

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ
И МЕТРОЛОГИИ (РОССТАНДАРТ)

ФГУП «РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ИНФОРМАЦИИ
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И ОЦЕНКЕ СООТВЕТСТВИЯ»
(ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»)

Рег. № 9129

**Стандартные методы испытания вулканизированного каучука
и термопластичных эластомеров.**

Определение механических свойств при растяжении

Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers – Tension

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО

Федеральное агентство по
техническому регулированию
и метрологии

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

Номер регистрации: **9129/ASTM D**

Дата регистрации: **16.02.2017**

Обозначение стандарта

ASTM D412-15a на русском языке

Организация: ПК 6 ТК 160

Переводчик: ПК 6 ТК 160

Редактор: ПК 6 ТК 160

Кол-во стр. перевода: 20

Дата сдачи перевода: 14.02.2017

**Перевод аутентичен
оригиналу**

**Москва
2017 г.**



Стандартные методы испытания вулканизированного каучука и термопластичных эластомеров – Определение механических свойств при растяжении ¹

Настоящий стандарт издаётся под постоянным номером D412. Число, следующее за номером, указывает год первоначального принятия или, если стандарт пересматривался, год последнего пересмотра. Число в скобках обозначает год последнего повторного утверждения. Наличие буквы “эпсилон” (ϵ) свидетельствует о редакционном изменении после последнего пересмотра или утверждения.

Настоящий стандарт утверждён для использования учреждениями Министерства обороны США.

1 Область применения

1.1 Данные методы испытаний распространяются на определение механических свойств вулканизированных термоотверждающихся каучуков и термопластичных эластомеров при растяжении. Данные методы не применимы для испытания эбонита и других подобных твёрдых материалов с малой растяжимостью. Описаны нижеуказанные методы:

Метод испытания А – Образцы в виде гантели и прямые образцы

Метод испытания В – Нарезанные кольцевые образцы.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Результаты испытаний, полученные по этим двум разным методам, не идентичны.

1.2 Значения, указанные в единицах Международной системы единиц (SI) или в других единицах измерения, следует рассматривать индивидуально как нормативные для данного стандарта. Показатели, выраженные в единицах каждой из этих систем, могут не быть равнозначными. По этой причине каждая система должна применяться независимо от другой без какого-либо комбинирования значений.

1.3 *Настоящий стандарт не имеет цели рассмотрения всех вопросов безопасности, связанных с его применением, если таковые имеются. Пользователь настоящего стандарта до его применения должен установить надлежащие меры обеспечения безопасности и охраны труда, а также определить применимость нормативных ограничений.*

2 Нормативные ссылки

2.1 Стандарты ASTM: ²

D1349	Методика для резин – Стандартные температуры при проведении испытаний
D1566	Терминология в области производства резины
D3182	Стандартная методика для резины – Материалы, оборудование и процедуры приготовления стандартных резиновых смесей и стандартных вулканизированных листов
D3183	Стандартная методика для резины – Приготовление из изделий заготовок для проведения испытаний
D3767	Стандартная методика для резины – Определение размеров испытываемых резиновых изделий и образцов
D4483	Методика определения прецизионности стандартных испытаний в резиновой промышленности и в промышленности технического углерода
E4	Методика проверки нагрузки в машинах для испытаний

¹ Данные методы испытаний находятся в ведении Комитета D11 по резине Американского общества по испытаниям и материалам (ASTM) и непосредственном ведении Подкомитета D11.10 по оценке физико-механических свойств.

Настоящее издание утверждено 1 декабря 2015 года. Опубликовано в январе 2016. Первоначально стандарт был утверждён в 1935 году. Последнее предыдущее издание было утверждено в 2015 году под номером D412-15. Буквенно-цифровой идентификатор стандарта (DOI): 10.1520/D0412-15A.

² Стандарты ASTM, на которые дана ссылка, можно запросить на Web-сайте ASTM (www.astm.org) или через службу оказания услуг потребителям (service@astm.org). Номера томов Ежегодника стандартов ASTM указаны на странице сводных данных по этим стандартам на Web-сайте ASTM.

2.2 Приложение к ASTM:

Нарезанные кольцевые образцы, метод В (D412) ³



2.3 Стандарты ISO:
ISO 37 Определение механических свойств вулканизованного и термопластичного каучуков при растяжении⁴

3 Терминология

3.1 Определения:

3.1.1 *Остаточное удлинение* – удлинение, сохраняющееся после того, как образец был растянут, а затем возвращён в исходное состояние по специальной методике, и выраженное в процентах от исходной длины. (D1566)

3.1.2 *Остаточное удлинение при разрыве* – остаточное удлинение, измеряемое путём стыковки в месте разрыва двух частей разорванного образца, изготовленного в виде гантели.

3.1.3 *Предел прочности при растяжении* – максимальное растягивающее напряжение, прилагаемое при растяжении образца вплоть до разрыва. (D1566)

3.1.4 *Растягивающее напряжение* – усилие, прилагаемое к образцу для его растяжения. (D1566)

3.1.5 *Растягивающее напряжение при заданном удлинении* – усилие, необходимое для растяжения испытываемого образца с постоянным поперечным сечением до заданной величины. (D1566)

3.1.6 *Термопластичные эластомеры* – разнотипная группа каучукоподобных материалов, которые в отличие от обычных вулканизованных каучуков можно подвергать переработке и повторному формованию подобно термопластичным материалам.

3.1.7 *Относительное удлинение при разрыве* – удлинение, при котором в процессе длительного действия растягивающего напряжения происходит разрыв образца.

3.1.8 *Предел текучести* – точка на кривой “напряжение-деформация” незадолго до окончательного разрыва, в которой степень напряжения относительно деформации проходит через нулевое значение и может стать отрицательной. (D1566)

3.1.9 *Относительная деформация на пределе текучести* – уровень деформирования на пределе текучести. (D1566)

3.1.10 *Напряжение пластического течения* – уровень напряжения на пределе текучести. (D1566)

4 Сущность метода испытания

4.1 Определение механических свойств резины при растяжении включает приготовление заготовок из испытываемого материала с последующим вырезанием и испытанием образцов. Образцы могут быть в форме гантелей, колец или прямых кусков с постоянным поперечным сечением.

4.2 Измерения растягивающего напряжения, растягивающего напряжения при заданном удлинении, предела прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве проводят на образцах, не подвергавшихся предварительному напряжению. Растягивающее напряжение, предел текучести и предел прочности при растяжении определяют на основе исходной площади постоянного поперечного сечения образца.

4.3 Остаточное удлинение измеряют после того, как образец, не подвергавшийся предварительному напряжению, был удлинён и затем возвращён в исходное состояние по специальной методике. Описано также измерение остаточного удлинения при разрыве.

³ Подробные чертежи можно получить в штаб-квартире ASTM (100 Barr Harbor Drive, Conshohocken, PA 19428). Заказать приложение № ADJD0412.

⁴ Можно заказать в Американском национальном институте стандартов (American National Standards Institute) (ANSI), 25 W. 43rd St., 4th Floor, New York, NY 10036.

5 Назначение и применение



ASTM D412 – 15a

5.1 Все материалы и продукты, на которые распространяются данные методы испытания, должны выдерживать растягивающие усилия для выполнения своего предназначения в определённых областях применения. Настоящий метод испытания даёт возможность провести оценку механических свойств изделия при растяжении. Однако прямая зависимость между одними механическими свойствами при растяжении и функционированием изделия при целевом применении может отсутствовать из-за широкого спектра потенциальных требований к рабочим характеристикам в реальных условиях эксплуатации.

5.2 Механические свойства при растяжении зависят от типа материала и условий проведения испытания (скорости растяжения, температуры, влажности, формы образца, приведения образца в надлежащее состояние перед испытанием и т. п.). В связи с этим материалы следует сравнивать, только проводя испытания в одних и тех же условиях.

5.3 Поскольку температура и скорость растяжения могут оказывать значительное влияние на механические свойства при растяжении, эти условия проведения испытания необходимо контролировать. Влияние температуры и скорости растяжения изменяется в зависимости от типа испытываемого материала.

5.4 Остаточное удлинение представляет собой остаточную деформацию, которая частично необратима, а частично обратима после растяжения и восстановления. По этой причине периоды растяжения и восстановления и другие условия испытаний необходимо контролировать для получения сравнимых результатов.

6 Аппаратура

6.1 *Машина для испытаний* – Испытания на растяжение проводят на машине с механическим приводом, устроенной таким образом, чтобы обеспечить разведение захватов с равномерной скоростью 500 мм/мин \pm 50 мм/мин (20 дюймов/мин \pm 2 дюйма/мин) на расстояние не менее 750 мм (30 дюймов) (ПРИМЕЧАНИЕ 2). Для измерения прилагаемой силы с точностью до \pm 2 % машина для испытаний должна быть оборудована и подходящим динамометром и индикаторным либо регистрирующим устройством. Если пределы нагрузки при проведении какого-либо испытания не могут быть изменены (как в случае применения маятникового динамометра), то прилагаемое разрывающее усилие измеряют с точностью до \pm 2 % от верхнего предела измерения, а наименьшее растягивающее усилие – с точностью до 10 %. Если используют динамометр компенсирующего типа для непосредственного измерения растягивающего напряжения, предусматривают средства для введения поправки на площадь поперечного сечения образца. Срабатывание регистрирующего прибора должно быть достаточно быстрым, чтобы измерение прилагаемого усилия происходило с требуемой точностью при растяжении образца до разрыва. Если машина для испытаний не снабжена регистрирующим прибором, следует предусмотреть устройство, которое после разрыва образца показывало бы максимальную силу, приложенную при растяжении. Машина должна быть рассчитана на проведение измерения удлинения испытываемого образца с минимальными приращениями 10 %.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Можно проводить испытания при скорости разведения захватов 1000 мм/мин \pm 100 мм/мин (40 дюймов/мин \pm 4 дюйма/мин), указывая эту скорость в протоколе. В спорных случаях необходимо провести повторное испытание со скоростью разведения захватов 500 мм/мин \pm 50 мм/мин (20 дюймов/мин \pm 2 дюйма/мин).

6.2 *Камера для испытаний при повышенных и низких температурах* – Камера для испытаний должна соответствовать нижеуказанным требованиям:

6.2.1 Воздух должен циркулировать в камере со скоростью 1 м/с – 2 м/с (3,36 футов/с – 6,6 футов/с) в месте размещения зажимов/шпинделей и образцов, температуру которых поддерживают в пределах 2 °C (3,6 °F) от заданной величины.

6.2.2 Калиброванный датчик надлежит установить около зажимов или шпинделей для измерения фактической температуры.

6.2.3 Камера должна иметь выход в вытяжную систему или в атмосферу для удаления отходящих газов, выделяющихся при высоких температурах.

6.2.4 Следует предусмотреть средства для подвешивания образцов в вертикальном положении около зажимов/шпинделей с целью их кондиционирования перед испытанием. Образцы не должны касаться друг друга и стенок камеры. Допускается только кратковременный контакт образцов под действием циркулирующего воздуха.

6.2.5 Рекомендуют использовать быстродействующие зажимы, пригодные для работы при высокой и низкой температуре и обеспечивающие быстрое размещение образцов в форме гантелей или прямых образцов, чтобы свести до минимума изменения температуры в камере.



ASTM D412 – 15a

6.2.6 Динамометр должен быть пригодным для применения при температуре испытания. В противном случае его защищают от воздействия температуры, существующей в камере.

6.2.7 Следует предусмотреть средство для измерения относительного удлинения образцов в камере. Если расстояние между контрольными отметками измеряют линейкой, её устанавливают параллельно и близко к траектории движения зажимов при растяжении образцов. Контроль выполняют извне камеры.

6.3 *Микрометр со шкалой* – Микрометр со шкалой должен соответствовать требованиям методики стандарта D3767 (метод испытания А). Применение микрометра со шкалой в случае кольцевых образцов описано в п. 14.10 данного стандарта.

6.4 *Устройство для определения остаточного удлинения* – Пригодна машина для испытания, описанная в 6.1, и аппарат, подобный устройству, показанному на Рисунке 1. Необходим секундомер или любой другой подходящий таймер для измерения интервалов времени в минутах в течение не менее 30 мин. Остаточное удлинение измеряют линейкой или аналогичным приспособлением с точностью до 1 %.

7 Выбор образцов для испытания

7.1 При выборе образцов для испытания учитывают нижеописанные факторы.

7.1.1 Поскольку анизотропия или направленность волокон, создаваемая под действием текучести, возникающего в процессе приготовления и вулканизации смесей, может влиять на механические свойства при растяжении, образцы в форме гантелей и прямые образцы вырезают таким образом, чтобы продольное направление образца было параллельно направлению волокон, если оно известно. Для кольцевых образцов обычно получают средние значения показателей механических свойств в условиях растяжения по направлению волокон и поперёк них.

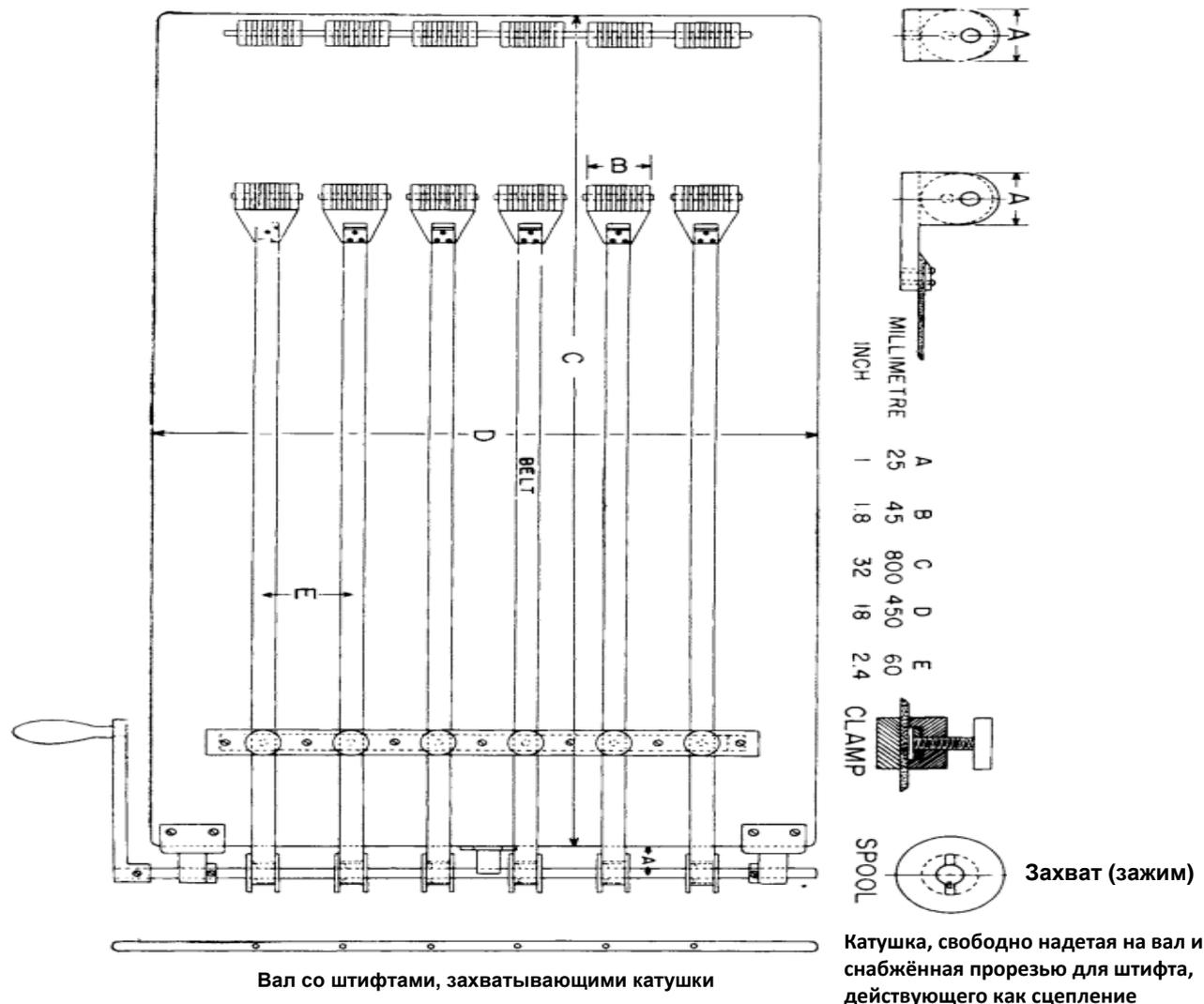


Рисунок 1 – Устройство для определения остаточного удлинения



7.1.2 В отсутствии других указаний образцы термопластичного каучука или эластотермопласта, либо те и другие, вырезают из литых под давлением листов или дисков толщиной $3,0 \text{ мм} \pm 0,3 \text{ мм}$. При испытании образцов другой толщины можно не получить сопоставимые результаты. Образцы испытывают параллельно и перпендикулярно направлению потока в форме. Размеры листа или диска должны быть достаточными для проведения таких испытаний.

7.1.3 Кольцевые образцы позволяют измерять удлинение по разведению зажимов, но удлинение по радиальной ширине таких образцов неравномерное. Для ослабления этого эффекта ширина кольцевых образцов должна быть небольшой по сравнению с диаметром.

7.1.4 Прямые образцы часто разрушаются в зажимах во время обычных испытаний на разрывное напряжение. Их применяют только в тех случаях, когда нет возможности приготовить образцы другого типа. Прямые образцы вполне пригодны для определения модуля материала и механических свойств в условиях неразрывного напряжения.

7.1.5 Выбор размера образца зависит от типа испытываемого материала, испытательного оборудования и куска материала, предназначенного для испытания. Более длинные образцы рекомендуют использовать при испытании резин с малым относительным удлинением при разрыве для повышения точности результатов измерения.

8 Калибровка машины для испытания

8.1 Машину для испытания калибруют в соответствии с процедурой А методики стандарта E4. Если используют динамометр тензометрического типа, машину калибруют на одну силу или более сверх того, что требуется в Разделах 7 и 18 методики стандарта E4. Машины с маятниковым динамометром можно калибровать, как описано ниже.

8.1.1 Помещают один конец образца в форме гантели в верхний захват (зажим) машины для испытания.

8.1.2 Извлекают нижний захват из машины и крепят его к образцу, находящемуся в верхнем захвате, с помощью зажимного устройства.

8.1.3 К нижнему захвату крепят крюк для груза.

8.1.4 Подвешивают груз известной массы на крюк нижнего захвата таким образом, чтобы всё сооружение могло временно опереться на рамку или держатель нижнего захвата (ПРИМЕЧАНИЕ 3).

8.1.5 Запускают двигатель или механизм, раздвигающий захваты, как при обычном испытании. Двигатель или механизм должны действовать до тех пор, пока груз не окажется свободно висющим на образце в верхнем захвате.

8.1.6 Если шкала (круговая или линейная) не показывает приложения силы (или эквивалентного ей напряжения в случае применения прибора компенсирующего типа) в пределах указанного допуска, тщательно проверяют машину с целью определения возможной неисправности (например, избыточного трения в подшипниках и в других подвижных частях). Массу нижнего захвата и крюка включают в калибровочную массу.

8.1.7 Устранив избыточное трение и другие неисправности, машину калибруют повторно не менее чем по трём точкам, используя грузы известной массы для создания растягивающего усилия, составляющего 10 %, 20 % и 50 % от нагрузочной способности. Если в процессе типовых испытаний применяют храповики и защёлки, их используют в процедуре калибровки. Наличие трения в головке проверяют путём проведения калибровки при поднятых защёлках.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Рекомендуют предусмотреть средство, предотвращающее падение груза в случае разрыва гантели.

8.2 Приближённую калибровку прибора можно быстро выполнить с помощью пружинного калибровочного устройства.

9 Температура при испытании

9.1 В отсутствии других указаний стандартная температура при испытании должна быть $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ($73,4 \text{ }^\circ\text{F} \pm 3,6 \text{ }^\circ\text{F}$). Когда температура при испытании составляет $23 \text{ }^\circ\text{C}$, образцы кондиционируют не менее 3 ч. В случае воздействия влаги на материал, относительную влажность поддерживают на уровне $50 \% \pm 5 \%$ и кондиционируют образцы перед испытанием не менее 24 ч. Если необходимо провести испытание при любой другой температуре, используют одну из температур, указанных в стандарте D1349.



ASTM D412 – 15a

9.2 Если испытание проводят при температуре выше 23 °C (73,4 °F), образцы для метода А нагревают в течение 10 мин ± 2 мин, а образцы для метода В – в течение 6 мин ± 2 мин. До испытания каждый образец помещают в испытательную камеру через определённый промежуток времени, чтобы все образцы данной серии пробыли в камере равное время. Время нагрева при повышенной температуре должно быть ограничено во избежание дополнительной вулканизации или теплового старения.

9.3 Образцы, испытываемые при температуре ниже 23 °C (73,4 °F), кондиционируют до испытания не менее 10 мин.

Метод испытания А – Образцы в виде гантели и прямые образцы

10 Аппаратура

10.1 *Штамп* – Форма и размеры штампа для приготовления образцов в виде гантелей должны соответствовать Рисунку 2. Внутренние поверхности в области малого сечения должны быть перпендикулярны относительно плоскости, образуемой режущими краями, и отшлифованы на расстояние не менее 5 мм (0,2 дюйма) от режущего края. Штамп должен быть острым и не иметь зазубрин (ПРИМЕЧАНИЕ 4).

ПРИМЕЧАНИЕ 4 – Состояние штампа можно определить, осмотрев точки разрыва любой серии разорванных образцов. Разорванные образцы извлекают из захватов испытательной машины, складывают в стопку и отмечают наличие или отсутствие тенденции к разрыву на одном и том же участке. Разрывы, происходящие на одном и том же месте, указывают на то, что штамп в этой точке либо затупился, либо погнулся, или имеет зазубрины.

10.2 *Маркировочное устройство* – Две отметки на испытываемом образце, используемые для измерения относительного удлинения или деформации, называются контрольными отметками (ПРИМЕЧАНИЕ 5). Маркировочное устройство состоит из опорной плиты с двумя приподнятыми параллельными выступами. Поверхности выступов, параллельные плоскости опорной пластины, должны быть отшлифованы в одной и той же плоскости. Ширина маркировочных поверхностей приподнятых выступов должна быть в пределах от 0,05 мм до 0,08 мм (0,002 дюйма и 0,002 дюйма), а длина – не менее 15 мм (0,6 дюйма). Углы между параллельными маркировочными поверхностями и боковыми поверхностями выступов должны быть не менее 75°. Расстояние между центрами двух параллельных выступов или маркировочных поверхностей должно отличаться от расстояния, на котором делают контрольные отметки, не более чем на 1 %. Устройство обычно снабжено рукояткой, которая крепится к задней или верхней части опорной пластины.

ПРИМЕЧАНИЕ 5 – Если для измерения относительного удлинения используют контактный экстензометр, контрольные отметки не нужны.

10.3 *Аппликатор* – Аппликатор, представляющий собой плоскую твёрдую пластину (твёрдое дерево, металл или пластмасса), надлежит использовать для нанесения краски или порошка на маркировочное устройство. Краска или порошок контрастного цвета по сравнению с цветом образца должны держаться на образце, не оказывая на него отрицательное воздействие.

10.4 *Захваты* – Машина для испытаний должны иметь два захвата, один из которых соединён с динамометром.

10.4.1 Захваты для испытания образцов в форме гантелей должны сжиматься автоматически и оказывать равномерное давление на зажимаемые поверхности, увеличивающееся по мере роста натяжения, что предотвращает смещение образца и содействует его разрыву в прямой узкой части. Пригодны также пневматические захваты с постоянным давлением. Рекомендуют использовать захваты с приспособлениями для регулирования положения образцов. Такие приспособления дают возможность устанавливать образцы в захваты на одинаковую глубину и ориентировать их по направлению натяжения.

10.4.2 Захваты для испытания прямых образцов должны быть пневматическими с оказанием постоянного давления. Они могут быть клиновыми или вильчатыми, сконструированными таким образом, чтобы усилие захвата распределялось по всей ширине образца.

11 Образцы

11.1 *Образцы в форме гантели* – Готовят пять образцов для испытания.



ASTM D412 – 15a

11.1.1 Испытываемые образцы, по возможности, должны быть получены путём литья под давлением, или вырезаны из плоского листа толщиной не менее 1,3 мм (0,05 дюйма), но не более 3,3 мм (0,13 дюйма) и размером, который позволяет вырезать образец по одному из стандартных методов (см. Рисунок 2). Процесс изготовления образцов из термопластичного каучука или эластотермопласта описан в 7.1.

11.1.1.1 Листы могут быть приготовлены непосредственно в ходе обработки смеси или из готовых изделий путём резки и шлифовки. Куски резины для вырезания образцов готовят из изделий в соответствии с методикой стандарта D3183. Такие куски должны иметь гладкую поверхность и не содержать слоёв ткани и т.д.

11.1.2 Предпочтительным методом изготовления образцов является метод компрессионного формования. Пресс-форма должна иметь полости (гнезда) в соответствии с конфигурацией, описанной в 8.2.2 методики стандарта D3182.

11.1.2.2 Образцы могут быть вырезаны из отлитых кусков, применяя штамп С, показанный на Рисунке 2, в отсутствии других указаний для приготовления образцов. Образцы режут одним движением штампа для получения гладких поверхностей. Штамп приводят в действие вручную или механически.

11.1.3 В отсутствии других указаний все образцы готовят таким образом, чтобы продольная часть образца была параллельна направлению волокон. Анизотропия или направленность волокон описаны в 7.1.1.

11.1.4 По альтернативному методу образцы в форме гантелей изготавливают непосредственно литьем под давлением в форме штампа, как показано на Рисунке 2. Глубина полостей и конфигурация пресс-формы указаны в 8.2 методики стандарта D3182.

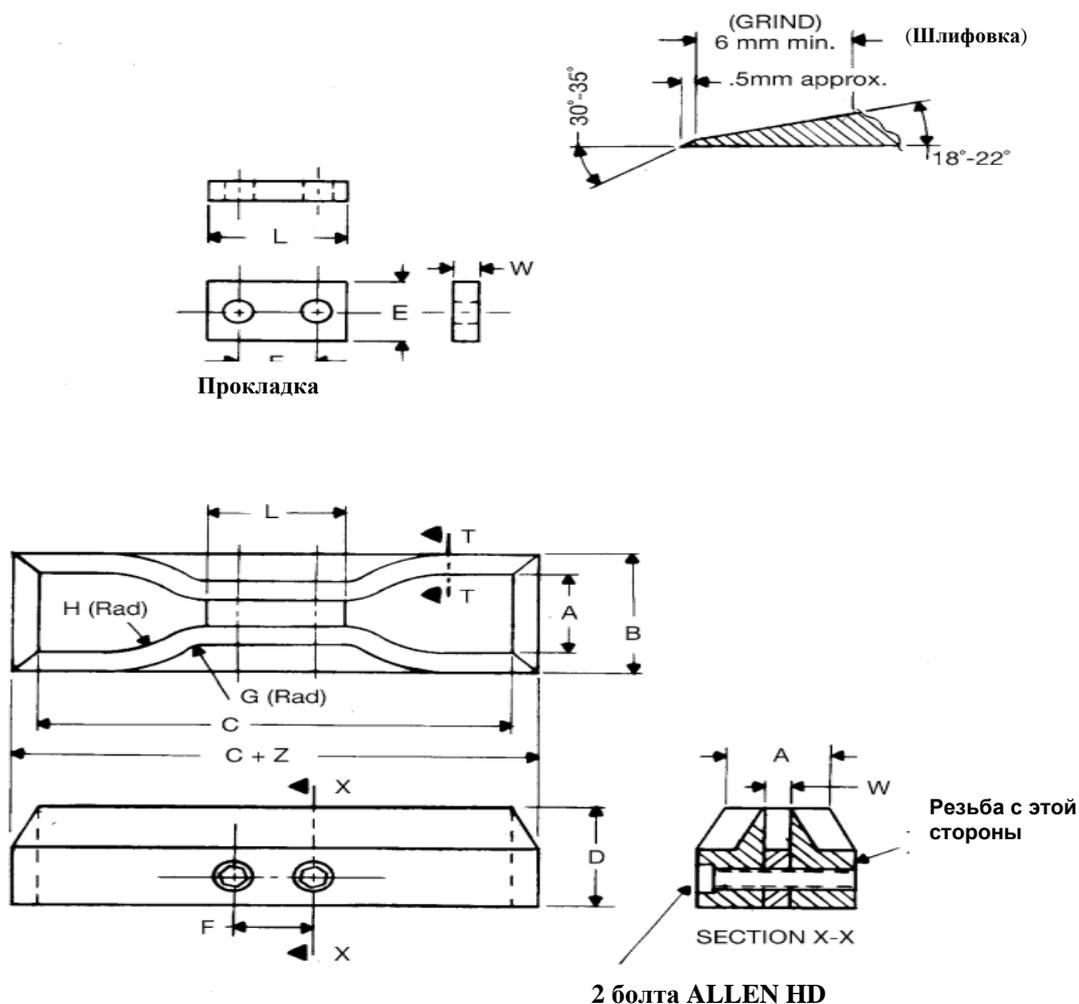


Рисунок 2 – Стандартные штампы для вырезания образцов в виде гантели



ASTM D412 – 15a

Размеры стандартных штампов для вырезания образцов в форме гантели^A (метрические единицы)

Размер	Единицы измерения	Допустимое отклонение	Штамп А	Штамп В	Штамп С	Штамп D	Штамп E	Штамп F
A	мм	± 1	25	25	25	16	16	16
B	мм	макс.	40	40	40	30	30	30
C	мм	мин.	140	140	115	100	125	125
D	мм	± 6 ^B	32	32	32	32	32	32
D-E	мм	± 1	13	13	13	13	13	13
F	мм	± 2	38	38	19	19	38	38
G	мм	± 1	14	14	14	14	14	14
H	мм	± 2	25	25	25	16	16	16
L	мм	± 2	59	59	33	33	59	59
W	мм	± 0,5; -0,00	12	6	6	3	3	6
Z	мм	± 1	13	13	13	13	13	13

^A Между штампами, размеры которых выражены в метрических единицах и единицах измерения, принятых в США, нет полного соответствия. Штампы с размерами в метрических единицах измерения предназначены для использования с оборудованием, калиброванным в метрических единицах измерения.

^B Для штампов, применяемых в вырубных прессах, предпочтителен допуск ± 0,5 мм.

Рисунок 2 (продолжение) –

Размеры стандартных штампов для вырезания образцов в форме гантели^A (единицы измерения, принятые в США)

Размер	Единицы измерения	Допустимое отклонение	Штамп А	Штамп В	Штамп С	Штамп D	Штамп E	Штамп F
A	Дюймы	± 0,04	1	1	1	0,62	0,62	0,62
B	Дюймы	макс.	1,6	1,6	1,6	1,2	1,2	1,2
C	Дюймы	мин.	5,5	5,5	4,5	4	5	5
D	Дюймы	± 0,25 ^B	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
D-E	Дюймы	± 0,04	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
F	Дюймы	± 0,08	1,5	1,5	0,75	0,75	1,5	1,5
G	Дюймы	± 0,04	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
H	Дюймы	± 0,08	1	1	1	0,63	0,63	0,63
L	Дюймы	± 0,08	2,32	2,32	1,31	1,31	2,32	2,32
W	Дюймы	± 0,002, -0,000	0,500	0,250	0,250	0,125	0,125	0,250
Z	Дюймы	± 0,04	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

^A Между штампами, размеры которых выражены в метрических единицах и единицах измерения, принятых в США, нет полного соответствия. Штампы с размерами в метрических единицах измерения предназначены для использования с оборудованием, калиброванным в метрических единицах измерения.

^B Для штампов, применяемых в вырубных прессах, предпочтителен допуск ± 0,02 дюйма.

Рисунок 2 (окончание)

11.1.5 *Маркировка образцов, имеющих форму гантели* – Образцы в форме гантели маркируют устройством, описанным в 10.2. Во время маркировки образец не подвергают натяжению. Отметки наносят на узкую часть образца на равном расстоянии от его центра и перпендикулярно его продольной оси. Расстояние между отметками должно быть 25,00 мм ± 0,25 мм (1,00 дюйм ± 0,01 дюйма) на образцах, вырезанных штампами С и D (Рисунок 2), и 50,0 мм ± 0,5 мм (2,00 дюйма ± 0,02 дюйма) на образцах, вырезанных любыми другими штампами, показанными на Рисунке 2.

11.1.6 *Измерение толщины образцов в форме гантелей* – Для определения толщины делают три измерения: одно измерение в центре и по одному измерению на каждом конце узкой части. Среднее значение трёх измерений принимают за толщину при вычислении площади поперечного сечения. Образцы с разностью между максимальной и минимальной толщиной, превышающей 0,08 мм (0,003 дюйма), бракуют. За ширину образца принимают расстояние между режущими краями штампа в узкой части.

11.2 *Прямые образцы* – Прямые образцы готовят, если нецелесообразно вырезать образец в форме гантели или кольцевой образец, как, например, в случае узких резиновых полосок или тонких трубок, либо узкого электроизоляционного материала. Длина таких образцов должна быть достаточной для их установки в захваты, применяемые в испытании. Контрольные отметки наносят на прямые образцы так, как это описано для образцов в виде гантелей в 11.1.5. Для определения площади поперечного сечения прямых образцов в форме трубок могут потребоваться данные о массе, длине и плотности образца. По этим данным вычисляют площадь поперечного сечения:



$$A = M/DL, \quad (1)$$

где:

A – площадь поперечного сечения, см²;

M – масса, г;

D – плотность, г/см³;

L – длина, см.

ПРИМЕЧАНИЕ 6 – Значения A в квадратных дюймах = A (см²) × 0,155.

12 Проведение испытания

12.1 *Определение растягивающего напряжения, предела прочности при растяжении и предела текучести* – Образец в форме гантелей или прямой образец вставляют в захваты машины для испытаний, размещая его симметрично для равномерного распределения растягивающего усилия по поперечному сечению. Это даёт возможность избежать осложнений, не позволяющих установить максимальную прочность материала. В отсутствие других указаний скорость разведения захватов устанавливают на 500 мм/мин ± 50 мм/мин (20 дюймов/мин ± 2 дюйма/мин) (ПРИМЕЧАНИЕ 7). Приводят машину в действие и отмечают расстояние между контрольными отметками, стараясь предотвратить параллактическое смещение. Регистрируют силу при заданном удлинении и во время разрыва. Рекомендуют измерять удлинение с помощью экстензометра, самописца или искрового механизма. При разрыве удлинение измеряют и регистрируют с точностью до 10 %. Расчёты описаны в Разделе 13.

ПРИМЕЧАНИЕ 7 – Для материалов с пределом текучести (относительная деформация на пределе текучести), достигаемым при удлинении образца менее чем на 20 % при скорости разведения зажимов 500 мм/мин ± 50 мм/мин (20 дюймов/мин ± 2 дюйма/мин), скорость разведения зажимов необходимо понизить до 50 мм/мин ± 5 мм/мин (2 дюйма/мин ± 0,2 дюйма/мин). Если и в этом случае предел текучести достигается при удлинении образца менее чем на 20 %, скорость разведения захватов понижают до 5 мм/мин ± 0,5 мм/мин (0,2 дюйма/мин ± 0,002 дюйма/мин). Фактическую скорость разведения захватов регистрируют.

12.2 *Определение остаточного удлинения* – Образец вставляют в захваты машины для испытаний, описанной в 6.1 или устройства, показанного на Рисунке 1, размещая его симметрично для равномерного распределения растягивающего усилия по поперечному сечению. Захваты разводят по возможности равномерно с такой скоростью, при которой для достижения заданного удлинения требуется 15 с. Удерживают образец в состоянии заданного удлинения в течение 10 мин, быстро отпускают, не допуская резкого возвратного движения, и оставляют на 10 мин. Через 10 мин измеряют расстояние между контрольными отметками с точностью до 1 % от первоначального расстояния между отметками. Для хронометража используют секундомер. Вычисления описаны в Разделе 13.

12.3 *Определение остаточного удлинения при разрыве* – Через 10 мин после разрыва образца при обычном определении предела прочности при растяжении тщательно совмещают две части до полного их контакта по площади разрыва. Измеряют расстояние между контрольными отметками. Вычисления описаны в Разделе 13.

13 Вычисление

13.1 Вычисляют растягивающее напряжение при любом заданном удлинении по следующей формуле:

$$T_{(xxx)} = F_{(xxx)}/A, \quad (2)$$

где:

$T_{(xxx)}$ – растягивающее напряжение при удлинении на (xxx)%, МПа (фунт-сила/дюйм²);

$F_{(xxx)}$ – усилие при заданном удлинении, МН или фунт-сила;

A – площадь поперечного сечения ненапряжённого образца, м² (дюйм²).



ASTM D412 – 15a

13.2 Вычисляют напряжение пластического течения по формуле:

$$Y_{(stress)} = F_{(y)} / A, \quad (3)$$

где:

$Y_{(stress)}$ – напряжение пластического течения, представляющее собой уровень напряжения, при котором наступает предел текучести, МПа (фунт-сила/дюйм²);

$F_{(y)}$ – величина усилия на пределе текучести, МН (фунт-сила);

A – площадь поперечного сечения ненапряжённого образца, м² (дюйм²).

13.3 Определяют относительную деформацию на пределе текучести как величину деформации или удлинения, при которой изменение напряжения относительно изменения деформации проходит через нулевое значение.

13.4 Вычисляют предел прочности при растяжении по формуле:

$$TS = F_{(BE)} / A, \quad (4)$$

где:

TS – предел прочности при растяжении, т.е. разрушающее напряжение, МПа (фунт-сила/дюйм²);

$F_{(BE)}$ – величина усилия при разрыве, МН (фунт-сила);

A – площадь поперечного сечения ненапряжённого образца, м² (дюйм²).

13.5 Вычисляют удлинение при любой степени растяжения по формуле:

$$E = 100 [L - L_{(0)}] / L_{(0)}, \quad (5)$$

где:

E – удлинение в процентах от первоначального расстояния между контрольными отметками на образце;

L – расстояние, образовавшееся между контрольными отметками на растянутом образце;

$L_{(0)}$ – первоначальное расстояние между контрольными отметками (для L и $L_{(0)}$ используют одинаковые единицы измерения).

13.6 Относительное удлинение при разрыве определяют, когда L равно расстоянию между контрольными отметками в момент разрыва образца.

13.7 Вычисляют остаточное удлинение по уравнению 5, в котором L равно расстоянию между контрольными отметками через 10 мин после восстановления.

13.8 *Результат испытания* – За результат испытания принимают среднее по трём значениям, полученным при проведении отдельных определений любого свойства так, как это описано выше для типовых испытаний. Существуют два исключения, для которых необходимо испытывать в общей сложности 5 образцов. В таких случаях результат испытания представляют как среднее по 5 значениям, полученным в ходе отдельных испытаний.

13.8.1 *Исключение 1* – Если одно или два из трёх измеренных значений не соответствуют установленным значениям при проведении испытаний на соответствие техническим требованиям.

13.8.2 *Исключение 2* – При проведении арбитражных испытаний.

Метод испытания В – Нарезанные кольцевые образцы

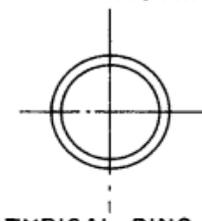
14 Аппаратура

14.1 *Резательное устройство* – Типовое резательное устройство показано на Рисунке 3. Его используют для приготовления кольцевых образцов из плоских листов. Верхнюю часть вала резательного устройства монтируют во вращающемся корпусе, который можно опускать на лист, поддерживаемый резиновой пластиной, как показано на Рисунке 4.

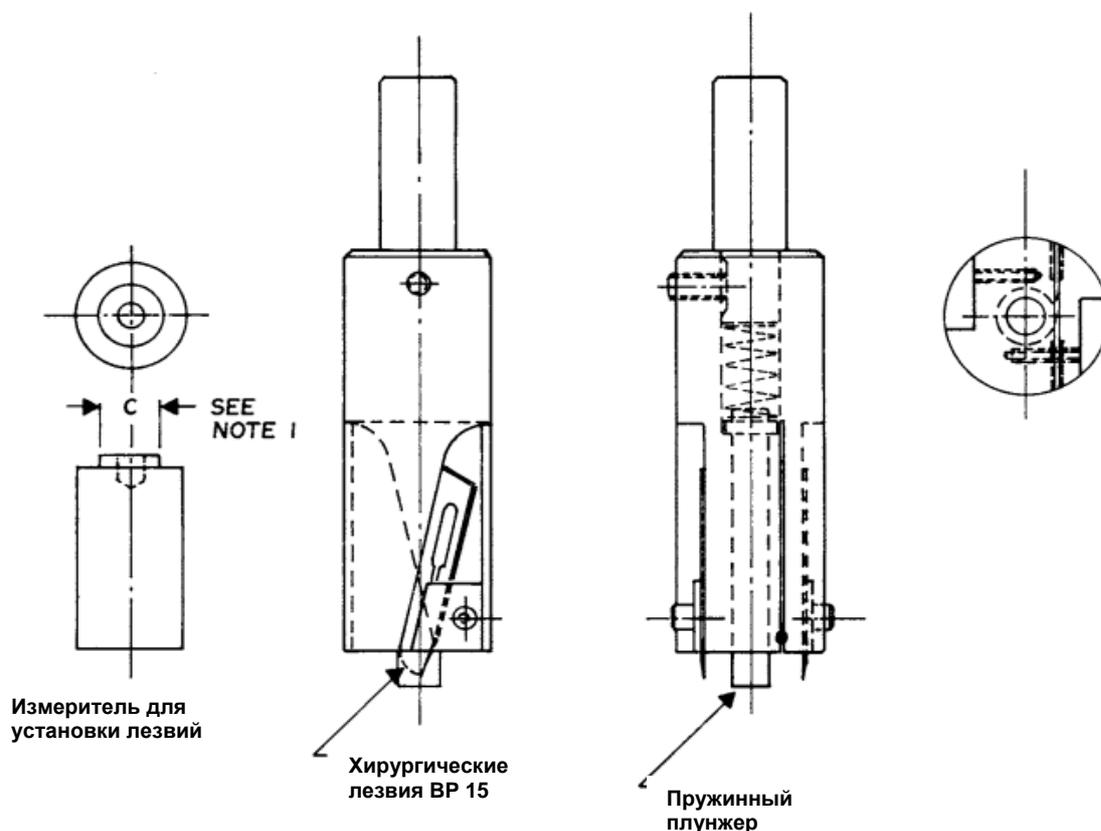
14.1.1 *Измеритель глубины выдвижения лезвия* – Представляет собой цилиндрический диск, толщина которого не менее чем на 0,5 мм (0,02 дюйма) превышает толщину нарезаемой резины, а диаметр меньше внутреннего диаметра образца. Измеритель служит для регулирования выдвижения лезвия из корпуса резательного устройства (Рисунок 3).



ASTM D412 – 15a



Типовое кольцо (см. Раздел 15)



ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Размер С должен быть на 2 мм (0,08 дюйма) меньше внутреннего диаметра кольца.

Рисунок 3 – Устройство для резки типовых колец

14.2 *Пластина для размещения резины* – Приспособление для размещения резинового листа во время резания должно иметь плоскопараллельные верхнюю и нижнюю поверхности. Его изготавливают из твёрдого полимерного материала (твёрдая резина, твёрдый полиуретан или полиметилметакрилат) с отверстиями диаметром приблизительно 1,5 мм (0,06 дюйма), расположенными с интервалом от 6 мм до 7 мм (от 0,24 дюйма до 0,32 дюйма) поперёк центральной части пластины. Все отверстия должны быть совмещены с центральной внутренней полостью, в которой можно поддерживать пониженное давление для фиксации положения листа под действием атмосферного давления. На Рисунке 4 показана конструкция приспособления для размещения стандартных резиновых листов размером приблизительно 150 мм × 150 мм × 2 мм во время вырезания образцов.

14.3 *Источник пониженного давления* – Любое устройство типа вакуумного насоса, способное поддерживать абсолютное давление ниже 10 кПа (0,1 атм.) в центральной полости пластины для размещения листа.

14.4 *Мыльный раствор* – Лист для вырезания образцов обрабатывают мягким мыльным раствором для смазки лезвий во время резания.



ASTM D412 – 15a

14.5 *Поворотный механизм резательного устройства* – Прецизионный сверлильный станок или другое подходящее устройство, способное вращать резательное устройство с угловой скоростью не менее 30 рад/с (приблизительно 300 об/мин) во время вырезания образцов. Поворотный механизм, монтируемый на горизонтальном основании, снабжён вертикальным суппортом для вала, который вращает шпиндель и резательное устройство. Смещение вращающегося шпинделя не должно превышать 0,01 мм (0,004 дюйма).

14.6 *Индексирующийся поворотный стол* – Накладной (шлифовальный) стол или другое подобное устройство с типичным перемещением в системе координат x-y для регулирования положения резинового листа и держателя относительно шпинделя поворотного механизма резательного устройства.

14.7 *Машина для проведения испытания на растяжение* – Надлежит использовать машину, описанную в 6.1.

14.8 *Испытательная арматура* – Арматура, необходимая для испытания кольцевых образцов, показана на Рисунке 5. Машину для проведения испытания калибруют, как описано в Разделе 8.

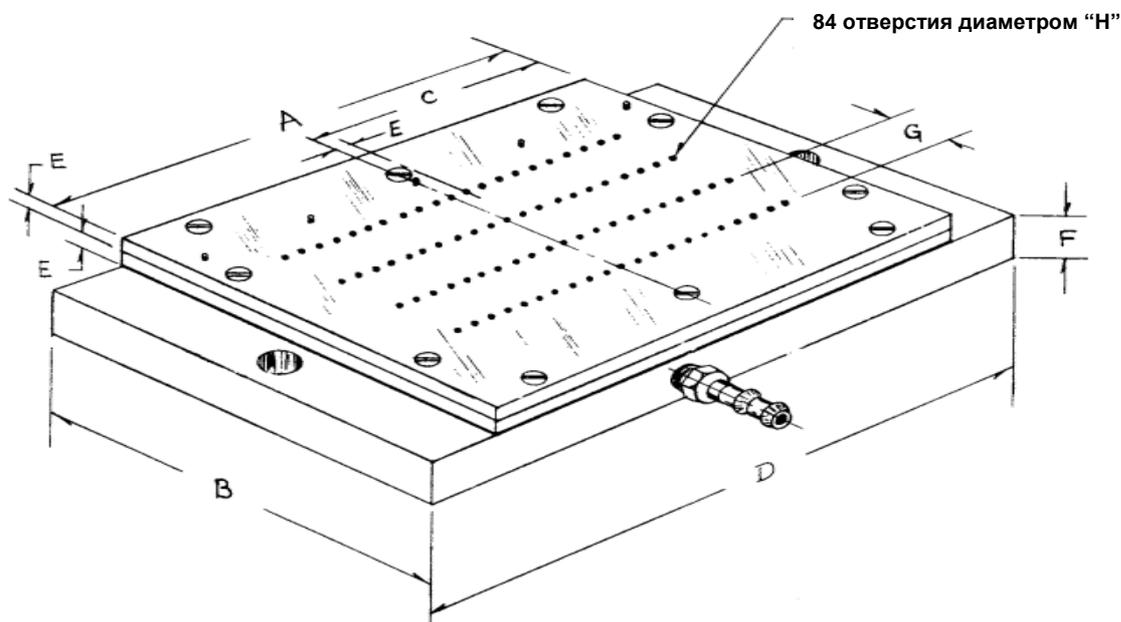
14.9 *Камера для испытаний* – Камера для проведения испытаний при высокой и низкой температуре должна соответствовать требованиям, описанным в 6.2.

14.9.1 Испытательная арматура, указанная в 14.8, пригодна для проведения испытаний не только при комнатной температуре, но и при других температурах. Однако при экстремальной температуре необходимо использовать подходящую смазку для подшипников шпинделя.

14.9.2 Динамометр должен быть пригодным для применения при температуре испытания или изолирован от камеры теплоизоляционным материалом.

14.10 *Микрометр с круговой шкалой* – Надлежит использовать микрометр с круговой шкалой, соответствующий требованиям стандарта D3767. Процедура проведения испытания A2 является предпочтительным методом измерения размеров нарезанных колец. Приемлемыми считаются схема расположения контактов купол-купол по 9.2.2.1 или схема расположения контактов купол-плоскость по 9.2.2.3, которые описаны в стандарте D3767.

14.11 Основание микрометра, используемого для измерения радиальной ширины нарезанного кольца, должно иметь верхнюю цилиндрическую поверхность (с осью, ориентированной в горизонтальном направлении) длиной не менее 12 мм (0,5 дюйма) и диаметром 15,5 мм \pm 0,5 мм (0,61 дюйма \pm 0,02 дюйма). Для размещения колец небольшого диаметра, приближающегося к диаметру основания (15,5 мм), и во избежание растяжения кольца во время его размещения нижняя половина цилиндрической поверхности может быть скошена по центральной линии цилиндра, т.е. до полуцилиндрической формы. Это даёт возможность размещать небольшие кольца на верхней цилиндрической поверхности без проблем подгонки. Можно использовать изогнутые ножки на конце вала микрометра, совместимые с кривизной кольца.





ASTM D412 – 15a

Размер	мм	Дюймы	Размер	мм	Дюймы
A	178	7,0	F	19	0,75
B	152	6,0	G	23	0,90
C	89	3,5	H	1,5	0,062
D	229	9,0			
E	6	0,25			

Рисунок 4 – Пластина для размещения резины

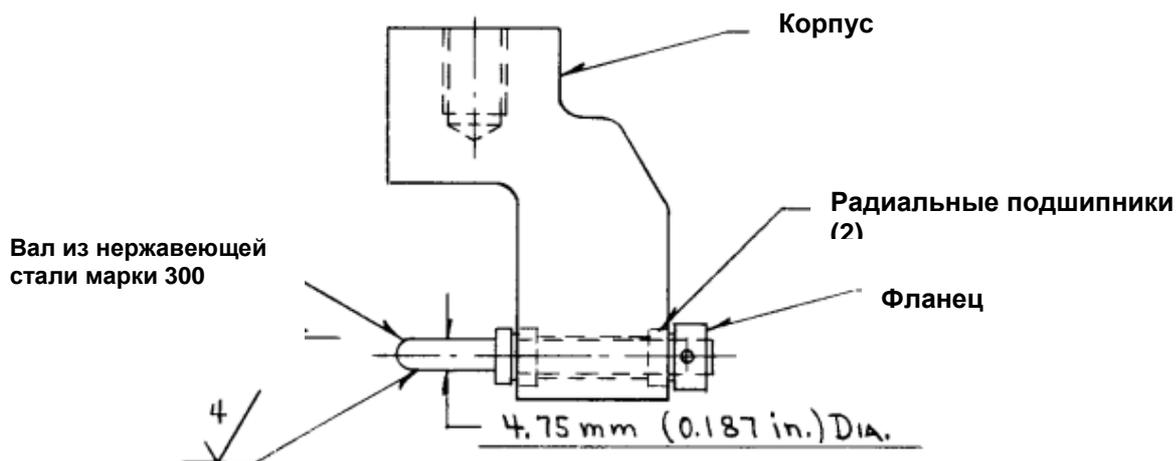


Рисунок 5 – Крепление колец для испытания на растяжение

15 Кольцевые образцы

15.1 *Нарезанные кольца по ASTM* – Допускается использование двух типов нарезанных кольцевых образцов. В отсутствии других указаний применяют кольцевые образцы типа 1.

15.1.1 Размеры кольца

Тип 1

	мм	дюймы
Окружность (внутренняя)	$50,0 \pm 0,01$	$2,0 \pm 0,004$
Диаметр (внутренний)	$15,92 \pm 0,003$	$0,637 \pm 0,001$
Радиальная ширина	$1,0 \pm 0,01$	$0,040 \pm 0,0004$
Толщина:		
минимальная	1,0	0,040
максимальная	3,3	0,13

Тип 2

Окружность (средняя)	$100,0 \pm 0,2$	$4,0 \pm 0,0004$
Диаметр (внутренний)	$29,8 \pm 0,06$	$1,19 \pm 0,0001$
Радиальная ширина	$2,0 \pm 0,02$	$0,08 \pm 0,0008$

15.2 *Нарезанные кольца по ISO* – Размеры обычных и небольших колец по стандарту ISO 37 указаны ниже. Процедуры испытания таких колец описаны в стандарте ISO 37.

	Обычные кольца	Небольшие кольца
Внутренний диаметр, мм	$44,6 \pm 0,2$	$8,0 \pm 0,1$
Внешний диаметр, мм	$52,6 \pm 0,2$	$10,0 \pm 0,1$
Толщина, мм	$4,0 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,1$

15.3 *Кольца, нарезанные из трубок* – Размеры таких кольцевых образцов зависят от диаметра и толщины стенки трубки и должны быть указаны в спецификации на продукт.



15.4 *Приготовление нарезанных кольцевых образцов* – Вставляют лезвия в прорези резательного устройства и регулируют глубину выдвижения лезвий с помощью специального измерителя. Вставляют резательное устройство в сверлильный станок и регулируют шпиндель или столик так, чтобы нижняя часть держателя лезвия выступала приблизительно на 13 мм (0,5 дюйма) над поверхностью пластины для размещения листа. Ограничивают вертикальное движение шпинделя так, чтобы концы режущих лезвий только касались поверхности пластины. Помещают лист резины на пластину и снижают давление в полости до 10 кПа (0,1 атм) или ниже. Смазывают лист мягким мыльным раствором. Постепенно опускают резательное устройство, пока оно не дойдёт до ограничителя. Проверяют положение держателя лезвия. Он не должен касаться резинового листа. В случае необходимости повторно регулируют глубину выдвижения лезвия. Возвращают шпиндель в его исходное положение и повторяют операцию на другом листе.

15.5 *Приготовление кольцевых образцов из трубок* – Помещают трубку на оправку. Рекомендуется, чтобы диаметр оправки был немного больше внутреннего диаметра трубки. Вращают оправку и трубку в токарном станке. Вырезают кольцевые образцы нужной осевой длины с помощью ножа или бритвенного лезвия, вставленного в резцедержатель станка. Тонкостенные трубки раскладывают плоско и вырезают кольцевые образцы с помощью штанцевого ножа или режущего инструмента с двумя параллельными лезвиями.

15.6 *Определение размеров кольца*

15.6.1 *Окружность* – Внутреннюю окружность можно измерить с помощью ступенчатого конуса или предельного калибра, не прилагая усилия сверх того, которое необходимо для преодоления возможной эллиптичности кольцевого образца. Среднюю окружность определяют, прибавляя к значению внутренней окружности произведение радиальной ширины на число π (3,14).

15.6.2 *Радиальная ширина* – Радиальную ширину измеряют в трёх распределённых по окружности точках с помощью микрометра, описанного в 14.11.

15.6.3 *Толщина* – В случае нарезанных колец толщину диска, вырезанного изнутри кольца, измеряют с помощью микрометра, описанного в методике стандарта D3767, процедура проведения испытания A2 в соответствии с 14.10.

15.6.4 *Площадь поперечного сечения* – Вычисляют по медиане трёх измерений радиальной ширины и толщины. При использовании тонкостенных трубок площадь поперечного сечения вычисляют по аксиальной длине сечения разреза и толщине стенки.

16 Проведение испытания

16.1 *Определение растягивающего напряжения, предела прочности при растяжении, относительного удлинения при разрыве и предела текучести* – При испытании кольцевых образцов поверхность шпинделей смазывают подходящей смазкой, например, минеральным или силиконовым маслом, при условии, что выбранное масло не взаимодействует с испытываемым материалом или не оказывает на него никакого воздействия. Начальное расстояние между центрами шпинделей можно вычислить и отрегулировать по уравнению (6).

$$IS = [C_{(TS)} - C_{(SP)}] / 2, \quad (6)$$

где:

IS – начальное расстояние между центрами шпинделей, мм (дюймы);

$C_{(TS)}$ – окружность испытуемого образца (внутренняя окружность для колец типа 1 или средняя окружность для колец типа 2), мм (дюймы);

$C_{(SP)}$ – окружность одного из шпинделей, мм (дюймы).

В отсутствии других указаний скорость разведения шпинделей должна быть 500 мм/мин \pm 50 мм/мин (20 дюймов/мин \pm 2 дюйма/мин) (ПРИМЕЧАНИЯ 7 и 8). Включают машину для испытаний и регистрируют силу и соответствующее расстояние между шпинделями. При разрыве измеряют и регистрируют относительное удлинение при разрыве и растягивающее усилие. Вычисление описано в Разделе 17.

ПРИМЕЧАНИЕ 8 – При испытании небольших колец ISO скорость разведения шпинделей должна быть 100 мм/мин \pm 10 мм/мин (4 дюйма/мин \pm 0,4 дюйма/мин).



ASTM D412 – 15a

16.2 *Испытания при температуре выше/ниже стандартной температуры* – Используют камеру для испытаний, описанную в 6.2. Для испытаний при температуре выше 23 °C (73,4 °F) образцы нагревают при температуре испытания в течение 6 мин ± 2 мин. Если испытание проводят при температуре ниже комнатной, образцы предварительно охлаждают при требуемой температуре не менее 10 мин. Испытания выполняют при температурах, указанных в стандарте D1349. Каждый образец помещают в камеру для испытаний через определённый промежуток времени, чтобы были выполнены рекомендации, указанные в 9.2.

17 Вычисления

17.1 Деформационно-прочностные свойства кольцевых образцов вычисляют таким же образом, как и в случае прямых образцов и образцов в форме гантелей, при одном важном исключении. Растяжение кольцевого образца создаёт неоднородное поле напряжения (или деформации) по ширине (если смотреть слева на право) каждой стороны кольца. Исходный внутренний размер (окружность) кольцевого образца меньше внешнего размера (окружности). В связи с этим при любом разведении захватов внутренняя деформация (напряжение) выше внешней деформации (напряжения) из-за разницы в исходных размерах ненапряжённого образца.

17.2 Для вычисления напряжения при заданном удлинении и относительного удлинения при разрыве используют нижеописанные параметры.

17.2.1 *Напряжение при заданном удлинении* – Для определения удлинения используют среднюю окружность кольца. Причина такого выбора заключается в том, что средняя окружность наиболее точно показывает среднюю деформацию на каждой стороне кольца.

17.2.2 *Относительное удлинение при разрыве* – Данный параметр вычисляют на основе внутренней окружности, т.к. она показывает максимальную деформацию (напряжение) на каждой стороне кольца. Наиболее вероятно, что процесс разрушения при разрыве начинается в этом месте.

17.3 Растягивающее напряжение при любом заданном удлинении вычисляют по уравнению 2 по

17.3.1 Удлинение, используемое для оценки растягивающего напряжения по уравнению 2 (13.1), определяют по уравнению:

$$E = 200[L / MC_{(TS)}], \quad (7)$$

где:

E – заданное удлинение, %;

L – увеличение расстояния между зажимами при заданном удлинении, мм (дюймы);

$MC_{(TS)}$ – средняя окружность испытываемого образца, мм (дюймы).

17.3.2 Расстояние между захватами при заданном удлинении можно определить, преобразуя уравнение 7, как показано ниже:

$$L = E \times MC_{(TS)} / 200 \quad (8)$$

17.4 Предел текучести устанавливают по уравнению 3 в 13.2.

17.5 Относительную деформацию на пределе текучести определяют так, как это описано в 13.3. Поскольку относительную деформацию на пределе текучести можно рассматривать как среднее свойство по всему объёму любого материала, для её оценки используют среднюю окружность.

17.6 Предел прочности при растяжении вычисляют по уравнению 4 в 13.4.

17.7 Относительное удлинение при разрыве вычисляют, как указано ниже (ПРИМЕЧАНИЯ 8 и 9):

$$E = 200 \times [L / IC_{(TS)}], \quad (9)$$

где:

E – относительное удлинение при разрыве, %;

L – увеличение расстояния между зажимами при разрыве, мм (дюймы);

$IC_{(TS)}$ – внутренняя окружность испытываемого кольцевого образца, мм (дюймы).

17.8 Внутреннюю окружность используют для колец и того и другого типа (см. размеры в 15.1.1). Внутреннюю окружность колец типа 2 вычисляют по внутреннему диаметру.



ASTM D412 – 15a

ПРИМЕЧАНИЕ 9 – Уравнения 7, 8 и 9 применимы только в том случае, если исходное расстояние между центрами шпинделей отрегулировано по уравнению 6.

ПРИМЕЧАНИЕ 10 – При использовании данного метода испытания следует иметь в виду, что из-за разных размеров, используемых в вычислениях (1) напряжения при заданном удлинении (меньшем, чем относительное удлинение при разрыве) и (2) относительного удлинения при разрыве (см. пп. 17.1 и 17.2), возможно, нельзя будет определить (вычислить) напряжение при заданном удлинении, значение которого немного ниже (на 4 % – 5%) значения относительного удлинения при разрыве.

18 Протокол испытания

18.1 В протокол включают нижеуказанные данные:

18.1.1 Результаты вычислений в соответствии с применимым Разделом 13 или 17.

18.1.2 Тип или описание испытываемого образца; при ведении расчётов в соответствии с Разделом 13 указывают тип штампа для вырезания образца, метрические единицы или единицы измерения, принятые в США,

18.1.3 Дату проведения испытания.

18.1.4 Скорость растяжения, если она отличается от рекомендуемой скорости.

18.1.5 Температуру и влажность в помещении для испытаний, если они отличаются от рекомендуемых значений.

18.1.6 Температуру, при которой выполняется испытание, если она выше или ниже $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($73,4\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 3,6\text{ }^{\circ}\text{F}$).

18.1.7 Дату проведения вулканизации или приготовления резиновых смесей, либо обе даты, если они известны.

19 Прецизионность и отклонение⁵

19.1 Раздел по прецизионности и отклонению подготовлен в соответствии с методикой стандарта D4483, в которой представлены терминология и другие статистические данные.

19.2 Данные по прецизионности в настоящем разделе дают оценку прецизионности данных методов испытания при использовании материалов, применявшихся в межлабораторной программе, описанной ниже. Параметры по прецизионности не подлежат использованию для оценки испытаний с целью приёмки или отказа в приёмке любой группы материалов без документации, подтверждающей их применимость к конкретным материалам, и без соответствующих протоколов испытаний.

19.3 *Метод испытания А (гантели)*

19.3.1 Оценку точности Типа 1 проводили в 1986 году в ходе основной межлабораторной программы. Сходимость и воспроизводимость представлены для условий краткосрочных испытаний. Повторные испытания проводили с интервалом в несколько дней. Результат испытания представляет собой среднее значение, как указано в настоящем методе испытания, вычисленное по трём определениям (измерениям) анализируемого свойства или параметра

19.3.2 Межлабораторная программа включала испытание трёх различных материалов в 10 лабораториях в 2 разных дня.

19.3.3 Для выполнения основной межлабораторной программы в каждую лабораторию высылали вулканизованные листы трёх разных резиновых смесей. Вырезанные из листов образцы в форме гантелей измеряли и испытывали для определения деформационно-прочностных свойств. Дополнительному межлабораторному испытанию подвергали только одну из трёх смесей (смесь R19160). Для этого испытания рассылали невулканизованную резиновую смесь. В каждой лаборатории листы вулканизовали при указанной температуре в течение определённого времени (10 мин при $157\text{ }^{\circ}\text{C}$). Вырезанные из вулканизованных листов образцы испытывали в каждый из двух дней с интервалом в одну неделю, как и в основной программе. Результаты основной программы представлены с обозначением “Только испытание”, а результаты дополнительного испытания – с обозначением “Вулканизация и испытание”.

19.3.4 Сходимость и воспроизводимость результатов определения трёх свойств даны в Таблице 1 и Таблице 2 в порядке возрастания среднего значения или уровня по каждому из испытанных материалов.

⁵Данные, использованные для подготовки раздела по прецизионности и отклонению, находятся в штаб-квартире ASTM International. Они могут быть получены путём запроса научно-исследовательского отчёта RR: D11-1099.



Таблица 1 – Прецизионность Типа 1 при испытании образцов в форме гантели (штамп С) по методу А (только испытание)

Примечание 1–

Sr – среднеквадратическое отклонение сходимости;

r – сходимость = $2,83 \times$ квадратный корень дисперсии сходимости;

(r) – сходимость в процентах от среднего значения по материалу;

SR – среднеквадратическое отклонение воспроизводимости;

R – воспроизводимость = $2,83 \times$ квадратный корень дисперсии воспроизводимости;

(R) воспроизводимость в процентах от среднего значения по материалу.

<i>Часть 1 Предел прочности при растяжении, МПа</i>							
Материал	Средний уровень	Внутрилабораторная			Межлабораторная		
		Sr	r	(r)	SR	R	(R)
1. N18081	9,88	0,200	0,568	5,75	0,293	0,829	8,40
3. E17074	15,38	0,467	1,323	8,60	0,482	1,366	8,88
2. R19160	25,70	0,436	1,235	4,80	1,890	5,351	20,82
Усреднённые значения ^A	16,99	0,385	1,090	6,42	1,102	3,120	18,37
<i>Часть 2 Относительное удлинение, %</i>							
Материал	Средний уровень	Внутрилабораторная			Межлабораторная		
		Sr	r	(r)	SR	R	(R)
3. E17074	156,3	6,304	17,842	11,41	11,481	32,492	20,78
2. R19160	510,4	11,471	32,464	6,36	21,243	60,120	11,77
1. N18081	591,6	17,810	50,402	8,52	27,198	76,972	13,01
Усреднённые значения ^A	419,4	12,761	36,114	8,61	20,999	59,427	14,16
<i>Часть 3 Напряжение при удлинении на 100 %, МПа</i>							
Материал	Средний уровень	Внутрилабораторная			Межлабораторная		
		Sr	r	(r)	SR	R	(R)
1. N18081	1,17	0,053	0,151	12,96	0,061	0,1744	14,92
2. R19160	2,01	0,050	0,142	7,10	0,274	0,7755	38,62
3. E17074	9,08	0,489	1,385	15,25	0,738	2,0910	23,02
Усреднённые значения ^A	4,09	0,285	0,808	19,79	0,456	1,2915	31,60

^A Включены все значения.

19.3.5 Точность данного метода испытания может быть выражена в виде нижеприведённых формулировок, включающих термин “подходящее значение” r , R , (r) или (R) , т.е. значение, которое следует использовать для оценки результатов испытания по данному методу. Подходящее значение - значение r или R , связанное со средним уровнем в Таблицах 1 – 4, которое наиболее близко к среднему уровню, анализируемому в любое данное время для любого конкретного материала в ходе типовых испытаний.

19.3.6 *Сходимость* – Сходимость r , данного методу испытания установлена как подходящее значение из Таблиц 1 и 2. Если разность между двумя единичными результатами испытаний, полученными в ходе выполнения нормальных процедур метода испытания, превышает выбранное табличное значение r (для любого заданного уровня), то это свидетельствует о том, что они были получены при использовании разных или неидентичных совокупностей, из которых делалась выборка.

19.3.7 *Воспроизводимость*, R , результатов испытаний по данному методу установлена как подходящее значение из Таблиц 1 и 2. Если разность между двумя единичными результатами испытаний, полученными в двух разных лабораториях в ходе выполнения нормальных процедур метода испытания, превышает табличное значение R (для любого заданного уровня), то это указывает на то, что они были получены при использовании разных или неидентичных совокупностей, из которых делалась выборка.

19.3.8 Формулировки по применению значений сходимости и воспроизводимости, выраженных в процентах от среднего уровня, (r) и (R) , аналогичны формулировкам, приведённым выше для r и R . В определениях параметров (r) и (R) разность между двумя единичными результатами испытаний выражена в процентах от арифметического среднего по двум результатам испытаний.

19.3.9 *Отклонение* – По терминологии методов испытаний отклонение представляет собой разность между средним экспериментальным значением и стандартным (истинным) значением анализируемого свойства. Стандартных значений для описанного метода испытания нет, поскольку значение анализируемого свойства определяют исключительно данным методом испытания. Поэтому систематическую ошибку определить нельзя.



Таблица 2 – Прецизионность Типа 1 при испытании образцов в форме гантели (штамп С) по методу А^А (вулканизация и испытание)

Примечание 1 –

Sr – среднеквадратическое отклонение сходимости;

r – сходимость = $2,83 \times$ квадратный корень дисперсии сходимости;

(r) – сходимость в процентах от среднего значения по материалу;

SR – среднеквадратическое отклонение воспроизводимости;

R – воспроизводимость = $2,83 \times$ квадратный корень дисперсии воспроизводимости;

(R) – воспроизводимость в процентах от среднего значения по материалу.

Примечание 2 –

N18081 – высоконаполненный синтетический каучук с низким показателем по твердомеру (неопрен);

R19160 – натуральный каучук высокой прочности;

E17074 – средненаполненный этиленпропиленовый диеновый каучук EPDM.

<i>Часть 1 Предел прочности при растяжении, МПа</i>							
Материал	Средний уровень	Внутрилабораторная			Межлабораторная		
		Sr	r	(r)	SR	R	(R)
1. R19160	26,0	0,613	1,73	6,66	1,74	4,95	19,0
<i>Часть 2 Относительное удлинение, %</i>							
Материал	Средний уровень	Внутрилабораторная			Межлабораторная		
		Sr	r	(r)	SR	R	(R)
1. R19160	526,9	13,32	37,7	7,15	19,6	55,70	10,5
<i>Часть 3 Напряжение при удлинении на 300 %, МПа</i>							
Материал	Средний уровень	Внутрилабораторная			Межлабораторная		
		Sr	r	(r)	SR	R	(R)
1. R19160	1,83	0,072	0,205	11,21	0,226	0,641	34,5

^А В программе, включающей вулканизацию и испытание резиновой смеси, участвовали 7 лабораторий.

Таблица 3 – Прецизионность типа 1 при испытании колец по методу В

Примечание 1–

Sr – среднеквадратическое отклонение сходимости;

r – сходимость = $2,83 \times$ квадратный корень дисперсии сходимости;

(r) – сходимость в процентах от среднего значения по материалу;

SR – среднеквадратическое отклонение воспроизводимости;

R – воспроизводимость = $2,83 \times$ квадратный корень дисперсии воспроизводимости;

(R) воспроизводимость в процентах от среднего значения по материалу.

Материал	Средний уровень	Предел прочности при растяжении, МПа					
		Внутрилабораторная			Межлабораторная		
		Sr	r	(r)	SR	R	(R)
5. MATL 5	11,5	0,666	1,885	16,3	1,43	4,06	35,3
6. MATL 6	12,7	0,274	0,775	6,0	0,83	2,35	18,5
1. MATL 1	14,6	0,367	1,040	7,1	0,40	1,15	7,9
4. MATL 4	15,0	0,553	1,565	10,4	3,03	8,59	57,2
2. MATL 2	20,3	1,293	3,660	18,0	2,47	6,99	34,4
3. MATL 3	22,3	1,556	4,405	19,6	1,55	4,40	19,6
Усреднённые значения ^А	15,9	0,942	2,666	16,7	1,87	5,31	33,3

^А Включены все значения.



Таблица 4 – Прецизионность типа 1 при испытании колец по методу В

Примечание 1–

S_r – среднеквадратическое отклонение сходимости;

r – сходимость = 2,83 × квадратный корень дисперсии сходимости;

(r) – сходимость в процентах от среднего значения по материалу;

SR – среднеквадратическое отклонение воспроизводимости;

R – воспроизводимость = 2,83 × квадратный корень дисперсии воспроизводимости;

(R) воспроизводимость в процентах от среднего значения по материалу.

Материал	Средний уровень	Относительное удлинение при разрыве, %					
		Внутрилабораторная			Межлабораторная		
		S _r	r	(r)	SR	R	(R)
1. MATL 1	322,1	15,25	43,18	13,40	33,4	94,7	29,4
2. MATL 2	445,4	11,35	32,12	7,21	34,1	96,6	21,7
4. MATL 4	509,4	27,44	77,65	15,24	51,1	144,8	28,4
5. MATL 5	545,0	2,91	8,25	1,51	56,3	159,5	29,2
6. MATL 6	599,7	12,91	36,55	6,09	14,0	39,6	6,60
3. MATL 3	815,8	16,25	45,99	5,63	90,6	256,5	31,4
Усреднённые значения ^A	539,6	16,54	46,82	8,67	48,2	136,4	25,2

^A Включены все значения.

19.4 Метод испытания В (кольца)

19.4.1 Оценку прецизионности Типа 1 проводили в 1985 году. Сходимость и воспроизводимость представлены для краткосрочных испытаний. Повторные испытания разделял период, составляющий несколько дней. Результат испытания представляет собой среднее значение, как указано в настоящем методе испытания, вычисленное по трём результатам отдельных определений или измерений анализируемого свойства или параметра.

19.4.2 В межлабораторной программе испытывали шесть различных материалов в четырёх лабораториях в два разных дня.

19.4.3 Результаты вычисления сходимости и воспроизводимости приведены в Таблицах 3 и 4 в порядке возрастания среднего значения или уровня по каждому из испытанных материалов.

19.4.4 Сходимость, *r*, и воспроизводимость, *R*, изменяются в зависимости от изменения среднего уровня по каждому испытанному материалу.

19.4.5 Точность данного метода испытания может быть выражена в виде нижеприведённых формулировок, включающих термин “подходящее значение” *r*, *R*, (*r*) или (*R*), т.е. значение, которое следует использовать для оценки результатов испытания по данному методу. Подходящее значение - значение *r* или *R*, связанное со средним уровнем в Таблицах 1-4, которое наиболее близко к среднему уровню, анализируемому в любое данное время для любого данного материала в ходе типовых испытаний.

19.4.6 Сходимость, *r*, результатов испытаний по данному методу установлена как подходящее значение из Таблиц 3 и 4. Если разность между двумя единичными результатами испытаний, полученными в ходе выполнения нормальных процедур метода испытания, превышает выбранное табличное значение *r* (для любого заданного уровня), то это свидетельствует о том, что они были получены при использовании неодинаковых или неидентичных совокупностей, из которых делали выборку.

19.4.7 Воспроизводимость, *R*, результатов испытаний по данному методу установлена как подходящее значение из Таблиц 3 и 4. Если разность между двумя единичными результатами испытаний, полученными в двух разных лабораториях в ходе выполнения нормальных процедур метода испытания, превышает табличное значение *R* (для любого заданного уровня), то это указывает на получение этих результатов при использовании неодинаковых или неидентичных совокупностей, из которых делали выборку.

9.4.8 Формулировки по применению значений сходимости и воспроизводимости, выраженных в процентах от среднего уровня, (*r*) и (*R*), аналогичны формулировкам, приведённым в 19.3.6 и 19.3.7 для *r* и *R*. В определениях параметров (*r*) и (*R*) разность между двумя результатами однократных испытаний выражена в процентах от арифметического среднего по двум результатам испытаний.

19.4.9 Систематическая ошибка – По терминологии методов испытаний отклонение есть разность между средним значением по результатам испытаний и опорным (истинным) значением определяемого свойства. Для настоящего метода испытания опорных значений не существует, так как значение или уровень определяемого свойства оценивают исключительно данным методом испытания. Поэтому отклонение не может быть определено.



20 Ключевые слова

20.1 Удлинение; остаточное удлинение при разрыве; механические свойства при растяжении; остаточное удлинение; предел прочности при растяжении; растягивающее напряжение; предел текучести.

Международное Американское общество по испытаниям и материалам (ASTM International) не придерживается какой-либо конкретной позиции в отношении законности каких-либо патентных прав, отстаиваемых в связи с каким-либо положением, упомянутым в данном стандарте. Ответственность за определение законности любых таких патентных прав, а также риска их нарушения полностью лежит на тех, кто использует настоящий стандарт.

Настоящий стандарт подлежит пересмотру ответственным техническим комитетом в любое время и пересматривается каждые пять лет; в противном случае, он утверждается заново или аннулируется. Любые комментарии будут учтены как в процессе пересмотра данного стандарта, так и в процессе составления дополнительных стандартов. Направляйте Ваши комментарии в штаб-квартиру ASTM International. Все они будут тщательно рассмотрены собранием ответственного технического комитета, на котором Вы также можете присутствовать. Если Вы считаете, что Ваши комментарии не прошли объективного рассмотрения, Вы можете поставить об этом в известность Комитет по стандартам ASTM, обратившись по адресу, указанному ниже.

Настоящий стандарт охраняется авторским правом Международного Американского общества по испытаниям и материалам (адрес: 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States). Индивидуальную копию (в виде одной или нескольких копий) настоящего стандарта можно заказать, обратившись в ASTM по вышеуказанному адресу, а также по телефону 610-832-9585, факсу 610-832-9555, по e-mail (service@astm.org) или на Web-сайт ASTM (www.astm.org). Разрешение на фотокопирование стандарта может быть также предоставлено Центром по охране авторских прав (Copyright Clearance Center, 222, Rosewood Drive, Danvers, MA 01923; Tel: (978) 646-2600; <http://www.copyright.com/>).