

---

---

**Пластмассы. Определение  
механических свойств при растяжении.**

**Часть 1.  
Общие принципы**

iTeh STANDARD PREVIEW  
*Plastics — Determination of tensile properties —  
Part 1: General principles*  
(standards.iteh.ai)

ISO 527-1:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9a2aae5f-2c90-4e84-b9f0-65f427628419/iso-527-1-2012>



**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 Adobe Systems Incorporated.

Подробности, относящиеся к программным продуктам, использованным для создания настоящего файла PDF, можно найти в рубрике General Info файла; параметры создания PDF 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, просим информировать Центральный секретариат по адресу, приведенному ниже.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 527-1:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9a2aae5f-2c90-4e84-b9f0-65f427628419/iso-527-1-2012>



**ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ**

© ISO 2012

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 по адресу 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](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Опубликовано в Швейцарии

## Содержание

	Страница
Предисловие .....	iv
1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины и определения .....	2
4 Принцип и методы .....	6
4.1 Принцип .....	6
4.2 Метод .....	6
5 Аппаратура .....	7
5.1 Испытательная машина .....	7
5.2 Устройства для измерения ширины и толщины образцов .....	10
6 Образцы для испытания .....	10
6.1 Форма и размеры .....	10
6.2 Подготовка образцов .....	10
6.3 Контрольные метки .....	11
6.4 Проверка испытываемых образцов .....	11
6.5 Анизотропия .....	11
7 Количество образцов .....	12
8 Кондиционирование .....	12
9 Проведение испытания .....	12
9.1 Испытательная атмосфера .....	12
9.2 Размеры образца .....	12
9.3 Удерживание в захватах .....	13
9.4 Предварительное нагружение .....	13
9.5 Установка экстензометров .....	13
9.6 Скорость испытания .....	14
9.7 Запись данных .....	14
10 Расчет и обработка результатов .....	14
10.1 Напряжение .....	14
10.2 Деформация (относительное удлинение) .....	15
10.3 Модуль упругости при растяжении .....	16
10.4 Коэффициент Пуассона .....	17
10.5 Статистические параметры .....	17
10.6 Значимые цифры .....	18
11 Прецизионность .....	18
12 Протокол испытания .....	18
Приложение А (информативное) Определение деформации текучести .....	20
Приложение В (информативное) Точность экстензометра для определения коэффициента Пуассона .....	22
Приложение С (нормативное) Требования к калибровке для определения модуля упругости .....	23
Библиография .....	25

## 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 527-1 был подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 61, *Пластмассы*, Подкомитетом SC 2, *Механические свойства*.

Настоящее второе издание отменяет и заменяет первое издание (ISO 527-1:1993) после технического пересмотра. Оно включает ISO 527-1:1993/Cor.1:1994 и ISO 527-1:1993/Amd.1:2005/ Основные изменения следующие:

- Введен метод определения коэффициента Пуассона. Он аналогичен методу, описанному в ASTM D638, но чтобы преодолеть сложности в отношении прецизионности определения поперечного сжатия при малых значениях продольной деформации, расширен интервал деформаций до зоны для определения модуля.
- Определения и методы оптимизированы для испытательных разрывных машин с компьютерным управлением.
- Предпочтительная расчетная длина для использования на многоцелевых образцах увеличена с 50 мм до 75 мм. Это используется, главным образом, в ISO 527-2.
- Номинальная деформация и особенно номинальная деформация при разрыве будет определяться относительно расстояния между захватами. В общем, номинальная деформация будет вычисляться как расстояние, на которое сместился ползун с начала испытания, относительно расстояния между захватами, или, как в предпочтительном методе, когда используются многоцелевые образцы, там где деформации вплоть до предела текучести, определяются с помощью экстензометра, как сумма деформации при пределе текучести и номинального приращения деформации после предела текучести, также относительно расстояния между захватами.

ISO 527 включает следующие части под общим названием *Пластмассы. Определение механических свойств при растяжении* :

- *Часть 1. Общие принципы*
- *Часть 2. Условия испытаний формовочных и экструзионных пластмасс*
- *Часть 3. Условия испытаний пленок и листов*
- *Часть 4. Условия испытаний изотропных и ортотропных пластических композиционных материалов, армированных волокнами*
- *Часть 5. Условия испытаний пластических композиционных материалов, армированных однонаправленными волокнами*

# Пластмассы. Определение механических свойств при растяжении.

## Часть 1.

### Общие принципы

#### 1 Область применения

1.1 Настоящая часть ISO 527 устанавливает общие принципы определения механических свойств при растяжении пластмасс и пластмассовых композиций при определенных условиях. Несколько различных типов образцов для различных типов материала определены в последующих частях ISO 527.

1.2 Описанные методы используются для исследования поведения при растяжении испытуемых образцов и для определения предела прочности при растяжении, модуля упругости при растяжении и других аспектов взаимосвязи напряжение-деформация при растяжении в определенных условиях.

1.3 Эти методы избирательно подходят для испытаний следующих материалов:

- жесткие и полужесткие (см. 3.12 и 3.13) термопластические материалы для формования, экструзии и литья, включая в дополнение к ненаполненным наполненные и упрочненные композиции; жесткие и полужесткие термопластичные листы и пленки;
- жесткие и полужесткие терморезактивные материалы для формования, включая наполненные и упрочненные композиции, жесткие и полужесткие термопластичные листы, включая слоистые пластики;
- упрочненные волокном терморезактивные материалы и термопластичные композиты, объединяющие материалы с однонаправленными и неоднаправленными упрочняющими компонентами, такими как мат, текстильные ткани, ткани из ровинга, рубленые комплексные нити, комбинированные и гибридные упрочняющие компоненты, ровинги и дробленые волокна; листы из предварительно пропитанных материалов (препреги);
- термотропные жидкокристаллические полимеры.

Описанные методы обычно не распространяются на жесткие порошковые пластики, для которых используется ISO 1926 или для материалов слоистой структуры (сэндвич), включающих порошковые пластики.

#### 2 Нормативные ссылки

Следующие ссылочные документы обязательны для применения данного документа. Для датированных ссылок применяется только указанное издание. Для недатированных ссылок применяется самое последнее издание указанного документа (включая все изменения).

ISO 291, *Пластмассы. Стандартные атмосферы для кондиционирования и испытаний*

ISO 2602, *Статистическая интерпретация результатов испытаний. Оценка среднего значения. Доверительный интервал*

ISO 7500-1:2004, *Материалы металлические. Верификация машин для статических испытаний в*

*условия одноосного нагружения. Часть 1. Машины для испытания на растяжение/сжатие. Верификация и калибровка силоизмерительных систем*

ISO 9513:1999, *Материалы металлические. Калибровка экстензометров, используемых в одноосных испытаниях*

ISO 16012, *Пластмассы. Определение линейных размеров образцов*

ISO 20753, *Пластмассы. Образцы для испытаний*

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

### 3 Термины и определения

В настоящем документе применяются следующие термины и определения.

#### 3.1

**расчетная длина**  
**gauge length**

$L_0$

первоначальное расстояние между контрольными метками на средней части испытываемого образца

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Выражается в миллиметрах (мм).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Значения расчетной длины, которые указаны для типов образцов в различных частях ISO 527, представляют соответствующую максимальную расчетную длину.

#### 3.2

**толщина**  
**thickness**  
 $h$

меньший первоначальный размер прямоугольного сечения центральной части испытываемого образца

ПРИМЕЧАНИЕ Выражается в миллиметрах (мм).

#### 3.3

**ширина**  
**width**

$b$

большой первоначальный размер прямоугольного сечения центральной части испытываемого образца

ПРИМЕЧАНИЕ Выражается в миллиметрах (мм).

#### 3.4

**(поперечное) сечение**  
**cross-section**

$A$

произведение первоначальных ширины и толщины,  $A = bh$ , испытываемого образца.

ПРИМЕЧАНИЕ Выражается в миллиметрах квадратных ( $\text{мм}^2$ ).

#### 3.5

**скорость испытания**  
**test speed**

$v$

скорость раздвижения зажимных губок (или захватов) испытательной машины

ПРИМЕЧАНИЕ Выражается в миллиметрах в минуту (мм/мин).

### 3.6

#### **(растягивающая) нагрузка (растягивающее) напряжение stress**

$\sigma$

нормальная (растягивающая) нагрузка на единицу площади первоначального поперечного сечения образца в пределах его расчетной длины

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Выражается в мегапаскалях (МПа).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Чтобы отличить ее от истинного растягивающего напряжения, отнесенного к фактическому поперечному сечению образца, это напряжение часто называют “техническим напряжением”.

#### 3.6.1

#### **напряжение пластического течения (растягивающая) нагрузка при пределе текучести stress at yield**

$\sigma_y$

нагрузка при пределе текучести

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Выражается в мегапаскалях (МПа).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Это напряжение может быть меньше максимального достижимого напряжения (см. Рисунок 1, кривые b и c).

#### 3.6.2

#### **прочность (при растяжении) strength**

$\sigma_m$

напряжение при первом максимуме, наблюдаемое в испытании на растяжение

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Выражается в мегапаскалях (МПа).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Это также может быть напряжение, при котором образец течет или разрушается (см. Рисунок 1).

#### 3.6.3

#### **напряжение при относительном удлинении (деформации) $x$ % stress at $x$ %**

$\sigma_x$

напряжение, при котором деформация достигает установленного значения  $x$ , выраженного в процентах

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Выражается в мегапаскалях (МПа).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Напряжение при деформации  $x$  % может, например, использоваться, если кривая зависимости напряжение-деформация (нагрузка-удлинение) не выявляет предел текучести (см. Рисунок 1, кривую d).

#### 3.6.4

#### **напряжение при разрыве разрушающая нагрузка при растяжении stress at break**

$\sigma_b$

напряжение, при котором образец разрушается

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Выражается в мегапаскалях (МПа).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Это самое высокое значение напряжения на кривой напряжение-деформация непосредственно

перед разделением образца, т.е. перед падением нагрузки, вызываемым возникновением трещины.

**3.7**  
**деформация (растяжения)**  
**относительное удлинение**  
**strain**

$\varepsilon$   
увеличение длины на единицу первоначальной расчетной длины

ПРИМЕЧАНИЕ Выражается в форме безразмерного отношения или в процентах (%).

**3.7.1**  
**относительное удлинение (деформация) при пределе текучести**  
**деформация текучести**  
**strain at yield**  
**yield strain**

$\varepsilon_y$   
первое появление в испытании на растяжение увеличения деформации без увеличения напряжения

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Выражается в форме безразмерного отношения или в процентах (%).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 См. Рисунок 1, кривые b и c.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 См. Приложение А (информативное) в отношении определения деформации текучести при испытаниях на машине с компьютерным управлением.

**3.7.2**  
**относительное удлинение (деформация растяжения) при разрыве**  
**strain at break**

$\varepsilon_D$   
деформация в последней точке регистрации данных до того, как напряжение уменьшится или станет равным 10 % от прочности, если разрыв происходит до проявления текучести

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Выражается в форме безразмерного отношения или в процентах (%).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 См. Рисунок 1, кривые a и d.

**3.7.3**  
**относительное удлинение (деформация растяжения) при пределе прочности на растяжение**  
**strain at strength**

$\varepsilon_m$   
деформация, при которой достигается предел прочности на растяжение

ПРИМЕЧАНИЕ Выражается в форме безразмерного отношения или в процентах (%).

**3.8**  
**номинальное относительное удлинение (деформация растяжения)**  
**nominal strain**

$\varepsilon_l$   
перемещение ползуна, деленное на расстояние между захватами

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Выражается в форме безразмерного отношения или в процентах (%).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Используется для относительных удлинений, превышающих удлинение при пределе текучести (см. 3.7.1) или при использовании экстензометров.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Это удлинение можно рассчитать на основе перемещения ползуна с момента начала испытания или на основе приращения перемещения ползуна после удлинения при пределе текучести, если последнее определяют с помощью экстензомера (предпочтительно для многоцелевых образцов).



**3.8.1****номинальное относительное удлинение (деформация растяжения) при разрыве  
nominal strain at break** $\varepsilon_{tb}$ 

номинальное относительное удлинение в последней точке регистрации данных, прежде чем напряжение уменьшится до значения меньшего или равного 10 % от прочности, если разрыв происходит после проявления текучести

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Выражается в форме безразмерного отношения или в процентах (%).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 См. Рисунок 1, кривые b и c.

**3.9****модуль (упругости)  
modulus** $E_t$ 

наклон кривой нагрузка/удлинение (напряжение/деформация)  $\sigma(\varepsilon)$  в интервале напряжений между  $\varepsilon_1 = 0,05\%$  и  $\varepsilon_2 = 0,25\%$

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Выражается в мегапаскалях (МПа).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Модуль можно рассчитать либо как модуль хорды, либо как наклон линейной регрессии по методу наименьших квадратов в данном интервале (см. Рисунок 1, кривая d).

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Это определение не применимо к пленкам.

**3.10****коэффициент Пуассона  
Poisson's ratio** $\mu$ 

отрицательное отношение приращения деформации растяжения  $\Delta\varepsilon_n$  по одной из двух осей, перпендикулярно направлению растяжения, к соответствующему приращению деформации растяжения  $\Delta\varepsilon_l$  в направлении растяжения, в пределах линейной части кривой зависимости продольной деформации от поперечной

ПРИМЕЧАНИЕ Выражается в форме безразмерного отношения.

**3.11****расстояние между захватами  
gripping distance** $L$ 

первоначальная длина части образца между захватами

ПРИМЕЧАНИЕ Выражается в миллиметрах (мм).

**3.12****жесткая пластмасса  
rigid plastic**

пластмасса, которая имеет модуль упругости при изгибе (или, если это неприменимо, при растяжении) выше 700 МПа при заданных условиях

**3.13****полужесткая пластмасса  
semi-rigid plastic**

пластмасса, которая имеет модуль упругости при изгибе (или, если это неприменимо, при растяжении) между 70 МПа и 700 МПа при заданных условиях

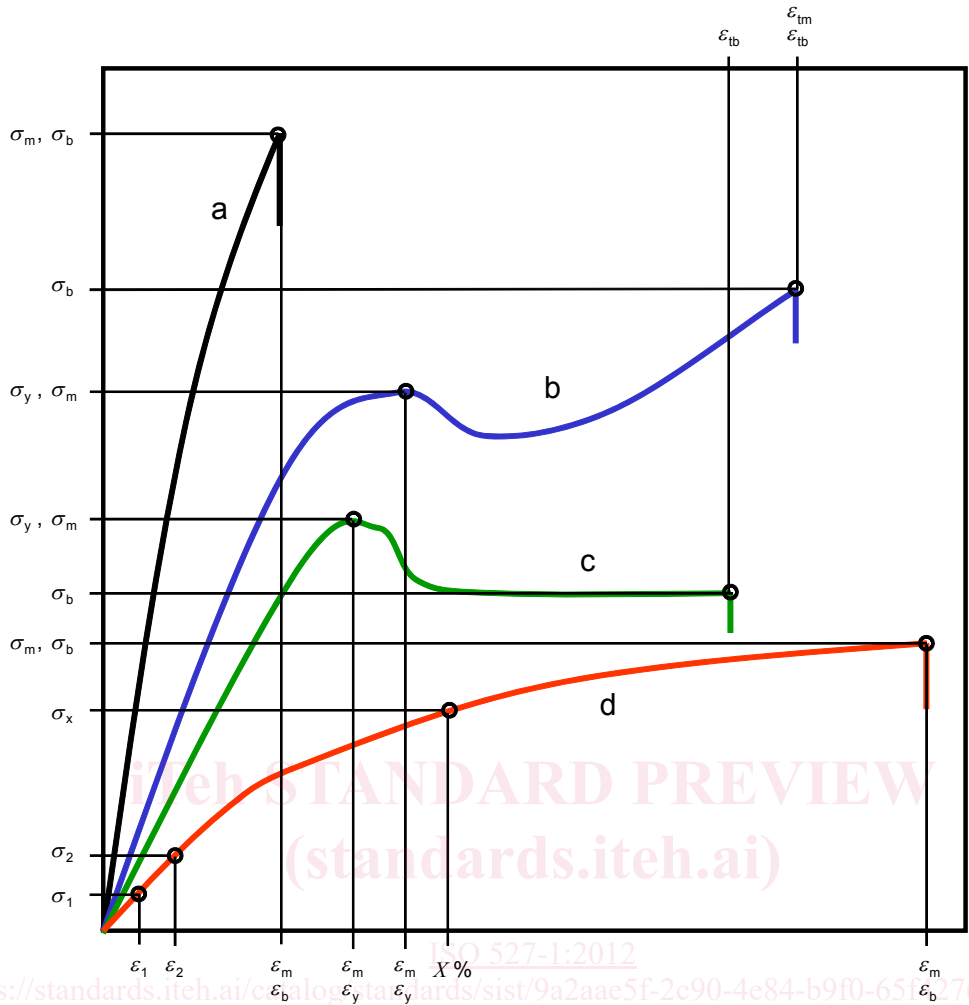


Рисунок 1 – Типичные кривые напряжение/деформация (нагрузка/ удлинение)

ПРИМЕЧАНИЕ Кривая (а) представляет хрупкий материал, разрушающийся без проявления текучести при низких деформациях. Кривая (d) представляет мягкий резиноподобный материал, разрывающийся при больших нагрузках (> 50 %).

## 4 Принцип и методы

### 4.1 Принцип

Образец для испытания растягивают вдоль его главной продольной оси с постоянной скоростью, пока образец не разрушится или пока напряжение (нагрузка) или деформация (удлинение) не достигнет некоторого заранее определенного значения. В процессе растягивания измеряют нагрузку, выдерживаемую образцом, и удлинение.

### 4.2 Метод

4.2.1 Описанные методы применяются с использованием образцов, которые могут быть либо сформованы по выбранным размерам, либо получены посредством механической обработки, либо вырезаны, либо вырублены из готовых изделий или полуфабрикатов, таких как литые изделия, слоистые материалы, пленки или лист, полученный литьем или экструзией. Типы испытываемых образцов и их подготовка описаны в соответствующих частях ISO 527 на различные материалы. В некоторых случаях можно использовать многоцелевые образцы. Многоцелевые и уменьшенные образцы описаны в ISO 20753.

**4.2.2** В описанных методах устанавливаются предпочтительные размеры для испытываемых образцов. Испытания, которые выполняются на образцах различных размеров или на образцах, которые готовили в разных условиях, могут давать результаты, которые не согласуются. Другие факторы, такие как скорость испытания и кондиционирование образцов, могут также повлиять на результаты. Следовательно, если требуются сопоставимые данные, указанные факторы необходимо строго контролировать и регистрировать.

## 5 Аппаратура

### 5.1 Испытательная машина

#### 5.1.1 Общие положения

Испытательная машина должна соответствовать ISO 7500-1 и ISO 9513, и выполнять требования, приведенные в 5.1.2 – 5.1.6, а именно.

#### 5.1.2 Скорость испытания

Разрывная машина должна обеспечивать скорость испытания в соответствии с Таблицей 1.

**Таблица 1 — Рекомендованные скорости испытания**

Скорость испытания $v$ мм/мин	Допуск %
0,125	±20
0,25	
0,5	
1	
2	
5	
10	
20	±10
50	
100	
200	
300	
500	

#### 5.1.3 Захваты

Захваты для удерживания образца должны быть присоединены к машине таким образом, чтобы главная ось образца совпадала с направлением растяжения по осевой линии захватов в сборе. Образец необходимо закрепить таким образом, чтобы предотвратить скольжение относительно губок захватов. Система захватов не должна стать причиной преждевременного разрушения образца у губок захвата или проскальзывания образца в захватах.

Для определения модуля упругости при растяжении важно, чтобы скорость удлинения была постоянной и не изменялась, например, за счет движения захватов. Это особенно важно, если используют захваты с клиновым зажимом.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Для предварительного нагружения, которое может потребоваться, чтобы получить правильное выравнивание (см. 9.3) и посадку образца и избежать изгиба кривой удлинение/нагрузка, соответствующего малым приращениям функции при начальных значениях аргумента, см. 9.4.

#### 5.1.4 Индикатор силы

Система измерения силы должна соответствовать классу 1 в соответствии с ISO 7500-1:2004.

#### 5.1.5 Индикатор деформации

##### 5.1.5.1 Экстензометры

Экстензометры контактного типа должны соответствовать ISO 9513:1999, класс 1. Точность, соответствующая этому классу, должна достигаться в диапазоне деформаций, в котором производятся измерения. Экстензометры других типов также можно применять, при условии выполнения таких же требований к точности.

Экстензометр должен обеспечивать определение изменения расчетной длины образца в любой момент испытания. Желательно, но не обязательно, чтобы прибор автоматически регистрировал это изменение. Прибор не должен иметь инерционного запаздывания при установленной скорости испытания.

Для точного определения модуля упругости при растяжении  $E_t$ , должен использоваться прибор, обеспечивающий измерение изменения расчетной длины с точностью до 1 % от соответствующего значения или более высокой точностью. При использовании образцов типа 1A, это соответствует требованию абсолютной точности  $\pm 1,5$  мкм, для расчетной длины 75 мм. Для меньших расчетных длин требования к точности другие, см. Рисунок 2.

**ПРИМЕЧАНИЕ** В зависимости от используемой расчетной длины, требование к точности, составляющее 1 %, переводится в различные значения абсолютной точности для определения удлинения в пределах расчетной длины. Для образцов малого размера таких высоких значений точности можно не достичь за неимением подходящих экстензометров (см. Рисунок 2).

Традиционно используемые оптические экстензометры записывают деформацию, снятую на одной из более широких поверхностей образца: В случае такого одностороннего метода определения деформации, необходимо обеспечить, чтобы низкие деформации не искажались изгибанием, которое может произойти даже при незначительном несовпадении осей и первоначальном искривлении образца, в результате чего генерируются разности деформаций между противоположными поверхностями образца. Рекомендуется использовать методы измерения деформации, которые усредняют деформации на противоположных поверхностях образца. Это относится к определению модуля, и в меньшей степени к измерению значительных деформаций.

##### 5.1.5.2 Тензодатчики

Образцы можно также оснастить тензодатчиками, точность которых должна составлять 1 % от соответствующего значения или выше. Это соответствует точности измерения деформации  $20 \times 10^{-6}$  (20 микродеформаций) для измерения модуля упругости. Датчики, отделку поверхности и клей следует выбирать так, чтобы не искажать соответствующие характеристики рассматриваемого материала.

#### 5.1.6 Регистрация данных

##### 5.1.6.1 Общие положения

Частота сбора данных, необходимая для регистрации данных (сила (нагрузка), деформация, удлинение), должна быть достаточно высокой, чтобы удовлетворить требования к точности.

##### 5.1.6.2 Регистрация данных по деформации

Частота сбора данных для регистрации данных по деформации зависит от