
**Резина вулканизованная. Измерение
скорости роста усталостной трещины**

Rubber, vulcanized – Measurement of fatigue crack growth rate

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 27727:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d820f27c-8617-41e2-b0a6-dc7ac512a787/iso-27727-2008>

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



Ссылочный номер
ISO 27727:2008(R)

Отказ от ответственности при работе в PDF

Настоящий файл PDF может содержать интегрированные шрифты. В соответствии с условиями лицензирования, принятыми фирмой Adobe, этот файл можно распечатать или смотреть на экране, но его нельзя изменить, пока не будет получена лицензия на установку интегрированных шрифтов в компьютере, на котором ведется редактирование. В случае загрузки настоящего файла заинтересованные стороны принимают на себя ответственность за соблюдение лицензионных условий фирмы Adobe. Центральный секретариат ISO не несет никакой ответственности в этом отношении.

Adobe - торговый знак фирмы Adobe Systems Incorporated.

Подробности, относящиеся к программным продуктам, использованным для создания настоящего файла PDF, можно найти в рубрике General Info файла; параметры создания PDF были оптимизированы для печати. Были приняты во внимание все меры предосторожности с тем, чтобы обеспечить пригодность настоящего файла для использования комитетами-членами ISO. В редких случаях возникновения проблемы, связанной со сказанным выше, просьба проинформировать Центральный секретариат по адресу, приведенному ниже.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 27727:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d820f27c-8617-41e2-b0a6-dc7ac512a787/iso-27727-2008>



ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ

© ISO 2008

Все права сохраняются. Если не указано иное, 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 ISO, которое должно быть получено после запроса о разрешении, направленного по адресу, приведенному ниже, или в комитет-член ISO в стране запрашивающей стороны.

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	1
3 Термины и определения	1
4 Принцип	2
5 Аппаратура	2
5.1 Стенд испытания скорости роста усталостной трещины	2
5.2 Устройство видеообработки	2
5.3 Камера с температурным регулированием	2
5.4 Приборы измерения толщины и ширины	2
6 Испытательные образцы	3
6.1 Форма и размеры	3
6.2 Количество испытательных образцов	3
6.3 Временной интервал между формованием и испытанием	4
6.4 Кондиционирование	4
6.5 Подготовка испытательных образцов к испытанию	4
7 Условия испытания	5
7.1 Температура	5
7.2 Частота цикла	5
7.3 Амплитуда деформации	5
7.4 Испытания при напряженных условиях	5
8 Методика	5
8.1 Определение плотности энергии деформации	5
8.2 Определение энергии разрыва	5
8.3 Измерение роста трещины	6
9 Выражение результатов	7
10 Точность	8
11 Протокол испытания	8
Библиография	10

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. ISO работает в тесном сотрудничестве с Международной электротехнической комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Международные стандарты разрабатываются в соответствии с правилами, установленными в Директивах ISO/IEC, Часть 2.

Основная задача технических комитетов состоит в подготовке международных стандартов. Проекты международных стандартов, одобренные техническими комитетами, рассылаются комитетам-членам на голосование. Их опубликование в качестве международных стандартов требует одобрения, по меньшей мере, 75 % комитетов-членов, принимающих участие в голосовании.

Следует иметь в виду, что некоторые элементы этого документа могут быть объектом патентных прав. Организация ISO не должна нести ответственность за идентификацию какого-либо одного или всех патентных прав.

ISO 27727 подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 45, *Резина и резиновые изделия*, Подкомитетом SC 2, *Испытания и анализ*.

[ISO 27727:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d820f27c-8617-41e2-b0a6-dc7ac512a787/iso-27727-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d820f27c-8617-41e2-b0a6-dc7ac512a787/iso-27727-2008>

Резина вулканизованная. Измерение скорости роста усталостной трещины

1 Область применения

Настоящий международный стандарт устанавливает метод определения скорости роста усталостной трещины вулканизованной резины при повторяющемся нагружении в течение длительного периода времени. Трещина начинается от вершины надреза, сделанного на образце перед испытанием, и постепенно растет до тех пор, пока не станет достаточно широкой, чтобы произошел разрыв. Используя образец для испытания на чистый срез, проводят измерения при текущем контроле роста трещины при циклической нагрузке, чтобы получить скорость роста трещины, т.е. увеличения длины трещины за цикл. Испытания проводят при разных энергиях разрыва, изменяя плотность энергии деформации в испытательном образце. Это осуществляется изменением амплитуды деформации.

2 Нормативные ссылки

Следующие ссылочные нормативные документы являются обязательными для применения настоящего документа. Для жестких ссылок применяется только цитируемое издание документа. Для плавающих ссылок необходимо использовать самое последнее издание нормативного ссылочного документа (включая любые изменения).

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

3 Термины и определения

Для данного документа применяются следующие термины и определения.

3.1

плотность энергии деформации
strain energy density

W

энергия упругой деформации, накопленная в единице объема испытательного образца, находящегося в деформированном состоянии, и полученная в результате работы, произведенной для деформации образца

ПРИМЕЧАНИЕ Она измеряется в джоулях на кубический метр.

3.2

энергия разрыва
tearing energy

T

Количество энергии, необходимое для распространения разрыва/трещины в испытательном образце

ПРИМЕЧАНИЕ Энергия разрыва выражается как отношение общей проделанной работы к площади поверхности трещины. Она измеряется в джоулях на квадратный метр.

3.3 параметр диапазона деформации strain-range parameter

P_R
(циклы испытаний, в которых образец всегда находится в деформированном состоянии) отношение минимального расстояния от ненапряженного (нулевая деформация) положения к максимальному расстоянию от ненапряженного положения в каждом цикле

ПРИМЕЧАНИЕ Параметр диапазона деформации выражается как $P_R = d_{\min}/d_{\max}$, где d_{\min} – минимальное расстояние от ненапряженного положения, d_{\max} – максимальное расстояние от ненапряженного положения.

4 Принцип

Испытательный образец, имеющий геометрию чистого среза, с намеренно нанесенным надрезом подвергается циклическому нагружению, во время которого с увеличением числа циклов деформации растет длина полученной трещины. Длина трещины измеряется посредством установленного на месте монитора в зависимости от числа выполненных циклов. Измеренные данные обрабатываются цифровым анализом для установления скорости роста трещины. Затем скорость роста трещины интерпретируется через энергию разрыва испытательного образца, определенную по плотности энергии деформации

5 Аппаратура

5.1 Стенд испытания скорости роста усталостной трещины

Соответствующий стенд для измерения скорости роста усталостной трещины, который работает с циклами постоянного сдвига, показан на Рисунке 1. Захваты держат испытательный образец в камере с температурным регулированием. Верхний захват соединен с динамометрическим датчиком, который закреплен на траверсе стенда, а нижний захват подсоединен к сервоприводу. Высота траверсы фиксируется с помощью стопорных колец на предварительно определенном расстоянии от нижнего захвата. При необходимости кривая зависимости деформаций от напряжений может быть получена путем изменения положения нижних захватов. Испытательный образец периодически подвергается прямолинейной деформации при частоте и амплитуде, которые контролируются сервомеханизмом. Диапазон деформации можно контролировать, регулируя устройство предварительного деформирования, расположенного над верхним захватом.

5.2 Устройство видеообработки

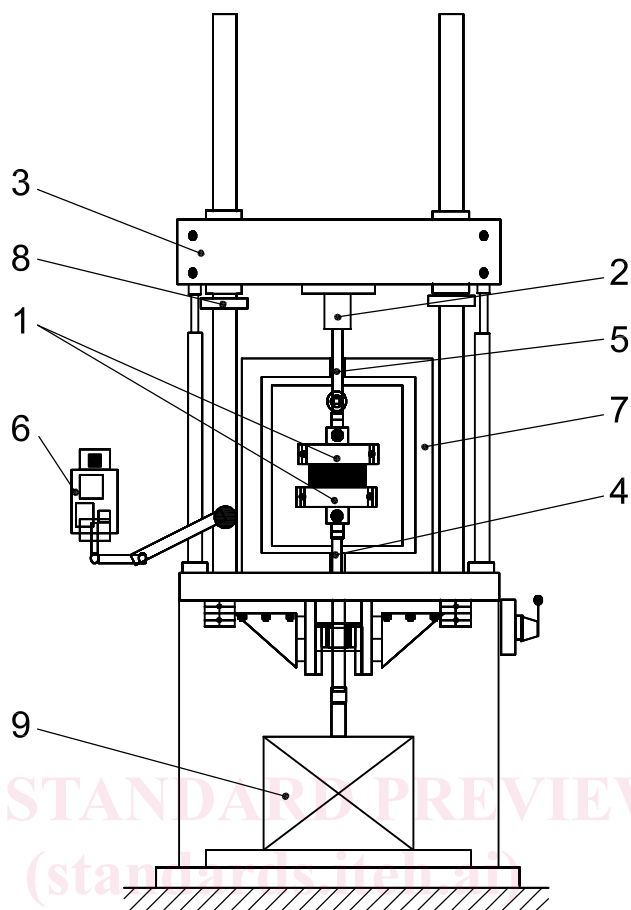
Рост трещины в испытательном образце должно контролироваться с помощью системы видеообработки, оснащенной аппаратом для скоростной киносъемки. Измерения необходимо выполнять, чтобы проследить за вершиной трещины, и зарегистрировать длину трещины в зависимости от числа циклов деформации, что дает скорость роста усталостной трещины.

5.3 Камера с температурным регулированием

Когда проводят испытания при конкретной температуре, т. н. при стандартной лабораторной температуре или другой температуре, установленной в ISO 23529, необходимо использовать камеру с температурным регулированием, способной выдерживать образец при установленной температуре (см. пример на Рисунке 1). Датчик температуры должен располагаться внутри камеры рядом или в месте расположения испытательного образца.

5.4 Приборы измерения толщины и ширины

Приборы измерения толщины и ширины испытательного образца должны соответствовать ISO 23529.



Обозначения

1	верхний и нижний захваты	4	циклический вал	7	камера с температурн. регулировкой
2	динамометрический датчик	5	регулятор диапазона деформации	8	стопорное кольцо
3	траверса	6	высокоскоростная ПЗС-камера	9	сервопривод

Рисунок 1 — Пример стенда испытания скорости роста усталостной трещины

6 Испытательные образцы

6.1 Форма и размеры

Испытательные образцы должны представлять собой формованные полосы, форма которых показана на Рисунке 2. Каждый образец должен иметь гладкую поверхность без неоднородностей, а тонкое сечение образца должно быть одинаковой толщины. Рекомендуются следующие размеры испытательного образца: длина - 200 мм (L) и ширина 20 мм (h_0). Отношение длины к ширине L/h_0 должно быть не менее 10, чтобы минимизировать воздействия кромки. Толщина t_0 тонкого сечения должна быть менее 2 мм, а толщина t толстых сечений, которые удерживаются в верхних и нижних зажимах, должна быть больше 5 мм.

6.2 Количество испытательных образцов

Для каждого набора условий испытания необходимо использовать не менее трех испытательных образцов.

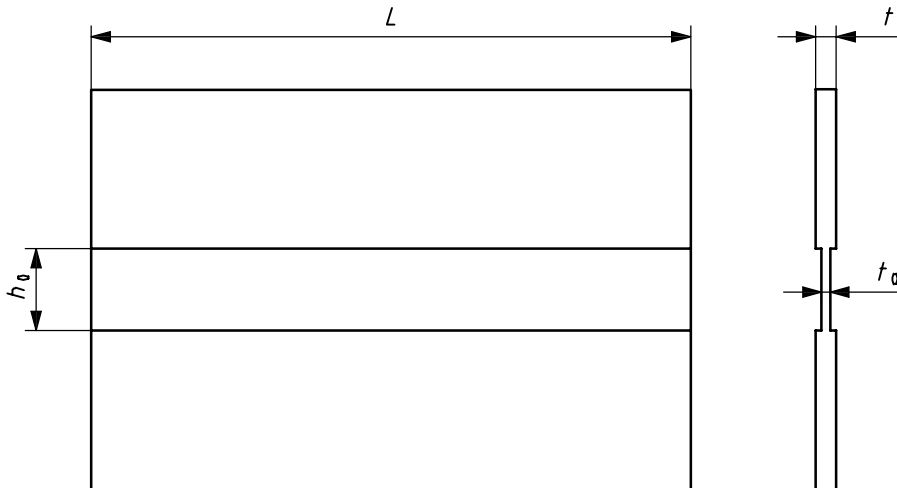


Рисунок 2 — Форма образца испытания на чистый срез для измерений скорости роста усталостной трещины

6.3 Временной интервал между формованием и испытанием

Если не установлено иначе по техническим причинам, необходимо соблюдать следующие требования (см. ISO 23529):

- Для всех целей испытания минимальное время между формованием и испытанием должно быть 16 ч.
- Для испытаний материалов максимальное время между вулканизацией и испытанием должно быть четыре недели. Для сравнительных оценок испытания должны проводиться по возможности после такого же интервала времени. <http://catalog/standards/sist/d820f27c-8617-41e2-b0a6-de7ac512a787/iso-27727-2008>
- Для испытаний изделий, когда есть возможность, время между вулканизацией и испытанием не должно превышать трех месяцев. В других случаях испытания должны проводиться в течение двух месяцев от даты приемки изделия заказчиком.

6.4 Кондиционирование

Испытательные образцы должны быть защищены от света по возможности полностью во время периода между вулканизацией и испытанием.

Испытательные образцы должны выдерживаться при стандартной лабораторной температуре не менее 3 ч сразу перед проведением измерения и испытания.

Если испытание проводится при температуре отличной от стандартной лабораторной температуры, то образцы сразу перед испытанием должны кондиционироваться при этой температуре испытания в течение времени достаточного, чтобы они достигли температуры испытания (см. ISO 23529).

6.5 Подготовка испытательных образцов к испытанию

На каждый испытательный образец при подготовке наносится надрез, чтобы исключить случайное происхождение процесса инициации разрыва. Перед нанесением надреза испытательный образец деформируют в три раза больше, чем самая высокая деформация, прикладываемая при испытании. Затем, сразу перед испытанием, делают надрез длиной около 30 мм острым лезвием бритвы на одном конце испытательного образца.

7 Условия испытания

7.1 Температура

Измерения обычно проводятся при стандартной лабораторной температуре, как определено в ISO 23529. Если необходимо проводить испытания при повышенной или температуре ниже нормальной, то эта температура выбирается из тех, которые установлены в ISO 23529.

7.2 Частота цикла

Испытательный образец подвергают циклам прямолинейной деформации с частотой обычно в диапазоне от 1 Гц до 10 Гц, но для специальных целей могут использоваться другие частоты. Для сравнительных испытаний частота каждого испытания должна быть одинаковой.

7.3 Амплитуда деформации

Необходимо менять амплитуду деформации, чтобы изменять плотность энергии деформации в испытательном образце максимум до удлинения 200 % включительно. Испытательный образец должен возвращаться к нулевой деформации, которая соответствует полностью ненапряженному состоянию, во время каждого цикла (см. также, 7.4).

7.4 Испытания при напряженных условиях

При необходимости испытание может проводиться в напряженных условиях, при которых минимальная деформация каждого цикла не равна нулю, путем изменения параметра диапазона деформации P_R .

8 Методика

8.1 Определение плотности энергии деформации

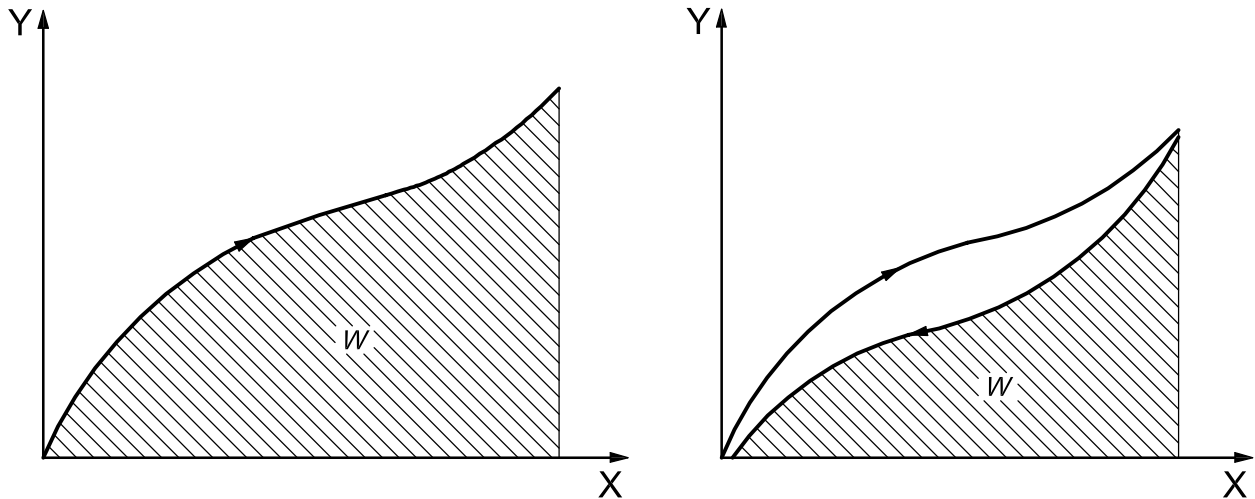
Плотность энергии деформации W , которая является упругой энергией, освобожденной во время роста трещины, представлена площадью на кривой зависимости деформации от напряжения. Для не наполненных (бессажевых) резин ее получают при испытании образца на чистый срез без первоначального нанесения надреза на него, как показано на Рис. 3 а), с проведением циклов при тех же самых условиях, как для образцов с трещиной. По причине явного гистерезисного поведения наполненных резиновых смесей, кривую зависимости деформации от напряжения для таких смесей получают по измерениям силы втягивания (сокращения)/удлинения, как показано на Рис.3 б). В любом случае необходимо испытать не менее трех испытательных образцов и рассчитать среднее значение W по результатам.

8.2 Определение энергии разрыва

Для испытательного образца на чистый срез энергия разрыва T определяется по уравнению:

$$T = W \times h_0$$

где h_0 – недеформированная ширина испытательного образца.



а) Кривая напряжение-деформация, полученная по измерениям растяжения

б) Кривая напряжение-деформация, полученная по измерениям силы сокращения

Обозначение

X деформация

Y напряжение

Рисунок 3 — Определение плотности энергии деформации W по измерениям растяжения и силы сокращения

8.3 Измерение роста трещины

Испытательный образец помещают на испытательный стенд и прикладывают циклическую нагрузку при выбранных условиях испытания. Измерения начинают проводить не менее чем через 3 мин от начала работы испытательного стенда. Затем контролируют длину c трещины *на месте (in situ)*, используя высокоскоростную ПЗС-камеру, в зависимости от количества циклов n , измеряя длину трещины с точностью 10^{-5} м. Важно провести регулировку изображения и калибровку заранее, чтобы обеспечить точные измерения роста трещины. По измерениям наносят на график длину трещины относительно количества циклов и считают скорость распространения трещины dc/dn (наклон графика).

Пример такого графика, полученного для сажистой (N351) наполненной резиновой смеси SBR с применением амплитуды деформации 35 % и частотой цикла 1 Гц, при температуре 40 °С, показан на Рисунке 4.

Повторяют процедуру, чтобы получить измерения при не менее трех различных амплитудах деформации.