

### Список литературы

1. Морозкина С. Н., АнтимONOва О. И., Шавва А. Г. Некоторые биологические свойства урсоловой и бетулиновой кислот // *Российский биотерапевтический журнал*, 2008. – № 2. – С. 65–68.
2. Катаев В. Е., Стробыкина И. Ю., Захарова Л. Я. Аммонийные производные природных терпеноидов. Синтез и свойства // *Известия Академии наук*, 2014. – № 9. – С. 1884–1900.
3. Калиева С. С., Нурпейис Е. Е., Бакибаев А. А., Ташенов, А. К., Заманова М. К., Кең, Т. С. Способы очистки некоторых пентациклических тритерпеноидов // *Вестник Карагандинского университета*, 2017. – №2. – С. 35–41.

## РАЗРАБОТКА БИОРЕЗОРБИРУЕМОГО НАНОКОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ Fe, НАПОЛНЕННОГО ЛЕКАРСТВЕННЫМИ ПРЕПАРАТАМИ

В. А. Иванюк<sup>1</sup>, А. С. Ложкомоев<sup>2</sup>, С. О. Казанцев<sup>2</sup>, А. П. Чернова<sup>1</sup>  
Научный руководитель – к.х.н., доцент А. П. Чернова

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, дом 30, vai10@tpu.ru

<sup>2</sup>Институт физики прочности и материаловедения СО РАН  
634055, Россия, г. Томск, проспект Академический, дом 2/4.

В настоящее время для лечения заболеваний и травм, связанных с опорно-двигательным аппаратом, применяются имплантируемые устройства, в частности, биодеградируемые имплантаты [1]. Их преимущество состоит в том, что со временем они медленно разлагаются и исчезают, когда их «миссия» выполнена [2]. Поэтому имплантируемые материалы применяются в качестве матриц для контролируемой доставки терапевтических лекарств [3]. Согласно работам авторов [4], в качестве перспективного биодеградируемого материала было предложено использовать нанокompозитные материалы, полученные по технологии «холодного» спекания. Данные скаффолды обладают высокой механической прочностью и пластичностью, в физиологических средах деградируют с постепенной потерей массы и прочности, а, следовательно, ими можно регулировать кинетику высвобождения лекарственного средства [5].

Целью работы являлось создание биодеградируемых скаффолдов на основе наночастиц Fe и исследование кинетики высвобождения лекарственных препаратов методом спектрофотометрии.

Для получения скаффолдов использовали нанопорошок Fe, полученный электрическим взрывом Fe проволоки 99,8 % (мас.) в инертной атмосфере и пассивированный кислородом воз-

духа. В качестве порообразователя использовали частицы NaCl размером 100–200 мкм. NaCl смешивали с нанопорошком Fe в соотношении 39 % (мас.) : 61 % (мас.) при частоте вращения 40 Гц в течении 30 мин с использованием шейкера SM 2.0 Turbula (Россия). В результате перемешивания были получены округлые частицы NaCl, покрытые наночастицами Fe 30 % (об.), которые спрессовали на гидравлическом прессе T61210B (Китай) при нагрузке 1,2 Н и далее спекали в вакуумной печи Nabertherm RHTC 80-230/15 (Германия) при температурах 800–900 °С. Морфологию наночастиц исследовали методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) с помощью микроскопа JEM-2100 (Япония). Адсорбцию антибиотиков на поверхности скаффолда и кинетику их высвобождения с пролонгатором и без исследовали методом спектрофотометрии на спектрофотометре СФ-2000 (Россия) в течение 7 дней. В качестве лекарственного препарата использовали антибиотики ванкомицин и цефтазидим в концентрации 5 %, 10 % и 20 %. Для создания пролонгирующего действия использовались гранулы полимолочной кислоты (PLA), предварительно растворенные в хлороформе.

В результате работы был получен нанопорошок железа состава  $\alpha\text{Fe}$  и  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  с частицами сферической формы со средним размером

68 нм, покрытыми не сплошной оксидной пленкой толщиной 2–5 нм. Рентгенофазовый анализ после спекания показал, что при 800 °С в образце присутствуют фазы  $\alpha\text{Fe}$  и NaCl, а при 900 °С – формируется зернистая структура с размером зерен 5–10 мкм, по границам которых распределены частицы размером 1–5 мкм. Обнаружено, что формирование оксида происходит вдоль границ зерен железа, что обусловлено высокой концентрацией дефектов и присутствием примесей, выделяемых на границах в процессе длительной термической обработки.

### Список литературы

1. Capuani S., Malgir G., Chua C. Y. X., Grattoni A. // *Bioengineering & Translational Medicine*, 2022. – № 7. – P. 1–22.
2. Putra N. E., Leeftang M. A., Minneboo M., Taheri P., Fratila-Apachitei L. E., Mol J. M. C., Zadpoor A. A. // *Acta Biomaterialia*, 2021. – № 121. – P. 741–756.
3. Cui Z. X., Sken S., Wu J. H., Si J. H., Wang Q. T., Turng L. S., Chen W. Z. // *Express Polymer Letters*, 2020. – № 14. – P. 794–807.
4. Hermawan H., Purnama A., Dube D., Couet J., Mantovani D. // *Acta Biomaterialia*, 2010. – № 6. – P. 1852–1860.
5. Hermawan H., Purnama A., Dube D., Couet J., Mantovani D. // *Powder Metallurgy*, 2008. – № 51. – С. 38–45.

## КОМПЛЕКСНАЯ ЭКСТРАКЦИОННО-КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА КОРЫ ЕЛИ

В. А. Ионин<sup>1,2</sup>, А. С. Казаченко<sup>1,2</sup>, М. Ю. Белаш<sup>1</sup>, В. В. Сычев<sup>1,2</sup>, О. П. Таран<sup>1,2</sup>

Научный руководитель – д.х.н., профессор РАН О. П. Таран

<sup>1</sup>Институт Химии и Химической Технологии СО РАН  
660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, 50 стр. 24

<sup>2</sup>Сибирский Федеральный Университет  
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79, ionin.va@icct.krasn.ru

Ель является одной из наиболее распространенных древесных пород России, и в частности Сибири, поэтому древесина ели используется в качестве строительного материала. Традиционные методы переработки древесины в строительные материалы приводят к образованию большого количества кородревесных отходов, значительным материальным потерям биомассы и созданию экологических проблем. Вместе с тем, кора ели, в отличие от древесины, наряду с полисахаридами и лигнином содержит ценные терпеноиды и дубильные вещества, широко применяющиеся в химической, фармацевтической, пищевой промышленности.

Цель данной работы – разработка схемы комплексной переработки коры ели, основанной для извлечения максимального количества ценных химических веществ.

При исследовании кинетики высвобождения антибиотиков, установлено, что без введения PLA 80 % антибиотиков высвобождалось за час, а введенный 5 % PLA способствовал медленному высвобождению исследуемых антибиотиков во всех исследуемых концентрациях в течение 7 дней. Обнаружено, что высвобождение лекарственного препарата проходит в 2 фазы: первая – взрывное выделение в течение первых 6–12 ч, где выделяется 50 % лекарства и вторая – плавное выделение антибиотиков в течение 84 ч.

Одним из известных способов интенсификации процессов выделения экстрактивных веществ из растительного сырья является его механическая активация [1]. В данной работе применялся метод активация коры ели в энергонапряженной мельнице АГО-2 при центробежном ускорении, развиваемом мельщиками телами – 60 г и продолжительности 30 минут. С целью оценки результативности, параллельно применяется активация методом парового взрыва на установке периодического действия, при температуре 120 °С; давлении водяного пара 2,0 МПа; времени выдержки 30 с.

Активированные образцы коры последовательно экстрагировали растворителями с возрастающей полярностью (гексан, 96 % спирт, вода). Показано, что применяемые методы механической активации позволили увеличить выхо-