

2. Wu Y., Isakov D., Grant P.S. Fabrication of Composite Filaments with High Dielectric Permittivity for Fused Deposition 3D Printing // *Materials*. – 2017. – V. 10. P. 1–12.
3. Grant P.S., Castles F., Lei Q.; Wang Y., Janurudin J.M., Isakov D., Speller S., Dancer C., Grovenor C.R.M. Manufacture of electrical and magnetic graded and anisotropic materials for novel manipulations of microwaves // *Philos. Trans. R. Soc. A*. – 2015. – V. 373. doi:10.1098/rsta.2014.0353.
4. Kuleshov G.E., Zhuravlyova Y.V., Dotsenko O.A. Electromagnetic response from composite radiomaterials based on multiwall carbon nanotubes at microwave frequencies // *SIBCON 2015 – Proceedings*. – 7147115. – P. 1–4.

НЕТКАННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МЕМБРАНЫ ИЗ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА, СФОРМИРОВАННЫЕ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ: ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА

И.М. КОЛЕСНИК¹, Е.Б. БОЛЬБАСОВ¹

¹ Томский политехнический университет

E-mail: kolesnik.ilya@gmail.com

Пористые материалы на основе политетрафторэтилена «ПТФЭ» находят широкое применение в химической технологии и медицине для создания изделий, обладающих высокой термической и химической устойчивостью, биоинертностью, хорошими механическими и диэлектрическими характеристиками [1]. Они используются для изготовления скаффолдов, перевязочных материалов, а также проницаемых пористых мембран, служащих основными компонентами для проведения различных методов очистки: мембранной дистилляции «МД», осмотической дистилляции «ОД», очистки сбросных газов и разделения водной и органической фаз. Эффективность мембран характеризуется высокой гидрофобностью, развитой поверхностью со связанными порами, а также низкой теплопроводностью. Наибольшее распространение в производстве ПТФЭ мембран получили методы экспандирования, лазерной абляции и метод с применением порообразующих реагентов. Однако они обладают рядом недостатков: низкая производительность отдельных стадий процесса, загрязнение окружающей среды лубрикантами, отсутствие высокой пористости при малой толщине изделия, а в случае лазерной абляции – частичная деполимеризация ПТФЭ при воздействии лазерного излучения. Всех этих недостатков лишен метод электроформования, который позволяет добиться высокой пористости готового изделия при малой толщине, а также существенно ускорить процесс изготовления готовых изделий. Из-за нерастворимости ПТФЭ и высокой вязкости расплава электроформование необходимо осуществлять из суспензии с волокнообразующим полимером.

Прядильные растворы готовились путем смешения водного раствора ПВС с содержанием полимера 9 масс % и суспензии Ф-4Д до достижения массовой концентрации 50, 60, 70 и 80 % суспензии. Формирование нетканых материалов осуществлялось методом электроформования на установке NANON NF-101 (МЕСС, Япония) с использованием цилиндрического коллектора длиной 200 мм и диаметром 100 мм при следующих технологических параметрах: напряжение 25 кВ, расход прядильного раствора 2 мл/час, капилляр 22 G, расстояние между капилляром и коллектором 15 см. После формирования образцы нагревали до 360 °С, выдерживали при заданной температуре в течение 5 часов, после чего охлаждали до комнатной температуры со скоростью 5 °С/час. Вязкость прядильных растворов измерялась на синусоидальном вибровискозиметре. Исследование полученных мембран проводилось методами сканирующей электронной микроскопии

«СЭМ» и оптической гониометрии. Механические свойства полученных мембран оценивались по прочности и относительному удлинению при одноосном растяжении.

На рисунке 1 представлены снимки поверхности мембран на основе ПТФЭ, сформированных методом электроформования с последующим спеканием. В таблице 1 продемонстрированы результаты исследования пористых мембран различными методами. Результаты исследования поверхности свидетельствуют о том, что с увеличением массового содержания суспензии ПТФЭ в прядильном растворе незначительно уменьшается диаметр волокон, а также возрастает число дефектов на единицу длины, причиной чего может служить уменьшающаяся концентрация волокнообразующего полимера. Краевой угол смачивания достоверно не изменяется в зависимости от содержания суспензии ПТФЭ и составляет примерно 125° , что характеризует мембраны как гидрофобные. При этом капля трансформаторного масла, помещенная на поверхность мембран, вне зависимости от содержания суспензии Ф-4Д полностью впитывалась в мембрану спустя 2-3 секунды, что свидетельствует о высоких лиофильных свойствах сформированных мембран.

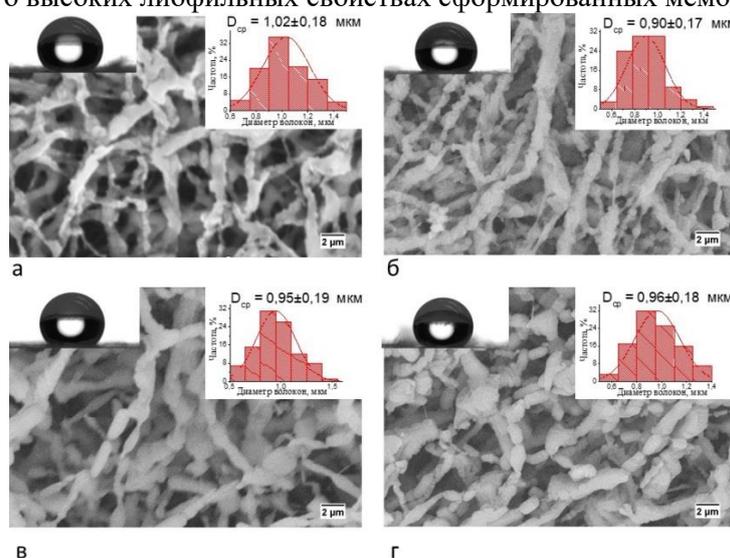


Рисунок 1 – Снимки поверхности мембран, полученных из прядильных растворов с содержанием суспензии ПТФЭ: а) 50 масс %, б) 60 масс %, в) 70 масс %, г) 80 масс %

Таблица 1 – Результаты исследования мембран различными методами

Содержание суспензии ПТФЭ, масс %	Вязкость раствора, мПа·с	Средний диаметр волокон, мкм	Удельное число дефектов, мкм ⁻¹	Прочность, МПа	Относ. удлинен., %
50	414±12	1,02±0,18	0,45±0,06	0,45±0,02	115±16
60	332±10	0,90±0,17	0,64±0,09	0,31±0,04	113 ± 8
70	217±6	0,95±0,19	0,71±0,06	0,13±0,01	63 ± 5
80	136±4	0,96±0,18	0,93±0,08	0,06±0,01	43 ± 4

С увеличением содержания суспензии ПТФЭ наблюдается снижение показателей прочности и относительного удлинения, что может быть связано со снижением концентрации ПВС в прядильных растворах, который в процессе спекания мембран выступает в роли пластификатора. В процессе кристаллизации низкомолекулярные продукты деструкции ПВС способны диффундировать в частицы ПТФЭ, тем самым затрудняя процесс кристаллизации и способствуя формированию лучших физико-химических и механических характеристик.

Полученные мембраны обладают ярко выраженными гидрофобными свойствами, при этом лучшими механическими характеристиками обладают мембраны с содержанием

суспензии Ф-4Д 50 и 60 масс %. Данные обстоятельства являются благоприятными для использования подобных мембран в методах очистки, а также в целях реконструктивной медицины.

Список литературы

1. Cui Z., Drioli E., Lee Y.M. Recent progress in fluoropolymers for membranes // Progress in Polymer Science. –Vol.39. – P. 164–198.

АКТИВИРОВАНИЕ МИКРОПОРОШКА АЛЮМИНИЯ АСД-6М СВЧ-ОБЛУЧЕНИЕМ В СИНТЕЗЕ ИНТЕРМЕТАЛЛИДОВ ЖЕЛЕЗА, МЕДИ, МОЛИБДЕНА И ВОЛЬФРАМА

С.Н. ЛАВРОВ, А.П. ИЛЬИН

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
snlavrov92@gmail.com

Интерметаллиды – химические соединения между, как минимум, двумя металлами, обладающие кристаллической структурой, отличной от структуры металлов образовавших интерметаллид [1]. Аллюминиды металлов уже нашли широкое применение в современной промышленности. Так малый вес и возможность работы при высоких температурах сделал перспективным применение аллюминиды титана для изготовления лопаток турбин двигателей гражданских самолётов. Образование аллюминидов лежит в основе упрочнения дюраллюминия при его искусственном старении. Интерметаллиды в системе Fe-Al обладают рядом полезных свойств. Так в работе [2] было показано высокое сопротивление аллюминидов железа износу.

При спекании порошковых систем интерметаллиды образуются путём СВЧ [1]. Низкая температура плавления и низкая, относительно других компонентов системы, плотность аллюминия делает актуальной задачу повышения его активности в процессах спекания. Известны различные методы повышения активности порошков металлов. В то же время часть этих методов требует введения в порошок различных примесей [3,4], другие требуют применения дорогостоящего и сложного в эксплуатации оборудования [5]. Одним из перспективных методов активирования порошков металлов является воздействие на них СВЧ-излучения [6].

Для анализа влияния СВЧ-облучения порошка аллюминия на продукты его спекания с порошками металлов был использован высокодисперсный порошок аллюминия АСД-6М. Были подготовлены смеси облучённого и не облучённого порошка АСД-6М с порошками железа Р-10, меди ПМС, молибдена ЭВП и вольфрама ПВ-2. Давление прессования составляло 15кгс/см². Образцы спекались в муфельной печи с ограничением доступа воздуха. Температура образцов контролировалась при помощи термопары хромель-алюмель, фиксировались температуры начала СВЧ-процесса и его максимальный температурный эффект. Микроструктура спечённых образцов анализировалась методами СЭМ при помощи микроскопа СМ-12 на базе ТГУ. Микрофотографии образцов составов Fe-Al и Cu-Al представлены на рисунках 1-2.

На основании измерений размеров фрагментов структуры образцов были построены диаграммы распределения структурных фрагментов по размерам. Для образца состава Fe-Al с не облучённым аллюминием размер фрагментов варьировался от 0,92-5,2мкм. При этом 58% от общего числа измерений приходилось на интервал 1,53 - 2,75мкм.