

Группа профессора Ардемиса Богоссяна и их коллеги из других стран смогли приспособить бактерии спонтанно поглощать однослойные углеродные нанотрубки за счет их соединения с положительно заряженными белками, которые притягиваются, так как имеют отрицательный заряд внешней мембраны бактерий. Исходя из этого, бактерии, накапливающие свет и наполненные наночастицами, теперь смогут воспроизводить электричество в живой фотоэлектрической системе.

Всего было изучено 2 типа бактерий – *Synechocystis* и *Nostoc* – принадлежащие виду *Cyanobacteria* (бактериям, которые, как и растения, получают энергию из фотосинтеза). Эти два типа являются «грамтрицательными» – у них имеется дополнительная внешняя мембрана, которой нет у «грамположительных» бактерий и тонкая клеточная стенка.

Было выявлено, что однослойные углеродные нанотрубки усваиваются цианобактериями в результате селективного, пассивного и зависящего от длительности процесса, позволяющего нанотрубкам спонтанно проникать в клеточные стенки как одноклеточных *Synechocystis* так и многоклеточных *Nostoc*. В результате учеными была изобретена специальная установка, позволяющая получить изображение особой флуоресценции в ближнем инфракрасном диапазоне внутри бактерий.

Алессандра Антонуччи, бывшая аспирантка лаборатории Богоссяна, пояснила: «Особая четкость связана с тем, что длина волны нанотрубок далеко в красном, ближнем инфракрасном диапазоне. За счет этого исходит стабильный сигнал, который нельзя получить от любого другого датчика наночастиц. Теперь мы можем использовать нанотрубки, чтобы увидеть, что происходит внутри клеток, что было трудно изобразить с помощью более традиционных методов» [1].

Благодаря этому, ученые смогли в реальном времени, наблюдая за бактериями, отслеживать рост и деление клеток. В результате было выявлено, что дочерние клетки делящегося микроба помимо всего прочего, также наследуют однослойные углеродные нанотрубки, в связи с этим данное явление получило название «унаследованной нанобионики».

#### Литература

1. Новые нанотрубки открыли путь к живым фотоэлектрическим элементам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/272445134>. – Дата доступа: 28.02.2023.

УДК 666 3/7

### ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО ВОЛЛАСТОНИТА

Аспирант Самсонова А. С.<sup>1</sup>

Кандидат техн. наук, доцент Попов Р. Ю.<sup>1</sup>,

кандидат техн. наук, доцент Дятлова Е. М.<sup>1</sup>,

кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет,

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Перспективность применения керамики обусловлена исключительным многообразием ее свойств по сравнению с другими типами материалов, доступностью сырья, низкой энергоемкостью технологий, долговечностью керамических конструкций в агрессивных средах. Среди огромного разнообразия керамических материалов, особое место занимают волластонитовые. Волластонит способствует образованию керамического черепка, обладающего высокой механической прочностью и термостойкостью. Особенностью волластонита является его инертность к химическому взаимодействию с расплавом алюминия. Это качество позволяет использовать его в металлургии алюминия и его сплавов, в частности, для кокильного литья алюминия [1–2].

Наиболее применимым сырьевым материалом для получения термостойких керамических материалов является природный волластонит с минимальным содержанием примесей и добавками небольшого количества глин. В настоящей работе для синтеза волластонитовой керамики в качестве сырьевых материалов использовали следующие компоненты: природный волластонит, огнеупорные глины Веселовского месторождения и месторождения «Крупейский сад». Изделия

изготавливали методом полусухого прессования. Согласно литературным данным, температура обжига изделий, в основном, находится в области от 1000 °С до 1200 °С и зависит от типа применяемого сырья. Компоненты подвергались совместному помолу в микрошаровой мельнице, далее масса увлажнялась водой до влажности 7–8 мас. % и вылеживалась в течении 1–2 сут. Опытные образцы в виде цилиндров прессовались на гидравлическом прессе при давлении 20–25 МПа, после подвергались сушке в сушильном шкафу. Полученные образцы обжигались в лабораторной печи в интервале температур 1000–1200 °С с выдержкой при максимальной температуре в течение 1 ч.

Исследование свойств синтезированной керамики позволило установить, что лучшими эксплуатационными характеристиками обладают материалы, полученные на основе природного волластонита с введением в массу пластифицирующего компонента – глины месторождения «Крупейский сад» (Республика Беларусь, Гомельская обл.) в количестве до 10 %. Материалы, получаемые на основе указанных сырьевых компонентов при оптимальной температуре обжига 1150 °С, характеризуются следующими показателями свойств: открытая пористость – 31,4 %, водопоглощение – 16,2 %, кажущаяся плотность – 1941 кг/м<sup>3</sup>, ТКЛР – 6,04·10<sup>-6</sup> К<sup>-1</sup> в интервале температур (20–300) °С, механическая прочность при сжатии – 28,7 МПа. Электронная микроскопия свидетельствует о том, что структура керамики достаточно однородная, кристаллы характеризуются неизометрической формой.

#### Литература

1. Матренин, С. В. Техническая керамика: учеб. пособие / С. В. Матренин, А. И. Слосман. – Томск: ТПУ, 2004. – 75 с.
2. Дятлова, Е. М. Синтез волластонитсодержащих керамических материалов технического назначения для предприятий машиностроительной отрасли / Е. М. Дятлова, О. А. Сергиевич, М. А. Руба. – Огнеупоры и техническая керамика. – 2019. – № 6. – С. 31–40.

УДК 539.23

### СТРУКТУРА И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА С НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Мл. научн. сотр., аспирант Сапсалёв Д. В.<sup>1,2</sup>, мл. научн. сотр. Петровская А. С.<sup>1</sup>,  
мл. научн. сотр. Радюкевич Д. Л.<sup>1</sup>, мл. научн. сотр., аспирант Хабарова А. В.<sup>1</sup>  
Кандидат техн. наук, доцент Мельникова Г. Б.<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессор Чижик С. А.<sup>1,3</sup>  
<sup>1</sup>Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси,  
<sup>2</sup>Белорусский государственный педагогический университет им. Максима Танка,  
<sup>3</sup>Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

**Введение.** К преимуществам применения полимеров и нанокompозитов на их основе в качестве раневых покрытий относятся их более высокая степень защиты по сравнению с тканевыми материалами, а также их полная атравматичность. В связи с этим, существенный интерес представляет исследование структуры и физико-механических свойств композиционных полимерных пленок на наноуровне.

**Материалы и методы.** Для формирования композиционных пленок готовили рабочие суспензии путем смешения раствора полимера ( $c = 0,25$  мг/мл в 1 М уксусной кислоте) и 1 мл водной суспензии наночастиц различной концентрации, полученной последовательным разбавлением исходной суспензии наночастиц (нч) оксида алюминия ( $d = 30–60$  нм; Sigma-Aldrich, China,  $w = 20$  масс. %) в объемном соотношении 1 к 1 с последующим воздействием ультразвуком в течение 15 мин. Аликвоту раствора хитозана или суспензии хитозан–наночастицы объемом 8 мкл прикапывали на подложки, вращающиеся со скоростью 3200 об/мин. Вращение не прекращали в течение 1 мин (после формирования каждого слоя) для удаления остаточных количеств растворителя.

Морфологию поверхности полученных пленок исследовали методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) на приборе NT-206 (ОДО «Микротестмашины», Республика Беларусь) с использованием стандартных кремниевых кантилеверов NCS11 (Mikromasch, Эстония), среднее