

огибание наночастиц оксида кремния пленкой нафiona. В результате нанесения пленок на поверхность ПС-мембран поры и структурные полимерные неоднородности полимерной мембраны закрываются монослоем нафiona. Значения среднеквадратичной шероховатости уменьшаются, что свидетельствует об образовании однородной поверхности с плотным монослоем, огибающим исходную структуру пористой поверхности (рис. 1).

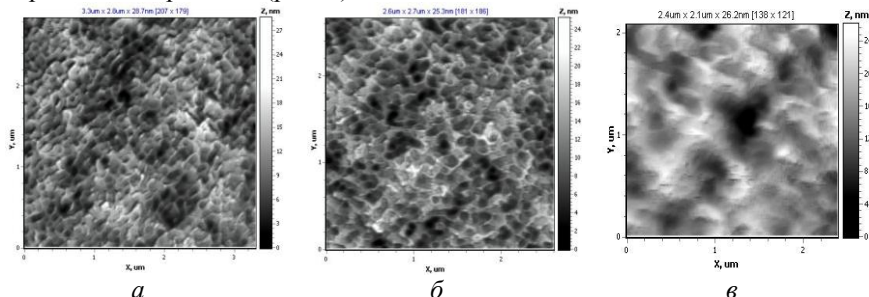


Рис. Структура пленок нафiona и нафiona с оксидом кремния, выделенных на поверхности ПС-мембран: *a* – исходная ПС-мембрана, *б* – ПС / нафion; *в* – ПС / (нафion + SiO<sub>2</sub>)

Таким образом, определены условия выделения пленок нафiona монослойных и композиционных, содержащих наночастицы кремния. Установлены поверхностные давления, при которых формируются плотные монослойные ЛБ-пленки, а также методом АСМ изучена их структура как на кремниевых подложках, так и на ПС-мембранах. Полученные образцы могут найти применение как в качестве ион-селективных мембран, так и сенсоров.

## Исследование состава светопоглощающих поверхностей на основе электрохимически осажденных покрытий Ni–P

С. С. Перевозников, Л. С. Цыбульская, В. С. Шендюков  
НИИ физико-химических проблем БГУ,  
Минск, Беларусь, e-mail: *PerevoznikovS@yandex.ru*

Проблема снижения рассеянного фона в оптических приборах особенно актуальна при производстве миниатюрных высокопроизводительных устройств с повышенной разрешающей способностью. Для этих целей используют покрытия, имеющие минимальный коэффициент отражения электромагнитного излучения в интересующем диапазоне длин волн. Покрытия никель–фосфор,

полученные химическим [1] или электрохимическим методом [2], после обработки в растворах минеральных кислот-окислителей приобретают поверхность с низким коэффициентом отражения ( $\sim 0,5\%$ ) в видимой области спектра. Однако для электрохимически осажденных покрытий Ni-P механизм формирования таких поверхностей и их химический состав до сих пор остаются невыясненными.

Цель работы состояла в исследовании фазового состава светопоглощающей пленки, сформированной посредством обработки в окислительной среде покрытий Ni-P, как в исходном состоянии, так и после прогрева в вакууме.

Покрытия Ni-P (5 ат. % P) были получены методом электрохимического осаждения из электролита, разработанного ранее состава [3]. Последующее окисление покрытий Ni-P осуществляли в 4,5 М растворе азотной кислоты. Черный слой отделяли от поверхности покрытия в виде порошка ультразвуковой обработкой в этиловом спирте и сушили при 20 °С до постоянной массы. Поведение черного порошка при прогреве в интервале температур 25–900 °С изучали методами термического анализа и рентгенофазового анализа (РФА).

На дифрактограммах черного порошка в исходном состоянии наблюдается гало в области углов 30–35 градусов и широкий рефлекс при 42–48 градусах, максимум которого совпадает с положением линии Ni(111) в покрытии Ni-P (рис. а). Согласно данным ДСК при прогреве черного порошка в атмосфере азота наблюдается уменьшение его массы с ростом температуры от 25 до 400 °С на 11,4 %, причем наиболее интенсивно в интервале температур 80–150 °С, что может быть связано с удалением из порошка адсорбированной воды. При дальнейшем прогреве порошка до 900 °С убыль массы мала и составляет 0,8 %. На кривой ДСК присутствуют два экзотермических пика: широкий в диапазоне 200–470 °С и острый при 744,8 °С. Прогрев образцов при 500 °С в вакууме согласно данным РФА приводит к формированию двух фаз фосфидов никеля:  $Ni_3P_2$  и  $Ni_{12}P_5$  (рис. б). Содержание фосфора в них составляет около 29 ат. %, что гораздо больше, чем в покрытии Ni-P до травления. Следует отметить, что при прогреве исходного покрытия Ni-P при 500 °С образуются фазы фосфида  $Ni_3P$  и чистого никеля.

При температуре прогрева черного порошка 800 °С наряду с сформировавшимися ранее фазами фосфидов никеля были зафиксированы кислородсодержащие фазы: метафосфат и пиррофосфат никеля (рис. в), присутствие которых в черном порошке до прогрева было обнаружено методом ИК-спектроскопии в [4]. По-видимому, экзотермический пик при 744,8 °С, зарегистрированный на кривой ДСК, соответствует процессу кристаллизации  $Ni(PO_3)_2$  и  $Ni_2P_2O_7$ .

Таким образом показано, что в состав светопоглощающей пленки может входить адсорбированная вода, удаляющаяся при прогреве до

150 °С, ультрадисперсные частицы с высоким содержанием фосфора, кристаллизующиеся при 500 °С в виде  $\text{Ni}_{12}\text{P}_5$  и  $\text{Ni}_5\text{P}_2$  а также аморфные метафосфат и пиррофосфат никеля, кристаллизующиеся в виде отдельных фаз при прогреве в вакууме при 800 °С.

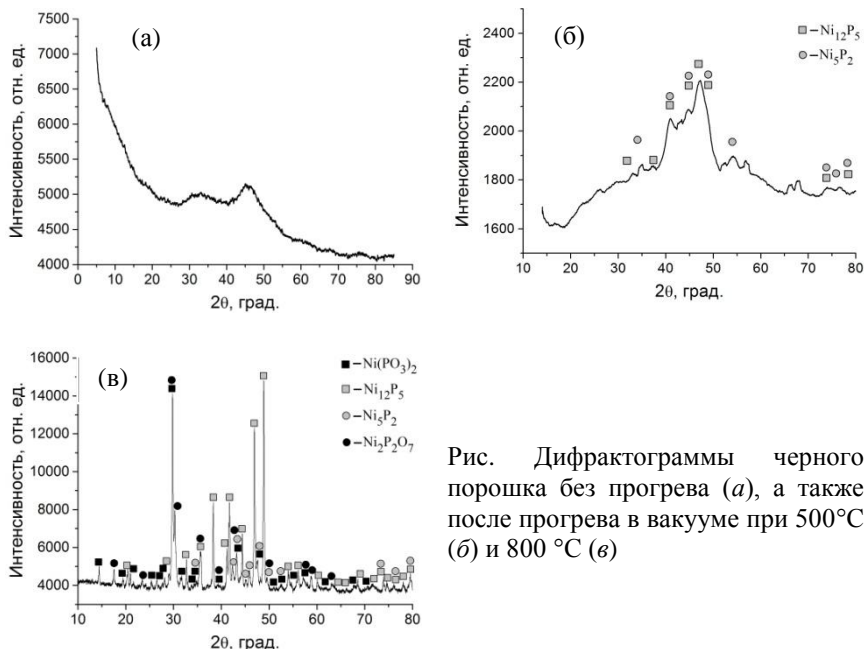


Рис. Дифрактограммы черного порошка без прогрева (а), а также после прогрева в вакууме при 500°С (б) и 800 °С (в)

### Список литературы

1. R. J. Brown [et al.]. J. Mat. Chem. (2002) 12 : 2749.
2. С. С. Перевозников [и др.]. Вопр. хим. и хим. технол. (2011) 4 : 116.
3. Патент 17348 РБ. МПК С 25Д 3/56.
4. S. S. Perevoznikov [et al.]. J. Appl. Spectr. (2014) 81 (4) : 592.

## Получение тонких пленок полилактида методом центрифугирования

И. Г. Чишанков, В. И. Куликовская, В. Е. Агабеков

Институт химии новых материалов НАН Беларуси, Минск, Беларусь,  
e-mail: kulikouskaya@ichnm.basnet.by

Полилактиды—биоразлагаемые полимеры с контролируемыми физико-химическими свойствами и сроками биодegradации. Благодаря