ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 57694— 2017

КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ

Метод определения характеристик при отверждении термореактивных смол

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2017

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации материалов и технологий» (ФГУП «ВНИИ СМТ») совместно с Автономной некоммерческой организацией «Центр нормирования, стандартизации и классификации композитов» при участии Объединения юридических лиц «Союз производителей композитов» на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

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 21 сентября 2017 г. № 1196-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к стандарту АСТМ Д4473—08 «Стандартный метод испытания пластмасс. Динамические механические характеристики. Поведение при отверждении» (ASTM D4473—08 «Standard Test Method for Plastics: Dynamic Mechanical Properties: Cure Behavior», MOD) путем изменения содержания отдельных структурных элементов, которые выделены вертикальной линией, расположенной на полях напротив соответствующего текста. Оригинальный текст этих структурных элементов примененного стандарта АСТМ и объяснение причин внесения технических отклонений приведены в дополнительном приложении ДА. При этом дополнительные слова, фразы, включенные в текст настоящего стандарта для учета потребностей национальной экономики Российской Федерации, выделены курсивом.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

Из подраздела 8.4 была исключена ссылка на АСТМ Е122 «Практические указания по расчету объема выборки с целью определения с заданной точностью среднего значения требуемого параметра для партии или процесса», так как она носит справочный характер.

Отдельные пункты и подпункты, не включенные в основную часть настоящего стандарта, приведены в дополнительном приложении ДБ.

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой указанного стандарта АСТМ приведено в дополнительном приложении ДВ

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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 (www.gost.ru)

© Стандартинформ, 2017

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 . . . 1
4 Сущность метода . . . 2
5 Аппаратура и реактивы . . . 2
6 Подготовка к проведению испытаний . . . 3
7 Проведение испытаний . . . 3
8 Обработка результатов . . . 5
9 Протокол испытания . . . 6
Приложение ДА (справочное) Оригинальный текст модифицированных структурных элементов . . . 8
Приложение ДБ (справочное) Оригинальный текст невключенных структурных элементов . . . 8
Приложение ДВ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем стандарта АСТМ . . . 11
Библиография . . . 11

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ

Метод определения характеристик при отверждении термореактивных смол

Polymer composites.
Method for determination of curing characteristics of thermosetting resins

Дата введения — 2018—02—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на термореактивные смолы и устанавливает метод определения характеристик при отверждении термореактивных смол. При использовании данного метода применяют динамические механические осцилляционные приборы для сбора и представления данных о механизме отверждения термореактивной смолы, а также для определения свойств при отверждении как смол без подложки, так и смол, помещенных на подложки, при различных колебательных деформациях в определенном температурном диапазоне.

Настоящий метод применим для диапазона частот от 0,01 до 100 Гц, однако рекомендованы низкочастотные условия испытаний, как правило, ниже 1,5 Гц, так как такие условия обеспечивают более точную и определенную информацию о поведении при отверждении.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 9293 (ИСО 2435—73) Азот газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 32794 Композиты полимерные. Термины 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 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 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 32794*.

Издание официальное

4 Сущность метода

Известное количество жидкой термореактивной смолы или пропитанную смолой подложку подвергают воздействию механических колебаний с постоянной частотой или с частотой собственных колебаний либо воздействию свободно затухающих колебаний. Испытания проводят или в изотермических условиях, или с линейным повышением температуры, или с использованием зависимости «время — температура», имитирующей условия применения.

Определяют модуль упругости, или модуль вязкости, или оба модуля образца при сдвиге или сжатии в зависимости от времени. Графики модуля упругости, тангенса угла механических потерь и коэффициента затухания в зависимости от времени/температуры показывают характеристики отверждения смолы. Время гелеобразования смолы при условиях испытания определяют как момент времени, при котором тангенс угла механических потерь достигает максимального значения, а модуль упругости выравнивается после увеличения.

Примечание — Конкретный метод измерений модуля упругости, модуля потерь и тангенса угла механических потерь зависит от принципов работы конкретного средства измерения.

5 Аппаратура и реактивы

5.1 Приспособления для испытаний

5.1.1 Используют один из приведенных ниже вариантов приспособления для испытаний.

5.1.2 Конус полированный и пластину диаметром 25 или 50 мм (с известным углом конуса) используют для удержания образца смолы. Допускается применять аналогичные приспособления, например нижние пластины с концентрическими ободками.

5.1.3 Пластины параллельные с гладкими полированными или рифлеными поверхностями используют для удержания смол или препрегов, содержащих менее 6 % летучих компонентов.

5.1.4 Зажимы используют для удержания образца полимерного композита.

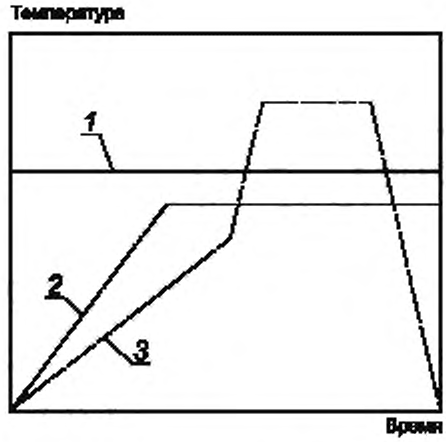
5.2 Устройство колебательной деформации, обеспечивающее приложение к образцу непрерывной колебательной деформации (относительной деформации). Деформацию (относительную деформацию) могут прикладывать, а затем снимать так же, как в устройствах формирования свободных колебаний, или прикладывать непрерывно, как в устройствах формирования вынужденных колебаний.

Примечание — Конкретные примеры различных способов приложения колебательной деформации приведены в [1].

5.3 Датчики для измерения зависимых и независимых экспериментальных параметров, таких как сила (напряжение или деформация), частота и температура. Измерение температуры проводят с погрешностью не более 1 °С, частоты — 1 % и силы — 1 %.

5.4 Регулятор температуры и печь — устройство для регулирования температуры, способное пошагово или с линейным изменением нагревать, охлаждать, поддерживать постоянной температуру образца или обеспечивать сочетание этих режимов. На рисунке 1 приведены типичные температурные профили. Регулятор температуры должен быть достаточно стабильным для возможности выполнения измерения температуры с погрешностью не более 1 °С.

5.5 Азот по *ГОСТ 9293* или другой инертный газ для продувки.



1 — кривая изотермического отверждения; *2* — схема изменения температуры; *3* — имитация технологического процесса

Рисунок 1 — Типичные температурные профили

6 Подготовка к проведению испытаний

6.1 Образцы

6.1.1 Форма образца (непосредственно смола, смола на подложке, препрег или полимерный композит) должна соответствовать ожидаемому применению конечного полимерного материала.

6.1.2 Размеры образца, которые могут быть использованы при динамическом механическом отверждении термореактивных смол, в данном методе испытаний не фиксированы. Так как на скорость отверждения может влиять толщина образца, для сравнения используют одинаковые объемы материала.

6.1.3 Смолы с низкой вязкостью допускается испытывать при помощи поддерживающей подложки.

6.1.4 В качестве подложки используют ткань или ленту из стекловолокна или плетеный стекло-корд. Жесткость подложки должна быть пренебрежимо мала по сравнению с пробой отвержденной смолы как при деформации при изгибе, так и при кручении. Допускают применение других подложек для изучения их влияния на механизмы отверждения.

Для приведения pH подложки к единому значению и для обеспечения отсутствия постороннего влияния для pH-чувствительных смол подложку вымачивают в дистиллированной воде, а затем сушат в вакууме.

6.2 Калибровка

Проводят калибровку используемой аппаратуры в соответствии с инструкциями производителя.

7 Проведение испытаний

7.1 Наносят смолу или помещают неотвержденный препрег на приспособление для испытаний. Смешение следует проводить менее чем через 1 % от ожидаемого времени гелеобразования.

7.2 При необходимости определяют характеристики влажности и другие характеристики, не зависящие от времени. *При необходимости проведения испытаний в определенной атмосфере продувают камеру для испытаний азотом, или другим инертным газом, или газом, содержащим определенное количество влаги.*

Меры предосторожности — При нагреве образца смолы до состояния отверждения может происходить выделение токсичных веществ, опасных для персонала и (или) коррозионных веществ, вредных для аппаратуры.

7.3 Метод А, образец без подложки

7.3.1 Образец помещают в устройство колебательной деформации и ожидают, пока температура образца достигнет уровня комнатной температуры. Если образец твердый, его предварительно помещают в печь и нагревают при температуре 100 °С в течение 5—10 мин для его размягчения. При необходимости используют вакуумную печь для дегазирования. Для смолы с низкой минимальной вязкостью применяют пластины диаметром 50 мм, с высокой минимальной вязкостью — пластины диаметром 25 мм.

7.3.2 Следят за тем, чтобы размеры образца были достаточными для равномерного покрытия нижней пластины.

7.3.3 Опускают верхнюю часть приспособления для испытания таким образом, чтобы она касалась отверждаемого материала.

7.3.4 Зазор между двумя параллельными пластинами должен составлять приблизительно 0,5 мм. Однако при оценке материалов с низкой вязкостью с использованием полированного конуса и пластины рекомендуемое значение зазора зависит от применяемой аппаратуры. Значения зазора, как правило, указывают в руководстве по эксплуатации устройства колебательной деформации.

7.3.5 Испытания с использованием полированного конуса и пластины следует проводить только при одной температуре. При любых изменениях температуры испытания необходимо корректировать значения зазора в соответствии с рекомендациями изготовителя устройства колебательной деформации.

7.3.6 Проводят определение характеристик при отверждении образца в соответствии с требуемыми параметрами времени и температуры, фиксируя соответствующие значения свойств.

7.4 Метод В, образец с подложкой

7.4.1 При испытании образца с подложкой или препрега с использованием полированного конуса и пластины или параллельных пластин проверяют наличие достаточного количества материала для полного заполнения площади нижней пластины.

7.4.2 Вставляют подложку между пластинами устройства колебательной деформации. Образец в форме диска (обычно диаметром 25 мм) вырезают вырубным штампом или сначала сжимают несколько слоев препрега (например, в течение 3 мин при температуре 77 °С и давлении 75 атм.), а затем из полученного листа вырезают вырубным штампом диск. Положение однонаправленно армированного наполнителя может влиять на характеристики при отверждении.

7.4.3 Для образцов с количеством слоев от трех до пяти рекомендуемое значение зазора — в диапазоне от 1 до 2 мм. Значение зазора произвольно и зависит от типа материала и числа слоев, для которых определяются характеристики. Зазор устанавливают не менее чем на 0,5 мм. Для испытаний образцов с подложкой не рекомендуется применять полированный конус и пластину.

7.4.4 При испытании образца полимерного композита (прямоугольной или цилиндрической формы) или неотвержденного препрега прямоугольной формы закрепляют образец при помощи зажимов.

7.4.5 Проводят определение характеристик при отверждении образца в соответствии с требуемыми параметрами времени и температуры, фиксируя соответствующие значения свойств.

7.5 Метод С, динамическое сжатие

7.5.1 Закрепляют образец в устройстве колебательной деформации в соответствии с 7.4.2, 7.4.3.

7.5.2 Слегка зажимают образец в форме диска и контролируют силу предварительного нагружения при помощи динамометра или соответствующего индикатора.

7.5.3 Проводят определение характеристик при отверждении образца в соответствии с требуемыми параметрами времени и температуры, фиксируя соответствующие значения свойств.

7.6 Удаляют избыточный материал, вытирая или очищая приспособление для испытаний при помощи лезвия бритвы, шпателя, ножа или горячего паяльника.

7.7 Изотермическое отверждение при повышенной температуре

7.7.1 В тех случаях, когда образец может быть помещен непосредственно в камеру для испытаний при повышенных температурах, перед введением образца устанавливают в камере требуемую температуру.

7.7.2 Необходимо исключить переход материала в режим переменного растягивающего напряжения, отрегулировав приспособление для испытаний для компенсации сжатия образца во время отверждения.

7.7.3 Для материалов, отверждаемых при линейном повышении температуры или при изменении температуры по определенной схеме, температуру в камере для испытаний изменяют в соответствии с

выбранной схемой. Хотя изменение температуры обусловливается технологическим процессом и изделием, во время нагрева следует контролировать повышение температуры с погрешностью не более 0,5 °С и соответствие рекомендуемой схеме с точностью от 2 °С до 5 °С. Значения, полученные при контроле, записывают и указывают в протоколе.

Примечания

1 При определении в условиях изотермического отверждения при повышенной температуре образцов неотвержденной смолы в жидком состоянии в системе могут образовываться разветвленные молекулы и гель с резким повышением вязкости и последующим стеклованием. В таких случаях на кривой затухания получают два пика: первый, обусловленный гелеобразованием, и второй — стеклованием. Если при испытании получают один пик, то в зависимости от температуры, молекулярной массы и других факторов, связанных с полимерной структурой, он обусловлен либо гелеобразованием, либо стеклованием.

2 Испытания отвержденного образца можно проводить после его охлаждения до комнатной температуры для получения динамических механических свойств в соответствии с методом [1].

7.8 Для обеспечения достаточного отклика крутящего момента следует использовать максимальную амплитуду деформации. При испытании смолы амплитуда деформации может изменяться от 1 % до 2 % и вплоть до 50 % и при этом все еще оставаться в линейной области вязкоупругих свойств испытуемого полимерного материала. При испытании препрегов рекомендуемая амплитуда деформации — менее 2 % при условии, что крутящий момент достаточен для диапазона измерения нагрузок датчика.

8 Обработка результатов

8.1 Модуль упругости G', модуль вязкости G'', комплексный модуль G^*, тангенс угла механических потерь d и комплексную вязкость n^* при сдвиге или при сжатии определяют в соответствии с инструкцией по эксплуатации устройства колебательной деформации.

Тангенс угла механических потерь d определяют исходя из графиков и построенных кривых.

8.2 Зависимость модуля упругости, модуля вязкости и термического ускорения или поведение при отверждении можно построить на графиках в зависимости от частоты, температуры или времени. Некоторые рекомендуемые формы для представления данных приведены на рисунках 2 и 3.

8.3 Точку пересечения модулей упругости G' и вязкости G'' (в которой тангенс угла механических потерь равен единице) принимают за точку гелеобразования термореактивной смолы или препрега (см. рисунок 4).

8.4 Для смол температура, соответствующая значению комплексной вязкости n^* 100 Па · с после первоначального нагрева, растекания и начала термического ускорения или отверждения, соответствует температуре динамического гелеобразования.

Примечание — Для расчета части реологических свойств применяют формулы, приведенные в [1].

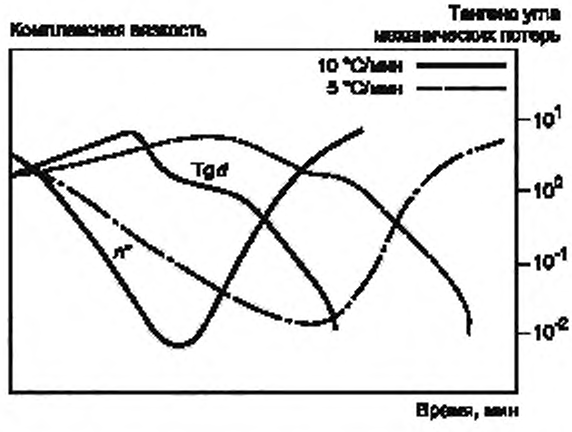


Рисунок 2 — Примеры кривых отверждения при различных температурных градиентах

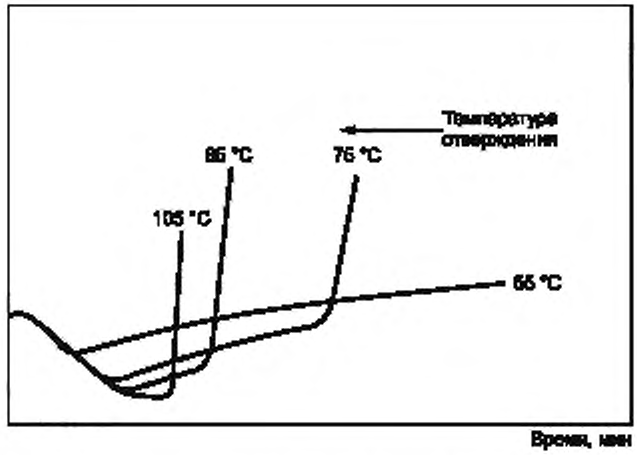
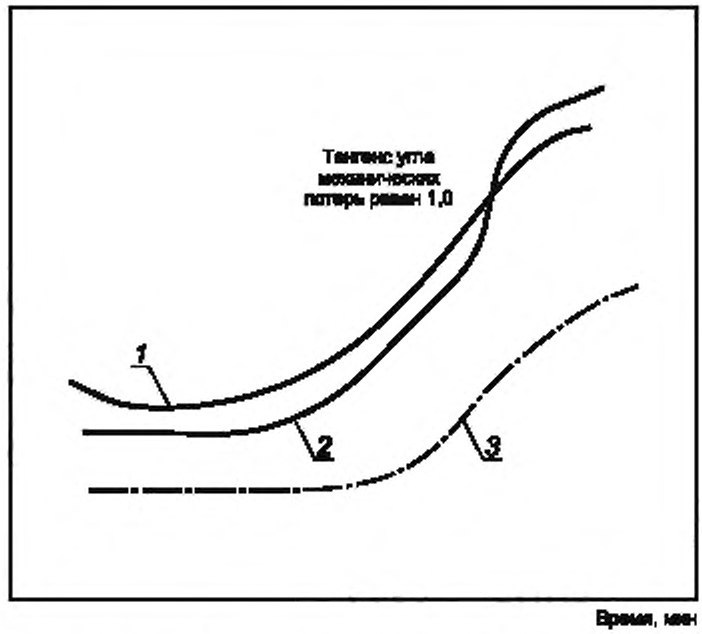


Рисунок 3 — Определение точки гелеобразования (скорость нагрева — 2 °С, начальная температура — 30 °С)



1 — свойства вязкости G^*; *2* — свойства упругости G'; *3* — комплексная вязкость

Рисунок 4 — Кривая изотермического отверждения после нагревания

9 Протокол испытания

Протокол испытания должен содержать:

- сведения о материале образца, в том числе об изготовителе, обозначении материала, процессе изготовления, объемной доле волокон и пористости;
- сведения об используемой подложке (если применялась);

- габаритные размеры составного образца, значения зазора, в случае образца с подложкой указывают также количество и положение слоев препрега;
- сведения об аппаратуре, используемой для испытаний;
- описание метода калибровки;
- сведения об атмосфере проведения испытания (состав и расход газа для продувки);
- сведения о кондиционировании образца;
- температуру или схему изменения температуры, используемую при исследовании отверждения (см. 7.7.3);
- результаты испытаний в табличной форме:
- таблица свойств упругости и вязкости, G', G^* и η^* в зависимости от времени или температуры. Например, время или температуру или и то и другое при повышении вязкости беспримесной смолы после начального растекания от минимального значения вязкости до 100 Па · с (динамическая точка гелеобразования смолы);
- минимальное значение вязкости, которая является нижней точкой на кривой вязкости при заданных условиях;
- точку гелеобразования, определенную как перекрещивание или пересечение G' и G^* (при тангенсе угла механических потерь = 1,0), после достижения минимального значения вязкости и начала образовывания структуры (при испытании смол с подложкой);
- начало гелеобразования как время, соответствующее пересечению касательных минимальной вязкости и последующему быстрому повышению вязкости вследствие термического ускорения;
- данные о количестве испытуемых образцов;
- график характеристик при отверждении в зависимости от времени в случае проведения испытаний более чем при одной температуре. В число характеристик поведения могут входить модуль G' или G'' или оба модуля, вязкость, крутящий момент;
- частоту при испытании или диапазон частот;
- дату проведения испытания;
- максимальную амплитуду деформации и частоту;
- уравнения, используемые для расчета значений.

Приложение ДА
(справочное)

Оригинальный текст модифицированных структурных элементов

ДА.1

11.1 При помощи уравнений, приведенных в АСТМ Д4065, вычисляют следующие важные реологические свойства:

11.1.1 Модуль упругости при сдвиге G'.

11.1.2 Модуль потерь (вязкости) при сдвиге G''.

11.1.3 Тангенс угла механических потерь d.

11.1.4 Комплексный модуль при сдвиге G^* и

11.1.5 Комплексная вязкость n^*.

Приложение ДБ
(справочное)

Оригинальный текст невключенных структурных элементов

ДБ.1

1.4 Настоящий метод применим для систем смола-подложка, у которых эффективный модуль упругости при сдвиге для неотвержденного материала выше 0,5 МПа.

1.5 Могут возникать очевидные расхождения в результатах, полученных при различающихся условиях испытаний. Данные отличия от результатов, наблюдавшихся при другом исследовании, обычно могут быть согласованы без изменения наблюдаемых данных путем полного представления (как описано в этом методе испытаний) условий, при которых были получены данные.

1.6 Из-за особенностей средств измерений, особенно в режиме сжатия, полученные данные могут указывать на относительные, а не на абсолютные значения свойств.

1.7 Данные испытаний, полученные при помощи этого метода испытаний, соответствуют и подходят для использования при техническом проектировании.

1.8 В настоящем стандарте не предусмотрено рассмотрение всех вопросов обеспечения безопасности, связанных с его применением. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за установление соответствующих правил по технике безопасности и охране здоровья, а также определяет целесообразность применения законодательных ограничений перед его использованием.

ДБ.2

5 Значимость и применение

5.1 Этот метод испытаний обеспечивает простые способы, позволяющие охарактеризовать поведение при отверждении термореактивных смол с использованием небольшого количества материала (менее 3—5 г). Полученные данные используют для контроля качества, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) и создания оптимальных условий обработки.

5.2 Динамические механические испытания представляют собой чувствительный метод определения характеристик отверждения путем измерения модулей упругости и модуля потерь в зависимости от температуры или времени или того и другого. Графики зависимости характеристик при отверждении и тангенса угла механических потерь материала от времени обеспечивают графическое представление поведения при отверждении при заданной кривой «время — температура».

5.3 Настоящий метод испытаний можно использовать для оценки:

5.3.1 Характеристик при отверждении, включая скорость отверждения, время гелеобразования и отверждения.

5.3.2 Технологических свойств, а также изменений в зависимости от времени (температуры).

Примечание 3 — Наличие подложки препятствует определению абсолютных значений, но обеспечивает возможность определения относительных значений реологических свойств при отверждении.

5.3.3 Результатов влияния технологической обработки.

5.3.4 Относительных характеристик смол, включая характеристики при отверждении и затухании.

5.3.5 Результатов влияния типов подложек на отверждение.

Примечание 4 — Из-за жесткости подложки время гелеобразования, полученное из записей динамических механических данных, будет продолжительнее фактического времени гелеобразования смолы без подложки, измеренного при такой же частоте. Эта разница будет больше у композитов с большим отношением жесткости подложки к жесткости полимера.

5.3.6 Воздействия добавок к составам, которые могут влиять на технологические или эксплуатационные характеристики.

5.4 Для многих материалов могут существовать технические условия, требующие применения этого метода испытаний, но с некоторыми методическими модификациями, имеющими преимущественную силу при соблюдении технических условий. Поэтому при применении этого метода испытаний рекомендуют ссылаться на спецификацию на материалы. В таблице 1 системы классификации D 4000 перечислены имеющиеся в настоящее время стандарты ASTM на материалы.

ДБ.3

6 Влияющие факторы

6.1 Поскольку для испытания используют небольшие объемы смолы, крайне важно, чтобы образцы были репрезентативными по отношению к испытуемому материалу.

6.2 Результатом определения является отклик термического ускорения или поведение при отверждении смолы совместно с подложкой, используемой для размещения смолы.

ДБ.4

7.1 Аппаратура должна обеспечивать постоянство заданных размеров и объема образца (непосредственно смола, неотвержденный состав или смола, нанесенная на подложку). Образец выступает в роли упругого диссипативного элемента в системе колебательного сдвига с механическим приводом или в системе динамического сжатия. Для определения динамических характеристик при отверждении при сдвиге, кручении или динамическом сжатии динамические механические приборы работают в одном или более из следующих режимов:

- вынужденные, постоянная амплитуда, фиксированная частота;
- вынужденные, постоянная амплитуда, резонансные колебания;
- свободно затухающие колебания.

ДБ.5

13 Точность и систематическая погрешность

Исследовали поведение двухкомпонентного состава эпоксидной смолы (отверждающейся аминами) при отверждении в соответствии с методом настоящего стандарта. В одной лаборатории два лаборанта провели двойное испытание на параллельных пластинах диаметром 25 мм с зазором 2 мм и испытательной частоте 6 рад/с.

Колебательную деформацию вначале установили на 10 %, хотя автоматическое управление деформацией в действительности обеспечивало возможность изменения деформации для обеспечения достаточного отклика первичного преобразователя по крутящему моменту. Изотермическое отверждение было установлено на температуру 65 °С.

Таблица 1

Лаборант	Время достижения отдельных значений комплексной вязкости	
	1E2 Па с	1E3 Па с
A-1	4,2 мин	5,8 мин
A-2	4,2 мин	6,0 мин
A-3	3,9 мин	5,2 мин
B-1	4,2 мин	5,9 мин
B-2	3,9 мин	5,2 мин

Окончание таблицы 1

Лаборант	Время достижения отдельных значений комплексной вязкости	
	1E2 Па · с	1E3 Па с
	Время достижения точки гелеобразования (тангенс угла механических потерь равен 1,0)	Комплексная вязкость в точке гелеобразования (тангенс угла механических потерь равен 1,0)
А-1	7,5 мин	5,3 E3 Па · с
А-2	7,6 мин	4,5 E3 Па · с
А-3	6,2 мин	4,5 E3 Па · с
В-1	7,5 мин	5,1 E Па · с
В-2	6,5 мин	5,1 E Па · с

Приложение ДВ
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем стандарта АСТМ

Таблица ДВ.1

Структура настоящего стандарта	Структура стандарта АСТМ Д4473—08
1 Область применения (1)	1 Область применения
2 Нормативные ссылки (2)	2 Ссылочные документы
3 Термины и определения (3)	3 Терминология
4 Сущность метода (4)	4 Сущность метода
5 Аппаратура и реактивы (7,9)	5 Значимость и применение*
6 Подготовка к проведению испытаний (8)	6 Мешающие факторы*
7 Проведение испытаний (10)	7 Аппаратура
8 Обработка результатов (11)	8 Образцы для испытаний
9 Протокол испытания (12)	9 Калибровка
Приложение ДА (справочное) Оригинальный текст модифицированных структурных элементов	10 Проведение испытаний
Приложение ДБ (справочное) Оригинальный текст невключенных структурных элементов	11 Вычисления
Приложение ДВ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем стандарта АСТМ	12 Протокол испытания
	13 Точность и систематическая погрешность**
	14 Ключевые слова***

* Данный раздел исключен, т. к. носит поясняющий характер.
** Данный раздел исключен, т. к. носит справочный характер.
*** Данный раздел исключен, ключевые слова приведены в библиографических данных.

Примечание — После заголовков разделов (подразделов) настоящего стандарта приведены в скобках номера аналогичных им разделов (подразделов) стандарта АСТМ.

Библиография

[1] ASTM D4065 Standard Practice for Plastics: Dynamic Mechanical Properties: Determination and Report of Procedures (Стандартная практика для пластмасс: Динамические механические характеристики. Определение и составление протоколов испытаний)

УДК 678.5:006.354 ОКС 83.080

Ключевые слова: композиты полимерные, усталостное расслоение, однонаправленно-армированные композиты, двухконсольный образец, частота, максимальная скорость высвобождения энергии деформации при циклическом нагружении, начало распространения усталостного расслоения

БЗ 9—2017/256

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 22.09.2017. Подписано в печать 04.10.2017. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,68. Тираж 22 экз. Зак. 1879.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123001 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru