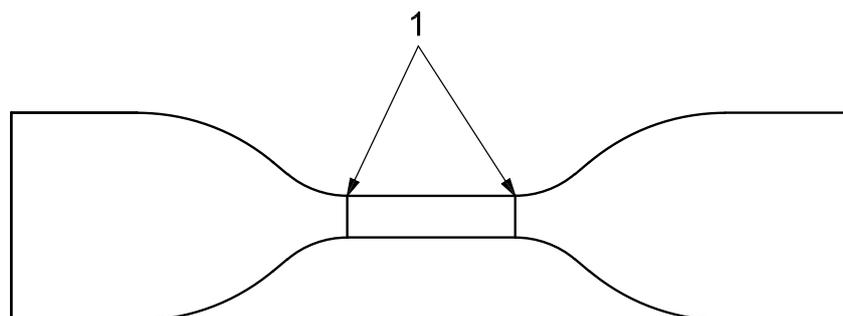
7.1.2 Исследуемый образец в форме плоской гантели

Образцы резины в форме плоской гантели и штампы, с помощью которых они вырезаются, должны быть такими, как показано на Рисунке 1. Штампы должны иметь размеры, указанные в Таблице 1. Опорная длина (дистанция между отмеченными опорными линиями) должна быть 25 мм для исследуемого образца типа 1 и 20 мм – для образцов типа 1А и типа 2. Эта длина должна быть равноудаленной от концов центральной, с параллельными сторонами части образца для испытания. Лепестки могут иметь рельефные концы для целей местоположения.

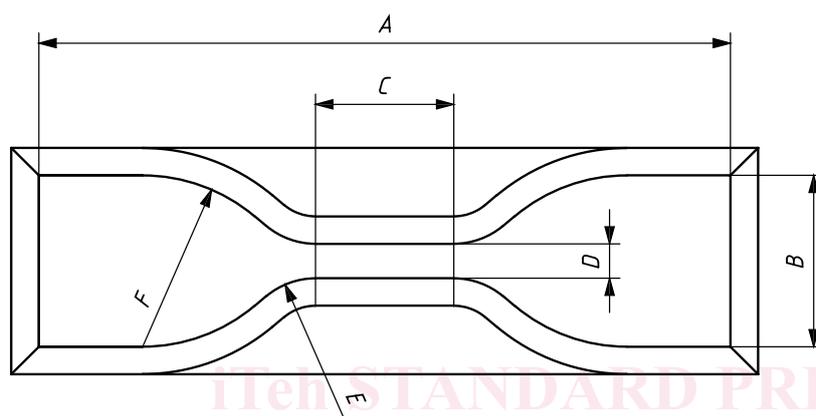
Толщина гантелей должна быть $(1,5 \pm 0,2)$ мм. В любой одной гантели толщина узкой части нигде не должна отклоняться больше чем на 2 % от среднего значения. Если сравниваются результаты по двум комплектам гантелей, то средняя толщина комплекта должна быть в пределах 10 % друг друга.

Усталостная долговечность зависит от толщины исследуемого образца. Экспериментально показано, что при толщине 1,5 мм долговечность меньше всего является чувствительной к изменению в этом размере. В случае необходимости, альтернативная толщина $(2,0 \pm 0,2)$ мм может быть использована при условии, что это регистрируется в протоколе испытания, но такая толщина может привести к разным результатам.

Гантели должны быть вырезаны из листа путем пробивания штампом, используя один ход пресса. Резина должна поддерживаться на листе слегка податливого материала (например, картона или полиэтилена), лежащего на плоской жесткой поверхности; участок поддерживающего листа ниже штампа не должен иметь разрезов или других дефектов. Следует обратить внимание на то, что резина является изотопической и не находится в напряженном состоянии (несоблюдение любого из этих требований может вызвать заметные колебания в усталостной долговечности). В случаях, когда возникает сомнение, необходимо проверить диаграмму напряжений-деформаций и провести испытания на усталость, используя образцы, вырезанные в разных направлениях или из разных мест листа резины. Любой лист, показывающий такие недостатки, должен быть забракован, если не исследуется влияние анизотропии и "зернистости", когда их степень и направление должны быть заданы и записаны в протоколе испытания.



а) Образец для испытания



b) Штамп

Обозначение

- 1 Опорные линии
 A - F См. Таблицу 1

ISO 6943:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/46fa99b0-65f6-478f-8f06-a95106a35bb8/iso-6943-2011>

Рисунок 1 – Гантельная форма образцов для испытаний и штампа

Таблица 1 – Размеры штампа для вырезки исследуемых образцов в форме плоской гантели [смотрите Рисунок 1 b)]

Размеры в миллиметрах

Размер	Тип 1	Тип 1A	Тип 2
A Общая длина, мин.	115	100	75
B Ширина концов	25 ± 1	25 ± 1	$12,5 \pm 1$
C Длина узкой доли с параллельными сторонами	33 ± 2	21 ± 1	25 ± 1
D Ширина узкой доли с параллельными сторонами ^a	$6,2 \pm 0,2$	$5 \pm 0,1$	$4 \pm 0,1$
E Малый радиус	14 ± 1	11 ± 1	$8 \pm 0,5$
F Большой радиус	25 ± 2	25 ± 2	$12,5 \pm 1$
^a Колебания в пределах любого одного штампа не должны превышать 0,05 мм.			

ПРИМЕЧАНИЕ Штампы являются идентичными для выдавливания гантельных образцов для испытаний типа 1, типа 1A и типа 2 в ISO 37, чтобы определять свойства зависимости деформации от напряжения при растяжении.

7.1.3 Кольцевой образец для испытания

Стандартный образец для испытания должен иметь номинальный внутренний диаметр 44,6 мм и внешний диаметр 52,6 мм при номинальной радиальной ширине 4 мм, которая нигде не должна отклоняться от среднего значения больше чем на 0,2 мм. Аксиальная толщина должна быть величиной $(1,5 \pm 0,2)$ мм. На любом одном кольце эта толщина не должна отклоняться от среднего значения больше чем на 2 %.

ПРИМЕЧАНИЕ Что касается внутреннего и внешнего диаметров и допуска на радиальную ширину (но не аксиальную толщину), то стандартный кольцевой образец для испытания является идентичным кольцевому образцу номинального размера (типа А), заданному в ISO 37.

Кольца, имеющие альтернативные значения аксиальной толщины, могут быть использованы при условии, что этот факт будет записан в протоколе испытания. Эти альтернативы включают кольца, имеющие аксиальную толщину $(2,0 \pm 0,2)$ мм, а также использование кольцевого образца с радиальной шириной $(2,0 \pm 0,2)$ мм и аксиальной толщиной $(3,0 \pm 0,2)$ мм. Такой образец для испытания вырезается из листовой резины толщиной 3 мм или 6 мм. В последнем случае кольцо разделяется на два образца. Заметим, что изменение в размерах может изменять распределение напряжения в пределах поперечного сечения деформированного исследуемого образца и, возможно, поэтому приведет к разным результатам. Сравнительный анализ необходимо делать только между образцами для испытаний, имеющих одинаковые размеры.

Кольца должны быть получены из листа резины путем штамповки или резки вращающимися ножами; в последнем случае можно использовать воду в качестве смазки, а также необходимо тщательно высушить резину до начала испытания. Подложка должна быть использована таким же образом, как при изготовлении гантелей, и особое внимание следует уделить гарантии, что лист резины является изотропным и гомогенным.

(standards.iteh.ai)

7.2 Количество образцов для испытаний

ISO 6943:2011

Количество исследуемых образцов для определения усталостной долговечности при каждой деформации зависит от цели исследования и присущей изменчивости исследуемых материалов. По меньшей мере, пять образцов должны быть испытаны в случае измерений для повседневного контроля качества материалов, характеристики которых уже хорошо известны. В других случаях, а особенно для сортов резины, которая показывает изменчивость в широких пределах, может потребоваться большее число образцов для испытаний, чтобы получить репрезентативный результат (см. 10.1).

Дополнительные образцы для испытаний могут потребоваться, чтобы установить величину механического напряжения, плотности энергии деформации и остаточной деформации во время циклования.

7.3 Хранение и кондиционирование

Для всех исследовательских целей минимальное время между вулканизацией и проведением испытания должно быть 16 ч в соответствии с ISO 23529. Максимальное время должно быть 4 недели, если особые обстоятельства (например, исследование эффектов старения) не диктуют поступить иначе.

Листы резины и вырезанные образцы для испытаний должны храниться в темном месте при стандартной лабораторной температуре (смотрите ISO 23529). Ни в коем случае нельзя допускать их контакта с листами или образцами резины другого состава. Это необходимо для предохранения от добавок, которые могут влиять на определение усталостной долговечности, например, антиокислителей, которые могут мигрировать от одного вулканизата в соседний.

Образцы для испытаний должны быть приведены к требуемым условиям стандартной температуры в течение минимум 3 ч (согласно ISO 23529) без промедления до начала испытания. Чтобы проводить испытания на других температурах, образцы для испытаний должны быть кондиционированы на

заданной температуре до начала испытания в течение времени, которое является достаточным для достижения температурного равновесия.

Чтобы проводить сравнительные испытания, продолжительность и температура хранения, а также режим кондиционирования должны быть такими же.

8 Условия проведения испытаний

8.1 Испытательные деформации

Выбор и число испытательных деформаций зависит от конкретного проекта или применения. При исследовании образцов с ослаблением деформации до нуля испытательная деформация является исходной максимальной деформацией, приложенной на протяжении циклования. Для многих целей она будет в диапазоне удлинения от 50 % до 125 %. Можно использовать нижнее или верхнее значение деформации.

Настоятельно рекомендуется проводить испытания на нескольких значениях деформации, чтобы установить зависимость усталостной долговечности от деформации, и, если требуется, от максимального механического напряжения или максимальной плотности энергии деформации, приложенной во время циклования. По меньшей мере, следует использовать четыре значения испытательной деформации. Необходимые интервалы деформации зависят от охваченного диапазона и скорости, на которой усталостная долговечность изменяется в функции деформации в пределах упомянутого выше диапазона. В качестве общей ориентировки предлагаются интервалы 25 %, но они могут быть уже или шире. Рекомендуется начинать испытание с приложения наибольшей максимальной деформации, которая затем прогрессивно уменьшается.

Исследуемый образец должен быть возвращен в ненапряженное состояние с нулевой деформацией в течение некоторой части каждого цикла.

8.2 Частота испытания

Частота периодического изменения деформации должна быть нормально в диапазоне от 1 Гц до 5 Гц, однако другие частоты могут быть применены для конкретных целей.

Частота на испытаниях, предназначенных для сравнения результатов, должна быть той же самой.

ПРИМЕЧАНИЕ Экспериментально найдено, что в диапазоне от 1 Гц до 5 Гц усталостная долговечность заметно не подвержена влиянию разных факторов при соблюдении условий, изложенных в Разделе 1.

8.3 Температура проведения испытания

Испытания должны быть нормально проведены при стандартной лабораторной температуре. Другие значения температуры могут быть использованы, если подходят для конкретных применений. Их следует выбирать из перечня температур в ISO 23529.

ПРИМЕЧАНИЕ Осторожность требуется в случае использования экстремальных температур. Например, на высоких температурах во время циклования может возникать экстенсивная остаточная деформация, которая заметно влияет на результаты. На низких температурах может появиться феномен вязкости, если температура во время проведения испытания приближается к температуре стеклования, T_g .

8.4 Атмосфера проведения испытания

Испытание не должно нормально проводиться в помещении, которое содержит любую аппаратуру, выделяющую озон, например, флуоресцентную лампу, или если содержание озона в помещении превышает