

Таким образом, в работе впервые получены композиты БрАМц9-2/Udimet500 с различным соотношением компонентов методом электронно-лучевой аддитивной технологии. Установлено, что с увеличением содержания Udimet500 в БрАМц9-2 происходит повышение предела прочности на 75% по сравнению с прочностью чистой алюминиевой бронзы за счет формирования пересыщенного твердого раствора Ni в α -Cu, интерметаллидной фазы AlNi и карбида $M_{23}C_6$.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ НШ-1174.2022.4 и государственного задания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW-2021-0012.

Список литературы

1. Lu S.L., Meenashisundaram G.K., Wanga P, Nai S.M.L., Wei J. The combined influence of elevated pre-sintering and subsequent bronze infiltration on the microstructures and mechanical properties of 420 stainless steel additively manufactured via binder jet printing // Additive Manufacturing. – 2020. – Vol. 34. – Article number 101266.
2. Osipovich K.S., Astafurova E.G., Chumaevskii A.V., Kalashnikov K.N., Astafurov S.V., Maier G.G., Melnikov E.V., Moskvina V.A., Panchenko M.Yu., Tarasov S.Yu., Rubtsov V.E., Kolubaev E.A. Gradient transition zone structure in “steel–copper” sample produced by double wire-feed electron beam additive manufacturing // Journal Materials Science. – 2020. – Vol. 55. – P. 9258–9272.
3. Meigh H. Cast and Wrought Aluminium Bronzes: Properties, Processes and Structure. – USA: CRC Press, 2018. – 868 P.
4. Зыкова А.П., Панфилов А.О., Чумаевский А.В., Воронцов А.В., Никонов С.Ю., Москвичев Е.Н., Гурьянов Д.А., Савченко Н.Л., Тарасов С.Ю., Колубаев Е.А. Особенности формирования микроструктуры и механических свойств алюминиевой бронзы при различном тепловложении во время электронно-лучевой аддитивной печати // Известия вузов. Физика. – 2022. – № 5. – С. 45–51.

ГИБРИДНЫЕ СКЭФФОЛДЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИ(L-МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ) И ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА С УЛУЧШЕННЫМ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ОТКЛИКОМ

И. ПАРИЙ, Р.В. ЧЕРНОЗЕМ, М.А. СУРМЕНЕВА, Р.А. СУРМЕНЕВ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, пр. Ленина, 43, Томск, Томская обл., 634034

Поли (l-молочная кислота) (PLLA) является широко известным биоразлагаемым и биосовместимым синтетическим полиэфиром, который может быть получен из возобновляемых источников [1, 2]. PLLA также является пьезоактивным полимером с пьезоэлектрическим коэффициентом $d_{14} \sim 10$ пКл/Н [3], что, однако, меньше, чем у PVDF и это ограничивает его широкое применение [4, 5]. Восстановленный оксид графена (ВОГ) является перспективным материалом, который может быть использован для увеличения пьезоэлектрических свойств, он вызывает большой интерес ученых в области тканевой инженерии благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам и биосовместимости [6].

Данная работа сосредоточена на исследовании влияния восстановленного оксида графена (rGO) на морфологию, структуру, термическое поведение и пьезоэлектрические

характеристики PLLA скэффолдов. Для исследования образцов использовались сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), спектроскопия комбинационного рассеяния, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС), рентгеноструктурный анализ (РСА), дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК), силовая микроскопия пьезоотклика (ПСМ).

По результатам СЭМ можно сделать вывод, что добавление ВОГ не приводит к появлению дефектов и агломератов. Результаты рамановской спектроскопии подтверждают наличие наполнителя в композитных волокнах и позволяют установить механизмы взаимодействия наполнителя и полимера. Результаты РФЭС показывают, что ВОГ находится преимущественно у поверхности волокон. По данным РСА все образцы имеют нанокристаллическую структуру, при этом данные ДСК показывают, что композитные скэффолды с 1.0% мас. ВОГ имеют наибольшую степень кристалличности (22 %). Эффективные вертикальный и латеральный пьезоотклики волокон PLLA усиливаются в 2,3 и 15,4 раза, соответственно, при добавлении 0,2 мас.% ВОГ по сравнению с чистыми PLLA волокнами.

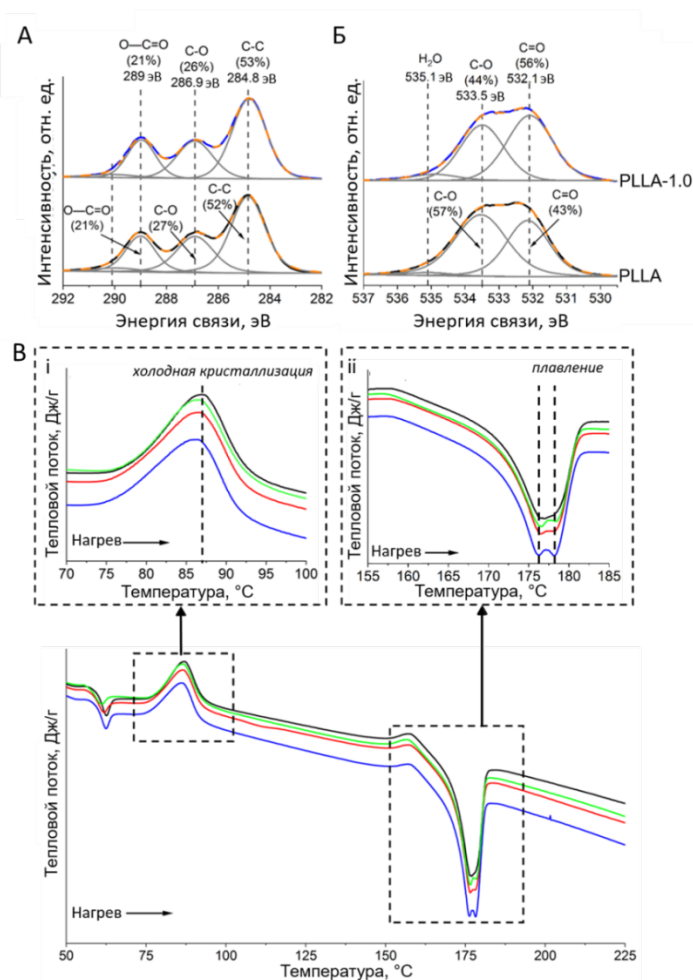


Рисунок 1 – (А, Б) РФЭС-спектры высокого разрешения для скэффолдов из чистого PLLA и PLLA-1.0 с относительной площадью пика (%) и (В) Кривые ДСК для PLLA и PLLA – ВОГ скэффолдов: (i) кривые холодной кристаллизации, (ii) кривые плавления

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда в рамках гранта № 22-13-20043 <https://www.rscf.ru/project/22-13-20043/> и при финансовой поддержке Администрации Томской области. Авторы признательны за помощь А.М.С. Джехану в подготовке результатов.

Список литературы

1. Garlotta D., Journal of Polymers and the Environment, 9 (2001) 63-84.
2. Nijenhuis A.J., Grijpma D.W., Pennings A.J., Macromolecules, 25 (1992) 6419-6424.
3. Ochiai T., Fukada E., Japanese Journal of Applied Physics, 37 (1998) 3374-3376.
4. Weng W., Song S., Cao L., Chen X., Cai Y., Li H., Zhou Q., Zhang J., Su J., Journal of Nanomaterials, 2014 (2014) 1-7.
5. Hu Y., Kang W., Fang Y., Xie L., Qiu L., Jin T., Applied Sciences, 8 (2018) 836.
6. Shin S.R., Li Y.-C., Jang H.L., Khoshakhlagh P., Akbari M., Nasajpour A., Zhang Y.S., Tamayol A., Khademhosseini A., Advanced Drug Delivery Reviews, 105 (2016) 255-274.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ

А.В. ПЕРЕВАЛОВ, А.И. БЕРДЮГИН, А.В. БАДЬИН

Национальный исследовательский Томский государственный университет

E-mail: a.v.perevalov@mail.ru

В настоящее время создание композитных материалов, пригодных для применения в радиоэлектронной аппаратуре крайневысокочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов, является важной научной задачей. На их основе возможно строить узлы аппаратуры с частотно-избирательными свойствами, или изготавливать поглотители электромагнитного излучения, обеспечивающие электромагнитную совместимость. Электродинамическое моделирование (ЭДМ) позволяет создавать модель трёхмерной структуры из композиционных материалов с заданными селективными свойствами и оценивать ее функциональные особенности [1].

В данной статье приведены результаты ЭДМ конструкции из композитного акрилонитрил бутадиен стирола (АБС-пластик), модифицированного многостенными углеродными нанотрубками (АБС/МУНТ). Данный материал отличается повышенной электрической проводимостью [2, 3]. Для получения частотных зависимостей коэффициентов прохождения и отражения в работе использовался метод конечных разностей во временной области (FDTD) [4], реализованный в разделе Microwave Studio (MWS) программного пакета CST Studio Suite. Целью работы является оценить пригодность АБС/МУНТ для изготовления поглотителей или фильтров КВЧ излучения диапазона 100-300 ГГц.

Для получения объёмного распределения электромагнитного поля (ЭМП) внутри материала и частотных характеристик S -параметров были разработаны две 3D-модели. Они представляют из себя диэлектрической подложку (основание) из АБС-пластика, на которую нанесены композиционные шайбы диаметром 2 мм и высотой 0,2 мм.

Для КВЧ диапазона используемый АБС/МУНТ можно считать однородным материалом, поэтому его параметры заданы при помощи частотной зависимости комплексной относительной диэлектрической проницаемости, как и у АБС-пластика. В таблице 1 представлены электрофизические параметры используемых материалов, полученные в результате измерения методом свободного пространства на спектрометре терагерцового диапазона СТД-21 при нормальном падении плоской электромагнитной волны.