

УДК 620.179.4:678.7

МЕТОД ИСПЫТАНИЙ НА АДГЕЗИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ СИСТЕМЫ ПОЛИМЕРНАЯ КЛЕЕВАЯ КОМПОЗИЦИЯ — МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ СПЛАВ

© А. М. Михальченков¹, В. Ф. Комогорцев², А. В. Дьяченко²*Статья поступила 2 июня 2014 г.*

Применение в виде покрытий полимерных клеевых абразивостойких дисперсионно-упрочненных материалов требует проведения исследований на адгезионную прочность системы полимерная клеевая композиция — поверхность детали. Известные методы не всегда могут обеспечить достоверность и сравнимость результатов испытаний таких материалов, имеющих разный состав и строение. Предложен метод испытаний, который заключается в продавливании исследуемого материала, сформированного на внутренней цилиндрической поверхности матрицы, пуансоном с помощью любого нагружающего устройства. Методика и приспособление позволяют проводить испытания указанных материалов различного состава, строения и механических свойств, обеспечивая получение достоверных данных при простоте устройства, возможности его неоднократного использования, несложности формирования покрытия.

Ключевые слова: испытания; адгезионная прочность; дисперсионно-упрочненные композиты; матрица; пуансон; нагружающее устройство; состав; строение; свойства; покрытия; материалы; полимеры.

В технических отраслях в настоящее время все большее значение приобретают композитные материалы на основе полимерных клеевых эпоксидных компаундов. Их применяют для формирования абразивостойких покрытий на рабочих поверхностях деталей. Для этого в эпоксидный материал (клей) вводят абразивные частицы природного или искусственного происхождения, в результате чего получают полимерный дисперсионно-упрочненный композитный материал повышенной сопротивляемости к абразивному изнашиванию. Частицы выполняют функцию противабразивной составляющей [1]. Наличие на контактирующих поверхностях таких веществ в виде покрытий позволяет значительно увеличить ресурс деталей, работающих в абразивной среде с высокой изнашивающей способностью (детали почвообрабатывающих, строительных, дорожных и мелиоративных машин) [2].

Эксплуатационные свойства упрочненных таким образом изделий определяются не только износостойкостью, но и прочностью сцепления сформированных покрытий с рабочей поверхностью. Эта прочность (адгезионная) исследуется лабораторным путем.

В настоящее время как в России, так и за рубежом [3, 4] разработаны многочисленные методы и устройства определения адгезионной прочности сцепления покрытий с подложкой. В большинстве случаев испытания сводятся к определению разрушающих усилий

или напряжений, возникающих при отрыве покрытия или при его сдвиге. Такие эксперименты проводятся на разрывных машинах как обычные механические испытания. Известны также методы испытаний, основанные на других принципах [5, 6]. Но использование всех этих методов ограничено исследованием адгезии тонких либо сверхтонких покрытий (пленок). Применительно же к покрытиям относительно большой толщины, сформированных из композитных материалов, такие методы не могут быть реализованы либо требуют дополнительных сложных устройств и приборной базы.

Действительно, методы, основанные на принципе отрыва покрытия от основы, вряд ли могут быть использованы при оценке адгезионных свойств покрытий, предназначенных для увеличения способности контактирующих поверхностей деталей сопротивляться их изнашиванию в абразивной среде. Это связано с тем, что направление действия сил от истирающей компоненты происходит по касательной к поверхности контакта покрытие — подложка и определяющими в этом случае будут касательные напряжения. В связи с таким механизмом силового воздействия следует применять методы, основанные на сдвиге сформированного покрытия относительно основы.

Одним из наиболее распространенных является способ испытания на сдвиг покрытия, согласно которому на часть поверхности цилиндрического образца (подложки) наносят тонкий слой изучаемого материала и продавливают его через матрицу с использованием разрывных машин [3, 4]. Прочность сцепления по-

¹ МГУПС — Брянский филиал МИИТ, г. Брянск, Россия; e-mail: mihalchenkov.alexandr@yandex.ru

² Брянская государственная сельскохозяйственная академия, г. Брянск, Россия.

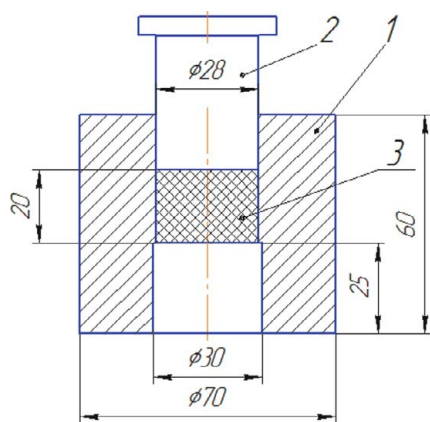


Рис. 1. Схема приспособления (устройства) для проведения испытаний: 1 — матрица; 2 — пуансон (шток); 3 — материал покрытия

крытия с подложкой оценивается по напряжению сдвига.

Но этот способ имеет существенные недостатки. В первую очередь это технологическая сложность формирования покрытия в виде тонкого кругового кольца. При нанесении полимерной клеевой композиции необходимо предварительно изготавливать кольцевую форму на цилиндрическом образце. Цилиндрический образец и отверстие в матрице должны быть изготовлены с высокой точностью сопряжения для исключения даже незначительных перекосов. В противном случае тонкие покрытия, испытывающие нагрузку, подвергаются неконтролируемому изгибу, что влияет на получаемые результаты. Иногда малая площадь нанесенного покрытия не обеспечивает его полного контактирования с поверхностью подложки. Существенные роли играют качество обработки и микроструктура того участка поверхности подложки, к которому крепится покрытие. Но и они могут существенно отличаться на различных участках подложки. Кроме того, объем наносимого композита столь мал, что не может полностью сочетать в себе все его свойства. В силу отмеченных недостатков этот метод не следует рекомендовать для исследований прочности сцепления полимерных клеевых композитов.

В данной работе предлагается способ проведения испытаний на сдвиговую адгезионную прочность полимерных клеевых композитов, основанный на использовании устройства, показанного на рис. 1. Оно отличается простотой и состоит из двух деталей: матрицы 1 и пуансона 2. Матрица из стали представляет собой цилиндр диам. 70 мм со ступенчатым отверстием, верхняя часть которого имеет меньший диаметр ($d = 28$ мм), чем нижняя ($D = 30$ мм). Длина верхнего отверстия составляет 35 мм, нижнего — 25 мм. В верхней части отверстия формируют исследуемый материал по высоте $h \approx 20$ мм. Такие геометрические параметры покрытия 20×30 мм позволяют получить площадь соприкосновения покрытия с подложкой, достаточную для полного учета наличия дисперсных



Рис. 2. Исходное состояние приспособления: а и б — матрицы — виды со стороны отверстий меньшего и большего диаметров; в — матрица и пуансон

частиц наполнителя. Величина диаметра отверстия дает возможность сформировать материал поверхности с заданной шероховатостью и различным профилем. Это обеспечивает максимально полное изучение влияния качества поверхности на уровень адгезии.

При этом формирование покрытия 3 (см. рис. 1) не вызывает никаких трудностей технического и технологического порядков. Для удержания формируемого материала нижнюю часть отверстия можно заполнить легко удаляемым материалом (например, пластилином). Предлагаемые способ и устройство позволяют формировать полимерный материал любого состава и строения. Большой диаметр нижнего отверстия обусловлен тем, что при продавливании образца опытного материала он должен беспрепятственно удаляться. Для исключения деформирования стенки матрицы ее толщина должна быть не менее 40 мм.

Шток (пуансон), также изготовленный из стали, имеет цилиндрическую ступенчатую форму (см. рис. 1). Верхняя часть большего диаметра обеспечивает более равномерное распределение нагрузки и увеличивает площадь контакта с силовым механизмом. Длина пуансона должна быть достаточной для полного выдавливания опытного материала. Его геометрические параметры выбраны с условием исключения пластического деформирования и нарушения жесткости.

Подвижное сопряжение поверхностей пуансона и отверстия не требует, как в рассмотренном выше методе, чрезмерной точности изготовления, т.е. достаточно чистового точения.

Методика проведения испытаний состоит из трех этапов: первый — изготовление матрицы и пуансона; второй — формирование материала покрытия; третий — проведение испытаний.

Матрицу и пуансон изготавливают чистовым точением и сверлением в соответствии с размерами (по чертежу). Внутренняя поверхность также подвергается чистовому точению для обеспечения необходимой точности сопряжения отверстие — шток (рис. 2).

После изготовления матрицы и пуансона формируют объем испытуемого материала (рис. 3). Для этого нижнее отверстие заполняют пластилином до нижнего обреза верхнего отверстия. Подготавливают полимерную клеевую композицию заданного состава, и в жидком состоянии ее заливают в полость верхнего отверстия согласно установленной высоте

(около 20 мм). После полимеризации композиции (примерно через 24 ч в естественных условиях) пластилин удаляется.

На третьем этапе проводят испытание путем выдавливания сформированного материала с помощью разрывной машины Р-05. Устанавливают разрушающую нагрузку и путем ее деления на площадь контакта определяют предельное напряжение сдвига.

В результате проведенной работы можно сделать следующие заключения.

Предлагаемые методика и приспособление позволяют проводить испытания на адгезионную прочность полимерных клеевых композиционных дисперсионно-упрочненных материалов различного состава и строения, обеспечивая получение достоверных экспериментальных данных. Кроме того, приспособление отличается простотой технологического исполнения, может быть неоднократно использовано и не требует сложных операций при формировании покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2463754 Российская Федерация. Способ повышения ресурса плунжерных лемехов песчано-клеевыми композициями / Михальченков А. В., Михальченкова М. А., Кожухова Ю. И., Козарез И. В.; заявители и патентообладатели Михальченков А. В., Михальченкова М. А., Кожухова Ю. И., Козырев И. В. — № 2008143859/1; заявл. 05.11.08, опубл. 20.10.2012. Бюл. № 29.
2. Михальченков А. М., Кожухова Ю. И., Случевский А. М. Песчано-клеевые композиции повышают ресурс отвалных корпусов / Сельский механизатор. 2009. № 4. С. 29.
3. Левкина Н. Л., Бычкова Е. В. Адгезия в полимерных композиционных материалах. — Саратов: СГТУ, 2005. — 20 с.
4. Дерягин Б. В., Чураев Н. В., Муллер В. М. Поверхностные силы — М.: Наука, 1985. — 398 с.
5. ГОСТ 15140–78. Материалы лакокрасочные. Метод определения адгезии. — М.: Изд-во стандартов, 1978.
6. Пат. 2406076 Российская Федерация. Способ определения адгезии диэлектрической пленки к твердому основанию (варианты) / Егунова Н. Г., Полутков А. Г.; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Научно-производственный комплекс «ЭЛАРА» имени Г. А. Ильенко (ОАО «ЭЛАРА») — 2009137104/28; заявл. 08.10.09, опубл. 10.12.10. Бюл. № 34.



Рис. 3. Схема сборки образца и проведения испытания: а — пластилиновая вставка; б — сформированный испытуемый материал; в — собранный образец; г — испытание на разрывной машине Р-05

REFERENCES

1. RF Pat. No. 2463754. Sposob povysheniya resursa plunzhernykh lemekhov peschano-kleevymi kompozitsiyami / Mikhal'chenkov A. V., Mikhal'chenkova M. A., Kozhukhova Yu. I., Kozarez I. V. — N 2008143859/1; appl. 05.11.08, publ. 20.10.2012. Byull. N 29 [in Russian].
2. Mikhal'chenkov A. M., Kozhukhova Yu. I., Sluchevskii A. M. Peschano-kleevye kompozitsii povyshayut resurs otval'nykh korpusov / Sel'skii Mekhanizator. 2009. N 4. . 29 [in Russian].
3. Levkina N. L., Bychkova E. V. Adgeziya v polimernykh kompozitsionnykh materialakh. — Saratov: Izd. SGTU, 2005. — 20 p. [in Russian].
4. Deryagin B. V., Churaev N. V., Muller V. M. Poverkhnostnye sily. — Moscow: Nauka, 1985. — 398 p. [in Russian].
5. State Standard GOST 15140–78. Materialy lakokrasochnye. Metod opredeleniya adgezii. — Moscow: Izd-vo standartov, 1978.
6. RF Pat. 2406076. Sposob opredeleniya adgezii dielektricheskoi plenki k tverdomu osnovaniyu (varianty) / Egunova N. G., Polutov A. G. — N 2009137104/28; appl. 08.10.09, publ. 10.12.10. Byull. N 34.