

## СТРУКТУРА МАКРОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

УДК 541.64:543.422.26

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ НАДМОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ ПЛЕНОК ЛЕНГМЮРА–БЛОДЖЕТТ ГРЕБНЕОБРАЗНОГО ПРЕПОЛИМЕРА ПОЛИИМИДА

© 2009 г. С. И. Голоудина, В. В. Лучинин, В. М. Пасюта, В. В. Клечковская<sup>1</sup>,  
Ю. Г. Баклагина<sup>2</sup>, В. В. Розанов<sup>3</sup>, М. Ф. Панов, В. П. Склизкова<sup>2</sup>, В. В. Кудрявцев<sup>2</sup>

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет*

*E-mail: goloudina@mail.ru*

<sup>1</sup> *Институт кристаллографии РАН, Москва,*

<sup>2</sup> *Институт высокомолекулярных соединений РАН, Санкт-Петербург*

<sup>3</sup> *Институт аналитического приборостроения РАН, Санкт-Петербург*

Поступила в редакцию 30.12.2008 г.

Исследованы ленгмюровские монослои и пленки Ленгмюра–Блоджетт гребнеобразного преполимера полиимида – алкиламмонийной соли жесткоцепной полиамидокислоты с мультицепями третичного амина. На основании анализа изотерм сжатия монослоев на поверхности воды, условий их осаждения на твердую подложку, изучения структуры пленок ЛБ и морфологии их поверхности дана характеристика надмолекулярной структуры монослоев и пленок ЛБ соли полиамидокислоты и предложен механизм ее формирования.

PACS: 68.65.AC, 68.55.jk

#### ВВЕДЕНИЕ

Работы по формированию ультратонких слоев полиимидов (ПИ) посредством химической и термической имидизации пленок Ленгмюра–Блоджетт (ЛБ) преполимеров ПИ-эфиров или алкиламмонийных солей полиамидокислот (ПАК) [1–4] явились толчком к всестороннему исследованию монослоев и пленок ЛБ этих веществ [5]. Преполимеры ПИ являются дифильными гребнеобразными полимерами, представляющими собой разновидность линейных полимеров, но содержащие боковые ответвления из длинных алифатических радикалов в каждом повторяющемся звене, что позволяет им образовывать мономолекулярные пленки на поверхности воды.

Как показали проведенные исследования, получение структурно-упорядоченных монослоев на поверхности воды и пленок ЛБ преполимеров ПИ зависит от строения макромолекул преполимера, состава раствора, с помощью которого на поверхности воды образуется монослой, и условий переноса монослоя на твердую подложку. В качестве преполимеров ПИ наиболее часто используют алкиламмонийные соли ПАК. Исследования монослоев и пленок ЛБ солей ПАК, содержащих в повторяющемся звене основной цепи две алифатические цепи ( $C_{16}$ ) третичного амина, показали, что состав смешанного растворителя, используемого для получения раствора соли ПАК, влияет на вид изотерм сжатия монослоев, а также на структуру и морфологию пленок ЛБ [1.

5–8]. На основании исследований [9, 10] показано, что уже в разбавленном растворе (0.02 вес. %) соли ПАК наблюдается надмолекулярная организация макроцепей, а ее параметры (микрорегулярность и микроанизотропные свойства) определяются строением соли ПАК, ее молекулярной массой (ММ), концентрацией в растворе, природой и составом смешанного растворителя. От строения основной цепи, количества и длины боковых алифатических ответвлений макромолекулы соли ПАК зависит характер внутри- и межмолекулярного взаимодействия макроцепей, что определяет способность полимерных цепей разворачиваться и образовывать монослой на поверхности воды. Было показано, что с увеличением количества ароматических колец в повторяющемся звене основной цепи увеличивалась величина предельной площади на изотерме сжатия монослоев солей ПАК [1, 3, 11–15], а с увеличением длины алифатических цепей и их количества в повторяющемся звене, наблюдалось уменьшение сжимаемости и увеличение давления разрушения монослоя [1, 16–19]. Формирование плотной укладки макромолекул в монослой было возможно только в том случае, если в повторяющемся звене полимерной цепи содержалось не менее двух алифатических цепей, состоящих из не менее 16 атомов углерода [1, 18]. Монослои соли ПАК с двумя цепями  $C_{16}$  осаждались на твердую подложку только при поднятии подложки из воды (Z-тип переноса), при увеличении поверх-