

---

---

**Резина и термопласты. Оценка срока  
службы и максимальной температуры  
применения**

*Rubber , vulcanized and thermoplastic — Estimation of life-time and  
maximum temperature of use*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 11346:2014

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/df9de4a7-5cbe-49f6-aa72-7a5db148f9cc/iso-11346-2014>

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



Ссылочный номер  
ISO 11346:2014(R)

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 11346:2014

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/df9de4a7-5cbe-49f6-aa72-7a5db148f9cc/iso-11346-2014>



**ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ**

© ISO 2014

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](mailto:copyright@iso.org)

Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Опубликовано в Швейцарии

## Содержание

Страница

Предисловие.....	iv
Введение .....	v
1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины и определения .....	1
4 Принцип .....	2
5 Выбор испытаний и печи для старения .....	2
6 Выбор порогового значения .....	2
7 Образцы для испытания .....	2
8 Температуры воздействия .....	3
9 Время воздействия .....	3
10 Проведение испытания .....	4
11 Обработка результатов .....	4
11.1 Метод Аррениуса .....	4
11.2 Метод WLF .....	6
11.3 Ограничения .....	8
12 Протокол испытания .....	8
Библиография .....	10

## Предисловие

Международная организация по стандартизации (ISO) всемирная федерация национальных органов по стандартизации (комитеты-члены ISO). Работа по подготовке международных стандартов обычно ведется через технические комитеты ISO. Каждый комитет-член ISO, проявляющий интерес к тематике, по которой учрежден технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные организации, государственные и негосударственные, имеющие связи с ISO, также принимают участие в работе. ISO тесно сотрудничает с Международной электротехнической комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Процедуры, используемые для разработки данного документа, и процедуры, предусмотренные для его дальнейшего ведения, описаны в Директивах ISO/IEC Directives, Part 1. В частности, следует отметить различные критерии утверждения, требуемые для различных типов документов ISO. Проект данного документа был разработан в соответствии с редакционными правилами Директив ISO/IEC Directives, Part 2. [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives).

Необходимо обратить внимание на возможность того, что ряд элементов данного документа могут быть предметом патентных прав. Международная организация ISO не должна нести ответственность за идентификацию таких прав, частично или полностью. Сведения о патентных правах, идентифицированных при разработке документа, будут указаны во Введении и/или в перечне полученных ISO объявлений о патентном праве. [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents).

Любое торговое название, использованное в данном документе, является информацией, предоставляемой для удобства пользователей, а не свидетельством в пользу того или иного товара или той или иной компании.

Для пояснения значений конкретных терминов и выражений ISO, относящихся к оценке соответствия, а также информация о соблюдении Международной организацией ISO принципов ВТО по техническим барьерам в торговле (ТБТ), см. следующий унифицированный локатор ресурса (URL): [Foreword - Supplementary information](#).

За данный документ несет ответственность технический комитет ISO/TC 45, *Резина и резиновые изделия*, Подкомитет SC 2, *Испытания и анализ*.

Настоящее третье издание отменяет и заменяет второе издание (ISO 11346:2004) после технического пересмотра:

## Введение

Скорость химической реакции обычно увеличивается при увеличении температуры. Испытывая образцы при различных повышенных температурах, можно вывести зависимость между скоростью реакции механизмов ухудшения (качества) и температурой. Оценку можно выполнить посредством экстраполяции степени ухудшения после установленного времени при заданной температуре или времени при заданной температуре, затраченном на достижение заданной степени ухудшения.

Взаимосвязь скорости реакции и температуры зачастую можно описать уравнением Аррениуса (Arrhenius). Скорость реакции при любой заданной температуре получают по изменению значения выбранной характеристики от времени воздействия этой температуры. Скорость реакции можно представить в пересчете на время до конкретной степени ухудшения (пороговое значение), и это может оказаться единственной мерой, которую используют в случаях сложной зависимости выбранной характеристики от температуры.

Метод Аррениуса является единственным, который подходит для реакций химического разложения и может дать неверные результаты для испытаний, в которых физические (вязкоупругие) свойства сложно отличить от химических изменений.

Альтернативным подходом для каучуков и резин является использование уравнения Уильямса-Ланделя-Ферри (Williams-Landel – Ferry, WLF). Это уравнение выполняет преобразование время/температура, причем не делается допущений в отношении формы соотношения характеристика/время при любой температуре. Следовательно, в принципе, его можно применить к любому физическому параметру, включая остаточную деформацию и возвращение в исходное состояние (релаксации), или в случаях сложной зависимости выбранной характеристики от температуры. Дополнительное пояснение использования уравнения WLF можно найти в литературе<sup>[1]</sup>.

В ходе разработки данного международного стандарта учитывалось содержание ISO 2578<sup>[2]</sup> и IEC 60216<sup>[3]</sup>.



# Резина и термопласты. Оценка срока службы и максимальной температуры применения

## 1 Область применения

Настоящий международный стандарт устанавливает принципы и методы оценивания термической стойкости резин по результатам воздействия повышенных температур в течение длительных периодов.

Установлено два метода (см. Введение):

- один метод использует уравнение Аррениуса;
- другой метод использует уравнение WLF

В данном международном стандарте оценка термической стойкости основана единственно на изменении в выбранных характеристиках, происходящем в периоды воздействия повышенных температур. Различные характеристики резин изменяются с разной скоростью при термическом старении, следовательно, разные резины можно сопоставить только по одним и тем же характеристикам.

## 2 Нормативные ссылки

Следующие нормативные документы являются обязательными для применения с настоящим международным стандартом. Для датированных ссылок применяется только указанное по тексту издание. Для недатированных ссылок необходимо использовать самое последнее издание нормативного ссылочного документа (включая любые изменения).

ISO 188, *Каучук вулканизированный или термопластичный. Испытания на ускоренное старение и теплостойкость*

ISO 23529, *Каучук и резина. Общие процедуры приготовления и кондиционирования образцов для испытаний физических свойств*

## 3 Термины и определения

В данном документе используются следующие термины и определения.

### 3.1

#### **срок службы** **life-time**

время, в течение которого испытываемый материал достигает установленного порогового значения испытываемой (качественной) характеристики при температуре применения

### 3.2

#### **максимальная температура применения** **maximum temperature of use**

температура, при которой испытываемый материал достигает установленного порогового значения испытываемой (качественной) характеристики через установленное время

### 3.3

#### **пороговое значение** **threshold value**

конкретная степень ухудшения (качественных характеристик), которая берется как максимально приемлемая для анализируемой характеристики

Примечание 1 к статье: Время для достижения порогового значения можно использовать для представления скорости реакции.

## 4 Принцип

При выбранной температуре испытания изменения численного значения выбранной характеристики, например, механической или вязкоупругой характеристики, определяются как функция времени.

Испытания продолжают, пока не будет превышено соответствующее пороговое значение этой характеристики.

Дополнительные испытания осуществляются, как минимум, при двух других температурах.

Для метода Аррениуса полученные данные скорости реакции наносят на график логарифмически как функцию обратной температуры, а полученную прямую экстраполируют обратно или интерполируют к температуре применения.

Для метода WLF рассчитывают константы сдвига и используют их для преобразования соотношения характеристика/время в температуру применения.

## 5 Выбор испытаний и печи для старения

Выбранные испытания должны предпочтительно относиться к характеристикам, которые имеют значение на практике. Там где возможно, необходимо использовать методы испытания, установленные в международных стандартах.

Для общих оценок обычно используют твердость, деформационно-прочностные свойства при растяжении, а для применений резины в качестве уплотнений желателен использовать характеристики релаксации напряжения или остаточной деформации при сжатии.

Для старения образцов должна использоваться печь с циркуляцией воздуха, удовлетворяющая требованиям ISO 188.

## 6 Выбор порогового значения

Пороговое значение необходимо выбрать как степень ухудшения, т.е. максимально приемлемое значение для испытываемой характеристики и конечного применения. Обычно выбирают пороговое значение, составляющее 50 % от начального значения (выбранной характеристики).

Обычно испытание следует продолжать в течение достаточно длительного периода для достижения порогового значения. Хотя можно экстраполировать к большей степени ухудшения, этого делать не рекомендуется.

## 7 Образцы для испытания

7.1 Размеры и метод подготовки образцов для испытания должны соответствовать стандартному методу.

7.2 Минимальное общее число образцов, требующихся для метода разрушающих испытаний, зависит от следующего:

- числа образцов,  $a$ , требующихся для отдельного испытания в соответствии со стандартом на метод испытаний;
- количества различных периодов старения,  $b$ , необходимого для получения взаимосвязи характеристика/время при определенной температуре воздействия;
- числа значений температур воздействия,  $c$ .



Минимальное число требующихся образцов задается формулой (1):

$$n = abc + a \quad (1)$$

Рекомендуется при каждой испытательной температуре состарить дополнительные образцы на случай возникновения проблем после нескольких недель, месяцев или лет старения или на случай необходимости испытать еще одну температуру для повышения прецизионности.

Минимальное число образцов, требующихся для метода разрушающих испытаний, обычно задается формулой (2):

$$n = ac \quad (2)$$

При измерении остаточной деформации при сжатии, при растяжении и релаксации испытания предпочтительно выполнять на одних и тех же образцах в разное время, чтобы уменьшить число требующихся образцов. Этим также сокращается изменчивость результатов испытаний.

Кроме того, может потребоваться опытная эксплуатация, чтобы определить температуры воздействия и число точек, которые требуется испытать при каждой температуре.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Хотя можно сократить число образцов для каждого испытания, по сравнению с указанным в стандарте на метод испытаний, для экономии, экстраполяция результатов требует максимальной прецизионности, и в некоторых обстоятельствах рекомендуется, наоборот, увеличить число образцов.

## 8 Температуры воздействия

Выбор температур воздействия включает получение информации о приблизительных характеристиках старения испытываемого материала. Без предварительных данных о материале требуется проводить эксплуатационные испытания. Такие данные помогут выбрать температуры воздействия, наиболее подходящие для оценивания материала.

Образцы необходимо старить не менее чем при трех температурах, охватывающих интервал, соответствующий определению срока службы посредством экстраполяции с требуемой степенью точности. Наименьшее воздействие температуры должно выбираться таким образом, чтобы время, требуемое для достижения порогового значения, было не меньше 1 000 ч. Аналогично самую высокую температуру необходимо выбрать так, чтобы время, требуемое для достижения порогового значения, было не меньше 100 ч. Используемые температуры предпочтительно должны быть стандартными испытательными температурами, взятыми из ISO 23529.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Чтобы получить оценку срока службы с соответствующей прецизионностью, часто требуется больше трех испытательных температур.

## 9 Время воздействия

Характеристики, выбранные для измерения скорости реакции, должны испытываться после каждого из не менее пяти различных периодов воздействия при каждой температуре, но, если необходимо оценить форму кривой зависимости характеристика/время, обычно требуется большее число периодов воздействия.

Периоды воздействия должны быть такими, чтобы можно было адекватным образом описать характеристику, выбранную для измерения скорости реакции. Для термо-окислительного старения в большинстве случаев используют линейную прогрессию. Для физической релаксации больше подойдет логарифмическая прогрессию. Следует соблюдать требования, касающиеся минимальных периодов воздействия, указанных в Разделе 8.

## 10 Проведение испытания

Измеряют выбранные характеристики, используя несостаренные образцы, кондиционированные в соответствии с требованиями стандартов на методы испытаний.

Помещают необходимое количество образцов в каждую из печей, поддерживаемых при выбранных температурах.

В конце каждого периода воздействия кондиционируют образцы, чтобы исследовать в соответствии со стандартом на метод испытания и измерить выбранные характеристики.

Продолжают эту процедуру, пока не будет испытано требующееся количество образцов.

## 11 Обработка результатов

### 11.1 Метод Аррениуса

Зависимость Аррениуса описывается формулой (3):

$$\ln K(T) = B - \frac{E}{RT} \quad (3)$$

где

$K(T)$  скорость реакции ( $\text{мин}^{-1}$ );

$B$  константа;

$E$  энергия активации ( $\text{л/моль}$ );

$R$  универсальная газовая постоянная ( $8,314 \text{ Дж/моль К}$ );

$T$  абсолютная температура ( $\text{К}$ ).

Стадия, которой достигает реакция, задается формулой (4):

$$F_x(t) = K(T) \times t \quad (4)$$

где

$F_x(t)$  функция, описывающая стадию,  $x$ , которой достигла реакция;

$t$  время реакции ( $\text{мин}$ ).

Различные скорости реакции  $K(T)$  будут соответствовать различным температурам,  $T$ .

Для каждой температуры воздействия строят график зависимости результатов для каждой характеристики от времени. Для каждого графика определяют скорость реакции.

Зачастую удобной мерой скорости реакции является время, требующееся для достижения характеристикой порогового значения, определенного интерполяцией, как показано на Рисунке 1.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Идеальной мерой скорости реакции был бы наклон графика зависимости характеристики от времени, но этот график редко бывает линейным [т.е.  $F_x(t)$  редко бывает линейной функцией]. Иногда можно подобрать удобную взаимосвязь с данными или получить удобный график построением на логарифмической шкале.