

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПЛЕНОК ПОЛИВИНИКАРБАЗОЛА С НАНОЧАСТИЦАМИ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

В.М. Акулова¹, Г.Б. Мельникова¹, А.Д. Замковец², С.А. Чижик¹

¹Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, Минск, Беларусь; galachka@gmail.com

²Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Введение. Создание тонких покрытий поливинилкарбазола (ПВК) с заданными оптическими свойствами является актуальной задачей, решение которой позволит улучшить эксплуатационные характеристики таких устройств, как светодиоды, химические сенсоры и солнечные батареи. К важнейшим оптическим свойствам ПВК относят высокий показатель преломления, высокое разрешение и низкое оптическое поглощение в видимой и инфракрасной областях.

Цель — изучить структуру и свойства композиционных полимерных пленок ПВК.

Материалы и методы исследования. Пленки ПВК и ПВК с наночастицами диоксида кремния ($d=10-20$ nm, Sigma-Aldrich), были сформированы на очищенных предметных стеклах методами Ленгмюра — Блоджетт (горизонтальный и вертикальный тип выделения) и спин-коатинга. Пленки ПВК выделяли из растворов (Поли-9-винилкарбазол, $M_w = 1\,100\,000$, Sigma-Aldrich) в хлороформе с концентрацией 0,5 мг/мл при давлении 30 мН/м. ЛБ-пленку ПВК с наночастицами оксида кремния формировали из растворов ПВК ($c=1$ мг/мл) и диоксида кремния в хлороформе ($C=1$ мг/мл), смешанных в количественном соотношении 1 : $2 \cdot 10^4$ моль, соответственно. В случае нанесения пленок ($c=0,5$ мг/мл) методом спин-коатинга скорость вращения подложки составляла 8000 rpm в течение 2 мин.

Изучение структуры полученных пленок проводили методом атомно-силовой микроскопии (АСМ, NT-206, Республика Беларусь) с использованием стандартных кремниевых кантилеверов NSC 35 с жесткостью 4 Н/м, радиус кривизны зонда составлял не более 10 нм.

Спектры пропускания записывались на спектрофотометре Cary 500 (Varian Inc., США), спектры зеркального отражения — на спектрофотометре MC122 (SOLInstruments, Республика Беларусь). Угол падения при записи спектров отражения составлял 10° в диапазоне длин волн от 190 до 1200 нм.

Краевой угол смачивания определяли методом неподвижной капли на установке DSA100 E (KRUSS, Германия).

Результаты и их обсуждение. Для пленок ПВК, сформированных ЛБ-методом, характерна однородная плотная структура поверхности (рис. 1). Методом спин-коатинга образуется слой частиц неправильной округлой формы диаметром от 150 до 400 нм. Добавление наночастиц оксида кремния приводит к уменьшению полимерных структур до 200 нм. Аналогичным образом наночастицы вклю-

чены внутрь полимерной матрицы при формировании ЛБ-слоев вертикальным способом. Для горизонтального характерно неравномерное распределение оксида кремния по поверхности ПВК.

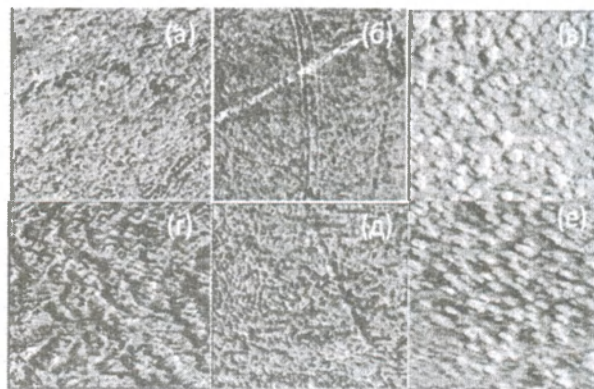


Рис. 1. АСМ-изображения (6 x 6 мкм) структуры в режиме «Topo» пленок ПВК (а-в) и ПВК с наночастицами оксида кремния (г-е), полученных различными методами несения. а, г — вертикальный тип ЛБ; б, д — горизонтальный тип ЛБ; в, е — спин-коатинг

Краевой угол смачивания для всех типов пленок составил 60° . Пленки, сформированные методом спин-коатинга из суспензий с концентрацией 1 мг/мл, образуют более плотные пленки и краевой угол смачивания увеличивается до 90° . Для пленок, полученных горизонтальным ЛБ-методом, толщина составляет 12 нм, в остальных случаях от 70 до 100 нм. Установлено, что с увеличением толщины пленок с 11 до 70 нм уменьшается светопропускание модифицированных образцов стекла на 5%. Добавление наночастиц диоксида кремния не влияет на светорассеяние. Особый интерес представляют данные светопропускания пленки чистого ПВК, полученной вертикальным ЛБ-методом. Согласно полученным данным, эта пленка пропускает 100% излучения, но при этом имеет место и его отражение.

Заключение. Увеличение толщины пленок ПВК, приводит к уменьшению их светорассеивающей способности. Кроме того, добавление наночастиц диоксида кремния в полимерную матрицу не оказывает влияния на светорассеивающую способность пленок ПВК. Была получена пленка чистого ПВК со 100% пропускающей способностью, при этом демонстрирующая отражение света.

Благодарность. Работа выполнена в рамках ГПНИ «Энергетические системы, процессы и технологии», зад. 2.82.