

УДК 677.494

Растекание полимерных связующих и смачивание арамидных и углеродных жгутов

Данилова Екатерина Александровна

katyusha.danilova.02@yandex.ru

Иваньков Роман Русланович

Котомин Сергей Владимирович

servk@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Исследование смачиваемости углеродных (UMT42S-3K, UMT49S-12K) и арамидных волокон полимерными связующими показало, что цианакрилатный клей эффективнее пропитывает арамидные волокна (0,95 масс. д.) по сравнению с эпоксидным связующим (0,67 масс. д.). Для углеродных волокон разница менее заметна. Результаты демонстрируют зависимость смачиваемости от природы волокна и связующего, что важно для создания композитов с улучшенными свойствами.

Ключевые слова: смачиваемость, углеродные волокна, арамидные волокна, полимерные связующие, адгезия, композиционные материалы

Spreading of polymer binders and wetting of aramid and carbon bundles

Danilova Ekaterina Alexandrovna

katyusha.danilova.02@yandex.ru

Ivankov Roman Ruslanovich

Kotomin Sergey Vladimirovich

servk@bmstu.ru

BMSTU, Moscow, Russia

Abstract. The study of wettability of carbon (UMT42S-3K, UMT49S-12K) and aramid fibers by polymer binders revealed that cyanoacrylate adhesive demonstrates better impregnation of aramid fibers (0.95 wt. fraction) compared to epoxy binder (0.67 wt. fraction). For carbon fibers, the difference was less pronounced. The results highlight how wettability depends on fiber and binder properties, providing insights for developing composite materials with enhanced characteristics.

Keywords: wettability, carbon fibers, aramid fibers, polymer binders, adhesion, composite materials

Введение. Смачиваемость углеродных и арамидных волокон полимерными связующими играет ключевую роль в формировании адгезионного контакта на границе раздела волокно-матрица, что напрямую влияет на механические свойства композиционных материалов, такие как прочность при растяжении, сдвиге и ударная вязкость [1, 2]. Несмотря на существование стандартных методов оценки смачиваемости (например, измерение краевого угла), они часто не учитывают динамические условия реальной пропитки при производстве композитов. В данной работе исследуется смачиваемость отечественных

углеродных (UMT42S-3K, UMT49S-12K) и арамидных (Русар-НТ) волокон эпоксидным (ВСЭ-30) и цианакрилатным связующими в условиях, приближенных к технологическим процессам [2].

Методы и материалы; результаты. Для изучения смачиваемости использовался метод, основанный на растекании полимерного связующего по горизонтально натянутому жгуту волокна с последующим отверждением и измерением длины и массы пропитанного участка. В качестве объектов исследования выбраны эпоксидное связующее ВСЭ-30 производства ВИАМ [3] и цианакрилатный клей «Супер-клей». Углеродные волокна UMT42S-3K и UMT49S-12K, а также арамидный жгут Русар-НТ служили основными материалами для пропитки. Метод позволил оценить не только степень смачиваемости, но и влияние вязкости связующего на процесс пропитки.

Обсуждение. Основными параметрами, которые определяют смачиваемость углеродных волокон жидкими связующими, являются химическая природа полимерной матрицы, а также состояние поверхности наполнителя [2]. Распространенные методы изучения краевого угла смачивания монокристаллов или капиллярного поднятия жидкого связующего по жгуту являются, как правило, статическими и отличаются от условий смачивания в реальных динамических условиях пропитки волокон при получении композитов. Для изучения смачиваемости был использован метод, предложенный в работе [2]. Суть метода заключается в изучении растекания полимерного связующего, нанесенного на горизонтально натянутый жгут углеродного или арамидного волокна, с дальнейшим отверждением и определением длины и массы пропитанного участка.

Заключение. Показано, что содержание цианакрилатного связующего в пропитанном участке арамидного жгута составляет 0,95 масс. д., что существенно выше, чем у эпоксидного связующего 0,67 масс. д. Это можно объяснить как различной смачиваемостью, так и различной вязкостью полимерных связующих. В случае УВІ и УВІІ содержание эпоксидного связующего в пропитанном участке оказалось практически одинаково — 0,68 и 0,67 масс. д. соответственно. Содержание цианокрилатного клея в пропитанном участке составило 0,65 масс. д. для УВІ и 0,41 масс. д. для УВІІ. Таким образом, эпоксидное связующее и цианокрилатный клей по-разному смачивают углеродные и арамидные волокна в условиях капиллярной пропитки. Это связано с различием в химической природе и структуре волокон.

Список источников

- [1] Сидорина А.И. Модификация поверхности углеродных армирующих наполнителей для полимерных композиционных материалов электрохимической обработкой (обзор). *Труды ВИАМ*, 2022, № 4 (110), с. 61–74.
- [2] Ilyin S.O., Kotomin S.V. Effect of nanoparticles and their anisometry on adhesion and strength in hybrid carbon-fiber-reinforced epoxy nanocomposites. *Journal of Composites Science*, 2023, vol. 7 (4), art. no. 147.
- [3] *Каталог материалов ФГУП ВИАМ*. URL: <https://catalog.viam.ru/catalog/epoksidnye/svyazuyushchee-epoksidnoe-marki-vse-30-s-temperaturoy-otverzhdeniya-do-120-/> (дата обращения 31.03.2025).