

**ИССЛЕДОВАНИЕ СМАЧИВАЕМОСТИ УГЛЕРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ  
ПОЛИУРЕТАНОВЫМ СВЯЗУЮЩИМ РЕЗИСТИВНЫХ КОМПОЗИТОВ**С.В. Павлов

Научный руководитель: к.т.н. С.В. Мелентьев

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [sergey\\_pavlov1994@mail.ru](mailto:sergey_pavlov1994@mail.ru)**INVESTIGATION WETTABILITY OF CARBON COMPONENTS  
WITH THE POLYURETHANE BINDER OF RESISTIVE COMPOSITES**S.V. Pavlov

Scientific Supervisor: cand. of technical sc. S.V. Melentyev

Tomsk state university of architecture and building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [sergey\\_pavlov1994@mail.ru](mailto:sergey_pavlov1994@mail.ru)

**Abstract.** *The research paper deals with influence wettability of carbon components with the polyurethane binder of resistive composites. We have revealed that the polyurethane lacquer wets up to 25 wt. % of C-1 and GE-3 particles, which results in their uniform distribution over the entire volume of the binder and homogeneity of RCMs. Zero wetting of the same weight percentage is observed in the case of K-163 carbon black, which gives rise to caking and distortion of homogeneity of the composite coating after its formation and its further cracking after heat treatment. The wetting capacity of K-163 carbon black in the polyurethane lacquer is improved using a DISPERBYK-2155 dispersing agent in the amount of 10 wt. % with respect to the binder. The resulting experimental data indicate that C-1 particles exhibit the best wettability, hence their adhesion strength with the binder would be higher than that of GE-3 graphite element and K-163 carbon black.*

**Введение.** Развитие машиностроения неразрывно связано с разработкой новых функциональных композитов, в частности, композиционных резистивных материалов (КРМ) на основе полиуретана и углеродного наполнителя, используемые в виде термоактивных покрытий технологического оборудования. Разработка оптимального состава КРМ требует проведения экспериментальных исследований его основных свойств. Природа и распределение частиц активного компонента в КРМ оказывает существенное влияние на его свойства, в частности, механические. На выбор функционального наполнителя для использования в КРМ важную роль оказывает его смачиваемость связующим [1]. Исследование смачиваемости наполнителей полиуретановым связующим необходимо для определения возможности их комкования и гранулирования.

В связи с вышесказанным, целью данной работы является исследование смачиваемости частиц углеродного наполнителя полиуретановым связующим КРМ.

**Материалы и методы исследования.** Для проведения исследования, в работе предложено в качестве связующего КРМ использовать полиуретановые лаки (ПУЛ) VM 700 GLOSS и Kontradid D3010, а качестве функционального наполнителя графит элементный ГЭ-3, коллоидно-графитовый препарат С-

1, канальную сажу К-163 (рис. 1). Смачиваемость углеродных наполнителей определяли по доли массы затонувших частиц, насыпанных тонким слоем на поверхности ПУЛ [2].

**Экспериментальная часть.** Установлено, что используемые лаки смачивают частицы С-1 и ГЭ-3, взятые в количестве до 25 мас. %, что приводит к их равномерному распределению в связующем и, как следствие, к однородности КРМ (рис. 2, таблица 1). При увеличении количества С-1 и ГЭ-3 до 26 мас. % наблюдается ухудшение их смачиваемости ПУЛ. Худшей смачиваемостью обладают частицы К-163 взятые в количестве до 25 мас. %, вследствие чего покрытие не выглядит однородным, наблюдается его комкование (рис. 3, а). Термическая обработка приводит к дальнейшему его растрескиванию (рис. 3, б). Повышение способности к смачиванию частиц К-163 связующим можно достигнуть использованием диспергатора, например, DISPERBYK-2155 на полиуретановой основе (10 %). Аппретирование приводит к увеличению смачиваемости и равномерному распределению по всему объему ПУЛ (рис. 3, в). При анализе морфологии КРМ с К-163 (рис. 3, в) и С-1 (рис. 2, а) видно, что покрытия с С-1 более однородны при одном и том же содержании в ПУЛ.

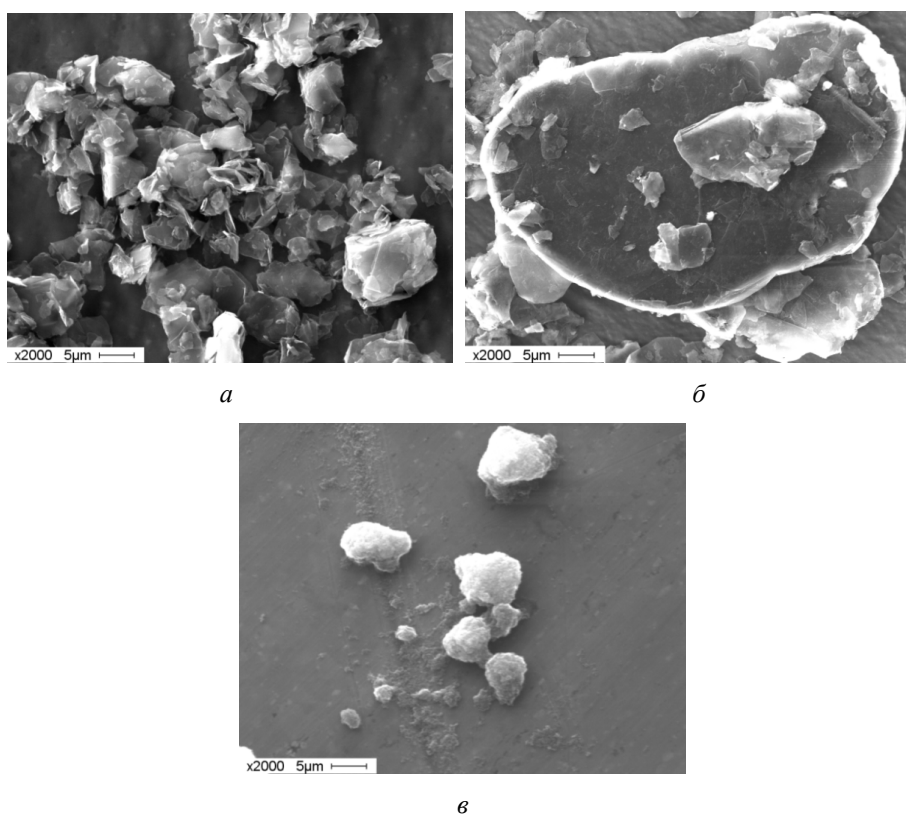


Рис. 1. Фотографии частиц наполнителей: а – С-1; б – ГЭ-3 и в – К-163

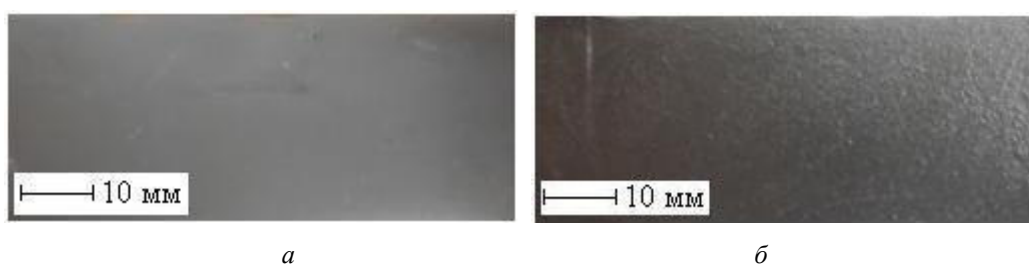


Рис. 2. Фотографии поверхности КРМ с наполнителем: а – С-1; б – ГЭ-3

Таблица 1

Определение смачивания токопроводящих наполнителей ПУЛ GLOSS и Kontracid

№ п/п	Углеродный наполнитель	Время смачивания, мин						
		1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
1	С-1	На поверхности связующего, мас. %						
		10	15	20	25	26	27	30
		Доля погруженных частиц, мас. %						
2	ГЭ-3	На поверхности связующего, мас. %						
		10	15	20	25	25	26	30
		Доля погруженных частиц, мас. %						
3	К-163	На поверхности связующего, мас. %						
		10	15	20	25	25	26	30
		Доля погруженных частиц, мас. %						
		7,1	7,7	8,4	8,9	9,4	9,9	10,2

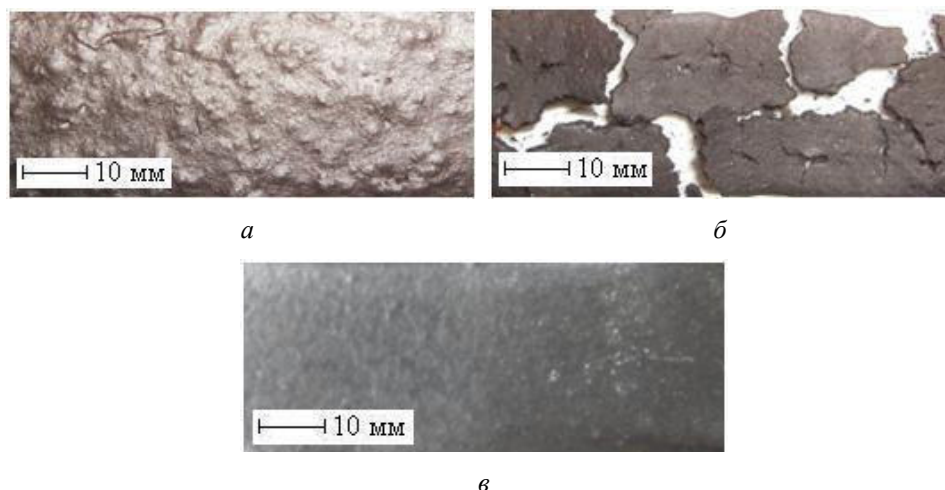


Рис. 3. Фотографии поверхности КРМ с наполнителем К-163: а – комкование покрытия; б – растрескивание покрытия после сушки; в – покрытие после аппретирования

**Закключение.** Таким образом, в работе установлено, что плохой смачиваемостью в полиуретане обладают частицы К-163, что приводит к необходимости обработки ее поверхности. Как показали измерения механических свойств КРМ [3], максимальные значения твердости ( $409 \pm 9$ ) МПа и адгезионной прочности ( $28,17 \pm 0,29$ ) Н достигаются при введении в ПУЛ частиц С-1, что объясняется их наилучшей смачиваемостью связующим, следовательно, адгезионная прочность сцепления между его частицами и связующим будет выше чем у ГЭ-3 и К-163.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зимон А.Д. Адгезия жидкости и смачивание. – М.: Химия, 1974. – 412 с.
2. Пат. 2457464 РФ. МПК G 01 N 13/00. Способ определения смачиваемости порошковых материалов / В.А. Архипов [и др.]. Заявлено 28.02.2011; Опубл. 27.07.2012, Бюл. № 21. – 11 с.
3. Potekaev A.I. Investigation of mechanical properties of a resistive material based on carbon-filled polyurethane // Russian Physics Journal. – 2016. – Vol. 59, № 1. – P. 151–153.