ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56651— 2023

КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ

Метод определения механических характеристик при сдвиге материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Объединением юридических лиц «Союз производителей композитов» (Союзкомпозит) совместно с Акционерным обществом «НПО Стеклопластик» (АО «НПО Стеклопластик») и Автономной некоммерческой организацией «Центр нормирования, стандартизации и классификации композитов» (АНО «Стандарткомпозит»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 497 «Композиты, конструкции и изделия из них»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 ноября 2023 г. № 1381-ст

4 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений стандарта АСТМ С273/С273М—20 «Стандартный метод определения характеристик при сдвиге материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций» (ASTM C273/C273M—20 «Standard test method for shear properties of sandwich core materials», NEQ)

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р 56651—2015

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Сущность метода 2
5 Оборудование 2
6 Образцы для испытаний 3
7 Подготовка к проведению испытаний 4
8 Проведение испытаний 4
9 Обработка результатов 5
10 Протокол испытаний 7
Приложение А (справочное) Примеры установки образцов в зажимах универсальной испытательной машины 9

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ

Метод определения механических характеристик при сдвиге материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций

Polymer composites. Method for determination of shear mechanical properties of sandwich core materials

Дата введения — 2024—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на материалы внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций, изготавливаемых из полимерных композитов, и устанавливает метод определения механических характеристик при сдвиге материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций.

Метод применим для всех материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций как с поверхностью непрерывного склеивания (например, пробковое дерево и пенопласты), так и с поверхностью прерывистого склеивания (например, сотовые структуры).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 6507 Микрометры. Технические условия

ГОСТ 12423 (ISO 291:2008) Пластмассы. Условия кондиционирования и испытания образцов (проб)

ГОСТ 14766 Машины и приборы для определения механических свойств материалов. Термины и определения

ГОСТ 24888 Пластмассы, полимеры и синтетические смолы. Химические наименования, термины и определения

ГОСТ 28840 Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования

ГОСТ 32794 Композиты полимерные. Термины и определения

ГОСТ Р ИСО 3534-2 Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Часть 2. Прикладная статистика

ГОСТ Р ИСО 5725-1 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется

Издание официальное

применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 14766, ГОСТ 24888, ГОСТ 32794, ГОСТ Р ИСО 3534-2 и ГОСТ Р ИСО 5725-1.

Примечание — При расхождении в терминах ГОСТ 32794 имеет приоритет перед другими стандартами.

4 Сущность метода

Метод заключается в испытании образцов, изготовленных из «сэндвич»-конструкции, растягивающей или сжимающей нагрузкой, действующей в плоскости параллельной плоскости внешних слоев «сэндвич»-конструкции. При этом определяют:

- напряжение при сдвиге внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции;
- относительную деформацию при сдвиге внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции;
- условную прочность при сдвиге для материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции, деформация при сдвиге которых более 2 %;
- предел прочности при сдвиге внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции;
- модуль сдвига внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции.

5 Оборудование

5.1 Микрометр по ГОСТ 6507 с пределом допустимой погрешности не более 1 % от измеряемой величины. Диаметр микрометрического винта и пятки должен быть от 4 до 8 мм. Все измерения микрометром в соответствии с настоящим стандартом проводят с точностью до 0,05 мм.

По согласованию с заказчиком испытаний допускается применение аккредитованной испытательной лабораторией альтернативных измерительных устройств.

5.2 Машина испытательная универсальная по ГОСТ 28840, обеспечивающая растяжение или сжатие образцов с постоянной (регулируемой) скоростью перемещения активного захвата и измерение нагрузки с погрешностью не более 1 % от измеряемой величины.

5.3 Датчики перемещения, обеспечивающие измерение перемещения с погрешностью не более 1 % от предельного значения измеряемой величины.

5.4 Устройства фиксирующие (см. рисунок 1), которыми должна быть снабжена универсальная испытательная машина, состоящие из пары пластин и обеспечивающие растяжение или сжатие образцов.

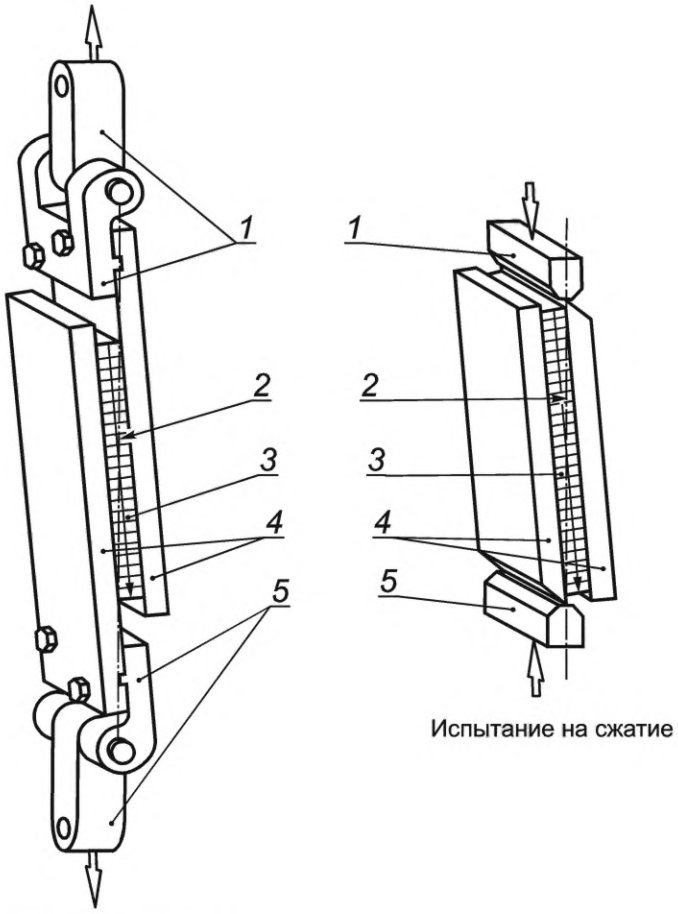
Пластины должны быть соответствующей длины, чтобы обеспечивать совпадение плоскости, соединяющей противоположные грани образца, с направлением действия растягивающей или сжимающей нагрузки (см. рисунок 1).

5.4.1 Пластины, используемые для испытания на растяжение, должны крепиться к шарнирным креплениям через болтовое или штифтовое соединение. Вся линия передачи нагрузки должна быть подвесного самовыравнивающегося типа.

5.4.2 Пластины, используемые для испытания на сжатие, должны иметь заостренные края и входить в нагрузочные блоки с V-образными пазами. Нагрузочные блоки должны жестко крепиться к захватам испытательной машины. Нагрузочные блоки должны перемещаться в одной плоскости, при этом отклонение осей нагрузочных блоков от плоскости не должно превышать 0,02 мм.

5.5 Камеры климатические, применяемые для испытания и кондиционирования образцов в заданных условиях, обеспечивающие поддержание постоянной относительной влажности с точностью ±3 % и температуры с точностью ± 3 °С.

5.6 Прибор для регистрации деформаций, обеспечивающий измерение деформаций с погрешностью не более 1 % от предельного значения измеряемой величины.



1 — верхнее шарнирное крепление/верхний нагрузочный блок; *2* — плоскость, в которой действует нагрузка; *3* — образец; *4* — нагрузочные пластины; *5* — нижнее шарнирное крепление/нижний нагрузочный блок

Рисунок 1 — Фиксирующее устройство

6 Образцы для испытаний

6.1 Для определения характеристик при сдвиге материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции используют количество образцов, установленное в нормативных документах или технической документации на изделие. При отсутствии таких указаний испытывают произвольное количество образцов, но не менее пяти.

6.2 Ширина образца должна быть не менее 50 мм, толщина образца должна соответствовать толщине «сэндвич»-конструкции, длина образца должна быть не менее 12*d*, где *d* — толщина образца.

Примечание — Если при испытаниях образцов происходит разрушение в области адгезионного взаимодействия внутреннего и внешнего слоев «сэндвич»-конструкции вместо сдвига во внутреннем слое, то допускается проводить испытания на образцах без внешних слоев, приклеивая пластины непосредственно на внутренний слой и делая соответствующую отметку в протоколе испытаний.

Измеряют длину, ширину и толщину образца (см. 5.1). Результат измерения округляют до третьей значащей цифры после запятой.

6.3 Образцы должны иметь ровную поверхность, без сколов, трещин и других дефектов, заметных при визуальном осмотре.

Все поверхности образцов должны быть плоскими. Внешние поверхности образцов, образуемые длиной и шириной, должны быть взаимно параллельными, боковые поверхности образцов должны быть попарно параллельными и перпендикулярными к внешним поверхностям образцов.

6.4 Образцы должны иметь маркировку.

Маркировка должна содержать порядковый номер образца, сведения о «сэндвич»-конструкции, из которой образец был получен.

Маркировка должна сохраняться в течение всего испытания, во всех условиях и режимах, установленных настоящим стандартом.

6.5 Перед кондиционированием образцы приклеивают к пластинам фиксирующих устройств. Адгезия между пластинами фиксирующего устройства и внешними слоями «сэндвич»-конструкции должна быть больше, чем нагрузка при сдвиге внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции.

7 Подготовка к проведению испытаний

Кондиционирование образцов проводят в соответствии с нормативными документами или технической документацией на изделие. Если в них не указаны условия кондиционирования, то перед испытанием образцы кондиционируют при одной из стандартных атмосфер по ГОСТ 12423.

8 Проведение испытаний

8.1 Температура воздуха и относительная влажность при проведении испытаний — в соответствии с требованиями нормативных документов или технической документации на изделие. Если в них не установлены требования к параметрам окружающей среды, то испытания проводят при стандартной атмосфере 23/50 по ГОСТ 12423.

8.2 Измеряют длину и ширину образца (см. 5.1). Результат измерения округляют до третьей значащей цифры после запятой.

8.3 Образец с фиксирующим устройством (см. 5.4) устанавливают в захваты универсальной испытательной машины (см. 5.2).

8.4 Устанавливают датчик перемещения (см. 5.3) на фиксирующее устройство для измерения относительного перемещения пластин. Точка контакта, в которой измеряют относительное перемещение пластин фиксирующего устройства, должна находиться посередине образца.

Примеры установки образцов в захватах универсальной испытательной машины, а также установки датчиков перемещения приведены в приложении А.

8.5 Устанавливают скорость перемещения активного захвата универсальной испытательной машины (см. 5.2) таким образом, чтобы образец разрушался в течение времени от 3 до 6 мин.

Рекомендуемая скорость перемещения активного захвата универсальной испытательной машины равна 0,5 мм/мин.

Примечание — Если оценить прочность образца не представляется возможным, необходимо повторять попытки со стандартной скоростью до тех пор, пока не будут выяснены предел прочности и пластичность системы, после чего допускается отрегулировать скорость.

8.6 Образец нагружают с заданной скоростью вплоть до его разрушения.

8.7 Для каждого образца записывают зависимость нагрузки от перемещения активного захвата универсальной испытательной машины, зависимость нагрузки от осевого смещения. Запись должна вестись непрерывно или через равные интервалы времени, заданные в нормативной или технической документации на изделие.

Также для каждого образца записывают нагрузку при текучести, максимальную нагрузку, разрушающую нагрузку, а также смещение в момент разрушения в этих точках.

При изменении деформируемости или возникновении начального повреждения образца записывают нагрузку и смещение в этих точках, а также режим разрушения.

Примечание — Если значительная часть разрушений происходит по краям образцов, то рекомендуется проверить способ приложения усилий к материалу. В число учитываемых факторов входят совмещение креплений, качество и целостность клеевого соединения, толщина образца, соотношение длины и толщины образца и точность/качество механической обработки.

8.8 Для каждого образца записывают режим и место разрушения образца. Для записи используют коды (см. таблицу 1), состоящие из трех символов.

Таблица 1

Символи его значение	Условный код	Расшифровка условного кода
Первый символ — Тип разрушения	S	Сдвиг внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции
	I	Разрушение внешнего слоя «сэндвич»-конструкции
	X	Разрушение между внешним и внутренним слоем «сэндвич»-конструкции
	O	Иное
Второй символ — Зона разрушения	A	На конце
	G	По толщине внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции
	C	Один угол
	V	Различные
	U	Неизвестно
Третий символ — Место разрушения	T	Верхняя часть
	M	Средняя часть
	B	Нижняя часть
	E	По всей длине
	V	Различные
	U	Неизвестно

8.9 Если разрушение образца происходит в месте клеевого соединения пластин фиксирующего устройства и внешних слоев «сэндвич»-конструкции, а также в месте соединения внутреннего слоя и внешних слоев «сэндвич»-конструкции, то полученный результат не засчитывают и проводят повторное испытание на новом образце.

Единственным приемлемым режимом разрушения является разрушение при сдвиге материала внутреннего слоя.

9 Обработка результатов

9.1 Напряжение при сдвиге τ, МПа, вычисляют по формуле

$$\tau = \frac{P}{L \cdot b}, \quad (1)$$

где P — значение мгновенной нагрузки, Н;
L — длина образца, мм;
b — ширина образца, мм.

9.2 Относительную деформацию при сдвиге γ вычисляют по формуле

$$\gamma = \frac{u}{c}, \quad (2)$$

где u — мгновенное смещение между нагрузочными пластинами, мм;
c — толщина материала внутреннего слоя образца, мм.

9.3 Толщину материала внутреннего слоя образца c, мм, вычисляют по формуле

$$c = d - 2t, \quad (3)$$

где d — толщина образца, мм;
t — толщина материала внешнего слоя образца, мм.

9.4 Условную прочность при сдвиге τ_{OS}, МПа, для материалов, деформация при сдвиге которых более 2 %, вычисляют по формуле

$$\tau_{OS} = \frac{P_{OS}}{L \cdot b}, \quad (4)$$

где P_{OS} — нагрузка при текучести при деформации сдвига 2 %, Н;
L — длина образца, мм;
b — ширина образца, мм.

Результат округляют до третьей значащей цифры.

9.5 Предел прочности при сдвиге τ_{max}, МПа, вычисляют по формуле

$$\tau_{max} = \frac{P_{max}}{L \cdot b}, \quad (5)$$

где P_{max} — максимальная приложенная нагрузка, Н;
L — длина образца, мм;
b — ширина образца, мм.

Результат округляют до третьей значащей цифры.

9.6 Модуль сдвига G, МПа, вычисляют по формуле

$$G = \frac{\frac{\Delta P}{\Delta u} \cdot c}{L \cdot b}, \quad (6)$$

где $\frac{\Delta P}{\Delta u}$ — наклон линейной части графика зависимости нагрузки от перемещения пластин, Н/мм (см. рисунок 2);
L — длина образца, мм;
b — ширина образца, мм.

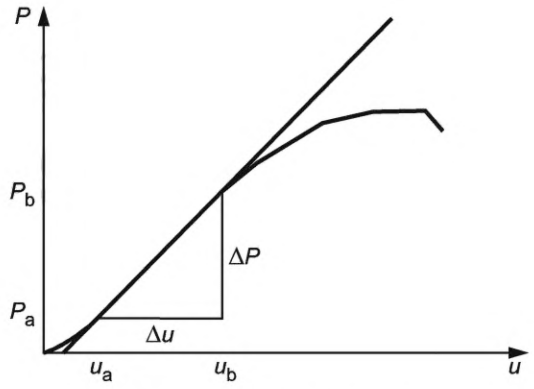


Рисунок 2 — График зависимости нагрузки от перемещения пластин

9.7 Среднее арифметическое значение условной прочности при сдвиге $\overline{\tau}_{OS}$, МПа, предела прочности при сдвиге $\overline{\tau}_{max_i}$, МПа, модуля сдвига $\overline{G}$, МПа, вычисляют по формуле

$$\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}, \quad (7)$$

где $\overline{x}$ — среднее арифметическое значение показателя;
x_i — значение для каждого испытанного образца условной прочности при сдвиге $\overline{\tau}_{OS}$, МПа, или предела прочности при сдвиге τ_{max_i}, МПа, или модуля сдвига G_i, МПа, соответственно;
n — число испытанных образцов.

Результат округляют до третьей значащей цифры.

9.8 Стандартное отклонение условной прочности при сдвиге $S_{\tau_{OS}}$, МПа, предела прочности при сдвиге $S_{\tau_{max}}$, МПа, модуля сдвига S_G, МПа, вычисляют по формуле

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - n\left[\overline{x}\right]^2}{n-1}}, \quad (8)$$

где S — стандартное отклонение условной прочности при сдвиге $S_{\tau_{OS_i}}$, МПа, или предела прочности при сдвиге $S_{\tau_{max}}$, МПа, или модуля сдвига S_G, МПа;

x_i — значение для каждого испытанного образца условной прочности при сдвиге τ_{OS_i}, МПа, или предела прочности при сдвиге τ_{max_i}, МПа, или модуля сдвига G_i, МПа, соответственно;

n — число испытанных образцов;

$\overline{x}$ — среднее арифметическое значение условной прочности при сдвиге τ_{OS_i}, МПа, или предела прочности при сдвиге $\overline{\tau}_{max}$, МПа, или модуля сдвига $\overline{G}$, МПа, соответственно.

Результат округляют до третьей значащей цифры.

9.9 Коэффициент вариации CV, %, вычисляют по формуле

$$CV = \frac{S}{\overline{x}} \cdot 100, \quad (9)$$

где S — стандартное отклонение условной прочности при сдвиге $S_{\tau_{OS}}$, МПа, или предела прочности при сдвиге $S_{\tau_{max}}$, МПа, или модуля сдвига S_G, МПа;

$\overline{x}$ — среднее арифметическое значение условной прочности при сдвиге τ_{OSi}, МПа, или предела прочности при сдвиге $\overline{\tau}_{max}$, МПа, или модуля сдвига $\overline{G}$, МПа, соответственно.

Результат округляют до третьей значащей цифры.

10 Протокол испытаний

10.1 Результаты проведения испытаний оформляют в виде протокола, содержащего:

- ссылку на настоящий стандарт;
- фамилию, инициалы и подписи должностных лиц, проводивших испытания;
- режим нагружения образца: растяжение или сжатие;
- описание испытуемого изделия: тип, происхождение, код ОКПО завода-изготовителя, номер партии, дату сертификации и срок действия сертификата;
- процедуру изготовления внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций: дата начала изготовления, дата окончания изготовления, характеристика процесса изготовления, описание используемого оборудования;
- характеристики внутреннего слоя и примененного адгезива в «сэндвич»-конструкции, например номинальная или измеренная толщина, плотность или (для материалов с сотовой конструкцией) размер ячеек;
- процедуру подготовки образца, включая схему и метод маркировки образца, метод отбора проб и метод механической обработки;
- данные по универсальной испытательной машине и фиксирующим устройствам (включая их размеры и примененный материал);
- длину, ширину и толщину каждого образца (до и после кондиционирования);
- условия кондиционирования;
- условия в климатической камере (при ее применении);
- относительную влажность и температуру воздуха при испытании;
- количество испытанных образцов;
- скорость перемещения активного захвата разрывной испытательной машины;
- условную прочность при сдвиге для материалов, деформация при сдвиге которых более 2 %, среднее арифметическое значение, стандартное отклонение и коэффициент вариации;
- предел прочности при сдвиге, среднее арифметическое значение, стандартное отклонение и коэффициент вариации;
- модуль сдвига, среднее арифметическое значение, стандартное отклонение и коэффициент вариации;

- зависимости нагрузки от перемещения активного захвата универсальной испытательной машины, зависимости нагрузки от осевого смещения;
- режим разрушения и место разрушения для каждого образца;
- дату проведения испытаний.

10.2 Дополнительно протокол должен содержать диаграммы деформирования и фотографии образцов.

Примечание — К протоколу могут быть приложены результаты любых неразрушающих испытаний образцов, проведенных до испытаний по настоящему стандарту, с целью установления особенностей структуры внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции.

Приложение А
(справочное)

Примеры установки образцов в зажимах универсальной испытательной машины

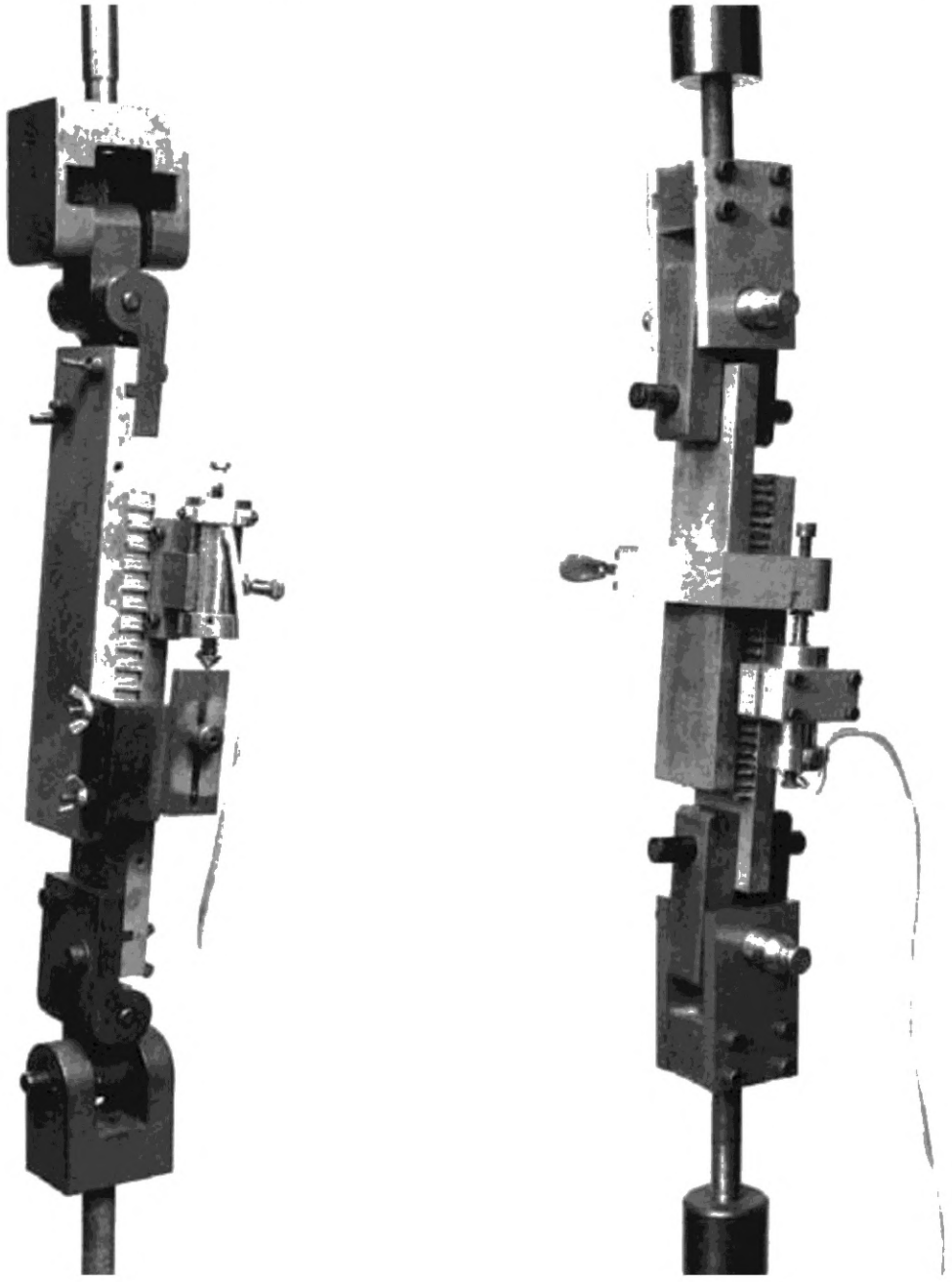


Рисунок А.1 — Пример установки образцов в захватах испытательной машины при испытании на растяжение

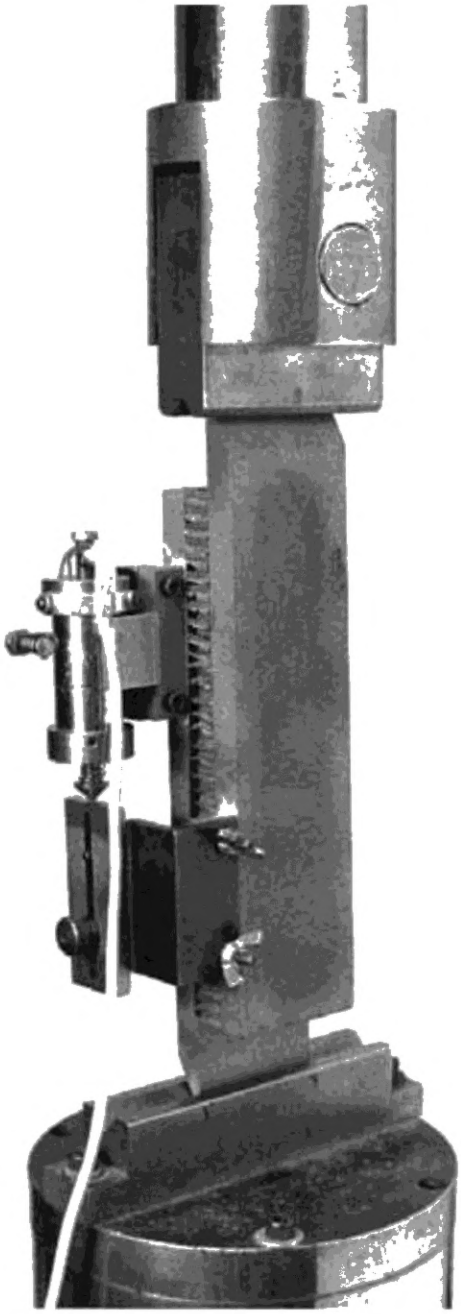


Рисунок А.2 — Пример установки образцов в захватах испытательной машины при испытании на сжатие

УДК 691.419.8:006.354

ОКС 83.080
19.020

Ключевые слова: композиты полимерные, механические характеристики при сдвиге, материалы внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции, «сэндвич»-конструкция

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 17.11.2023. Подписано в печать 27.11.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,58.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru