

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.  
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра материаловедения, технологии  
и управления качеством

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ МОНОСЛОЯ ЛЕНГМЮРА В  
УСЛОВИЯХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЕГО МОЛЕКУЛ С  
КОМПОНЕНТАМИ ВОДНОЙ СУБФАЗЫ**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студента 4 курса 421 группы

по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

факультета нано- и биомедицинских технологий

Подлубного Артемия Александровича

Научный руководитель

доцент, к.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_

должность, уч. степень, уч. звание

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Е.Г. Глуховской

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

профессор, д.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_

должность, уч. степень, уч. звание

\_\_\_\_\_

подпись, дата

С.Б. Вениг

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Саратов 2018

**Введение.** Пленки Ленгмюра – Блоджетт – принципиально новый объект современной физики, и любые их свойства, например, оптические, электрические и акустические, необычны. Даже простые пленки, составленные из одинаковых монослоев, имеют ряд уникальных особенностей, не говоря уже о специально построенных молекулярных ансамблях. Пленки Ленгмюра-Блоджетт находят разнообразное практическое применение в различных областях науки и техники: в электронике, оптике, прикладной химии, микромеханике, биологии, медицине и др. Ленгмюровские монослои с успехом используются в качестве модельных объектов для изучения физических свойств упорядоченных двумерных структур. Метод Ленгмюра-Блоджетт позволяет достаточно просто изменять свойства поверхности монослоя и формировать качественные пленочные покрытия. Все это возможно за счет точного контроля толщины получаемой пленки, однородности покрытия, низкой шероховатости и высокой, при подборе правильных условий, адгезии пленки к поверхности. Свойства пленок можно также легко варьировать, изменяя структуру полярной головки амфифильной молекулы, состав монослоя, а также условия выделения – состав субфазы и поверхностное давление. Метод Ленгмюра-Блоджетт позволяет встраивать в монослой различные молекулы и молекулярные комплексы, в том числе и биологически активные.

Целью дипломной работы является изучение влияния состава монослоев на связывание молекул монослоя с компонентами растворенными в водной субфазе.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Теоретическое изучение вопроса: взаимодействие молекул жирных кислот с ионами и радикалами, растворенными в водной субфазе.
2. Экспериментальное изучение монослоев жирных кислот, жидких кристаллов, смесей на их основе (системы AraA, 8CB, AraA:8CB, AraA+AscA-D, AraA+AscA-L, в нормальных условиях концентрация фиксированная  $C=10^{-2}$  M).

3. Изучение влияния температуры жирных кислот, жидких кристаллов и смесей на их основе на фазу (как меняются жирные кислоты, жидкие кристаллы и смеси на их основе при повышении температуры).

Дипломная работа занимает 48 страницы и имеет 25 рисунков.

Обзор составлен по 22 информационным источникам.

Во введение рассматривается актуальность работы, устанавливается цель и выдвигаются задачи для достижения поставленной цели.

Первый раздел состоит из следующих подразделов: технология и пленки Ленгмюра – Блоджетт, амфифильные вещества, особенности химического строения, пленки Ленгмюра – Блоджетт, исследования монослоев на поверхности воды, формирование монослоев амфифильных веществ на границах раздела вода-воздух, перенос монослоев на поверхности твердых тел, жидко-кристаллические вещества, основные группы жидких кристаллов, ориентация жидкого кристалла на поверхности твердого тела, ориентации жидких кристаллов с помощью полиимидных слоев, ориентация жидкого кристалла на текстурированной поверхности, аскорбиновая кислота, аскорбиновая кислота: свойства, аскорбиновая кислота с глюкозой, применение аскорбиновой кислоты с глюкозой, арахидоновая кислота, нахождение в природе, методы выделения из природного сырья, химические свойства.

Во втором разделе работы представлены результаты экспериментов проделанные на ванне Ленгмюра-Блоджетт. Он включает в себя такие подразделы: исследование специфики формирования монослоев смесей на основе жидкого кристалла, L-и D- аскорбиновой кислоты и жирной кислоты, материалы и методы, результаты и обсуждение.

### **Основное содержание работы**

**Пленки Ленгмюра – Блоджетт.** Ленгмюровская молекулярная пленка содержит один или несколько монослоев амфифила, нанесенного на поверхность жидкости погружением твердого субстрата в жидкость. Каждый новый монослой наносится с каждым новым погружением и извлечением,

что позволяет сформировать молекулярные пленки с очень точным значением толщины. Монослои, как правило, состоят из полярных молекул – гидрофильной головки и гидрофобного хвоста (пример: жирные кислоты) [1].

**Исследования монослоев на поверхности воды.** Зависимости поверхностного давления от площади. Изотерма состоит из кривой поверхностного давления и площади молекулы при фиксированной температуре. Изгибы и изломы свидетельствуют о фазовых переходах.

На рисунке 1 с изотермой можно наблюдать разные участки, которые отличаются сжимаемостью. Во-первых, при низких давлениях молекулы находятся в газовой фазе (G). Затем с увеличением давления появляется участок появления жидкости (LE). При еще большем увеличении давления, появляется участок жидкого конденсата. Далее с увеличением давления наблюдается уже твердая фаза (S). В конечном итоге, увеличение давления приводит к тому, что монослой становится нестабильным и разрушается с резким понижением давления. Для конкретной молекулы каждый этап зависит от характерной для нее температуры и скорости сжатия [1].

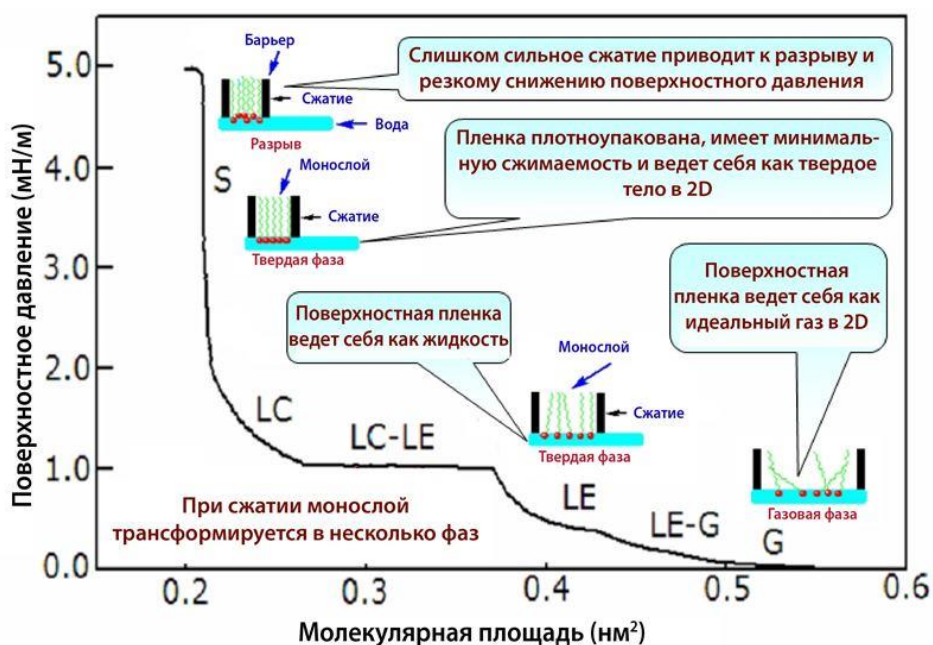


Рисунок 1 – Зависимости поверхностного давления от площади

## Исследование специфики формирования монослоев смесей на основе жидкого кристалла и жирной кислоты

### Материалы и методы

В настоящей работе исследовались монослои сформированные на границах раздела воздух-жидкость из смесей молекул жидких кристаллов (LC) и олеиновой кислотой (ОА) при различном соотношении (1:1, 2:1, 1:2), L- и D-аскорбиновая кислота и арахидиновая кислота при различных концентрациях и температур.

Для исследований были взяты основные компоненты смеси LC материал – 4-октил-4'-октилцианобифенил (8CB, «Sigma-Aldrich») и жирная кислота (FA) – олеиновая кислота, модели молекул которых показаны на рисунке 12 а) и б).

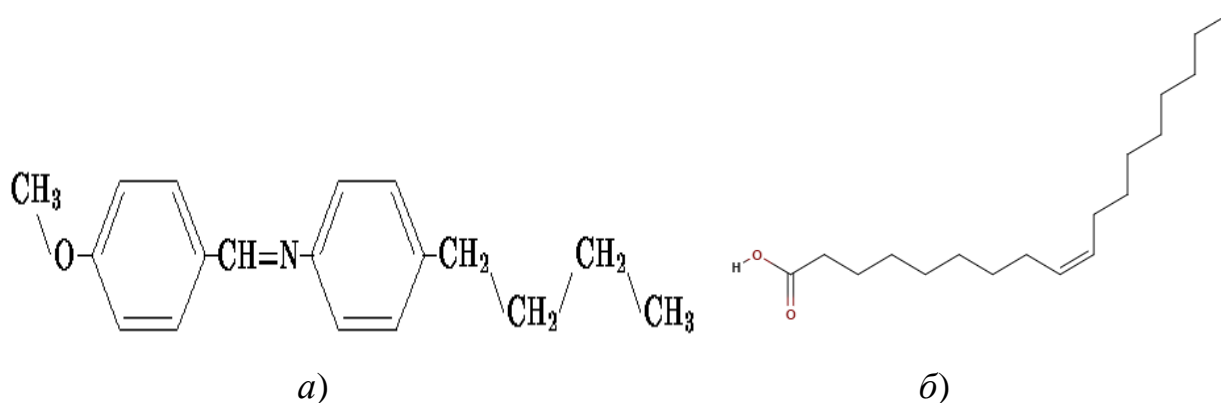


Рисунок 12 молекул жидкого кристалла (а) и олеиновой кислоты (б)

И L- и D- аскорбиновой кислоты с арахидиновой кислотой.

LC растворяли в хлороформе с концентрацией  $10^{-3}$  М. ОА растворялась в хлороформе с концентрацией около  $10^{-4}$  М. LC и ОА готовили при различных соотношениях (1:1), (1:2) и (2:1) соответственно.

Арахидиновую кислоту растворяли в хлороформе до концентрации  $10^{-1}$  М в качестве рабочего раствора. 70 мкл рабочего раствора сначала распыляли на подфазу воды. Второй раствор на L- и D-аскорбиновую кислоту в качестве субфазы в концентрации  $10^{-2}$  и  $10^{-3}$  М.

Были проведены серии экспериментов для всех материалов при различных температурах субфазы (21, 31 и 41 °С). Мы распределили 50 мл раствора на поверхности субфазы (деионизированная вода с удельным сопротивлением 18 МОм×см). Скорость барьеров симметричного сжатия составляла 12 мм/мин. Температура субфазы поддерживалась с помощью термостата с точностью до 1 °С. Измерение величины поверхностного давления проводилось методом пластины Вильгельми с чувствительностью около  $\pm 0,03$  мН/м. Измерение изотерм поверхностного давления проводилось, по меньшей мере, дважды и в большинстве случаев использовались свежеприготовленные растворы для проверки воспроизводимости. Изотермы, представляющие собой зависимости поверхностного давления ( $\pi$ ) от площади ( $A$ ) записывались на ванне Ленгмюра «KSV Nima LB Trough Medium KN 2002» производства «KSV NIMA Finland».

### **Результаты и обсуждение**

На рисунке 13 представлена изотерма сжатия монослоя чистого ЖК и чистой ОА.

При температуре субфазы 21 °С (рисунок13) можно определить удельную площадь для жидко-конденсированного состояния монослоя молекул ЖК, которая равна  $58 \text{ \AA}^2$ . На этой же изотерме можно видеть две точки коллапса в области  $49 \text{ \AA}^2$  и  $15,5 \text{ \AA}^2$ .

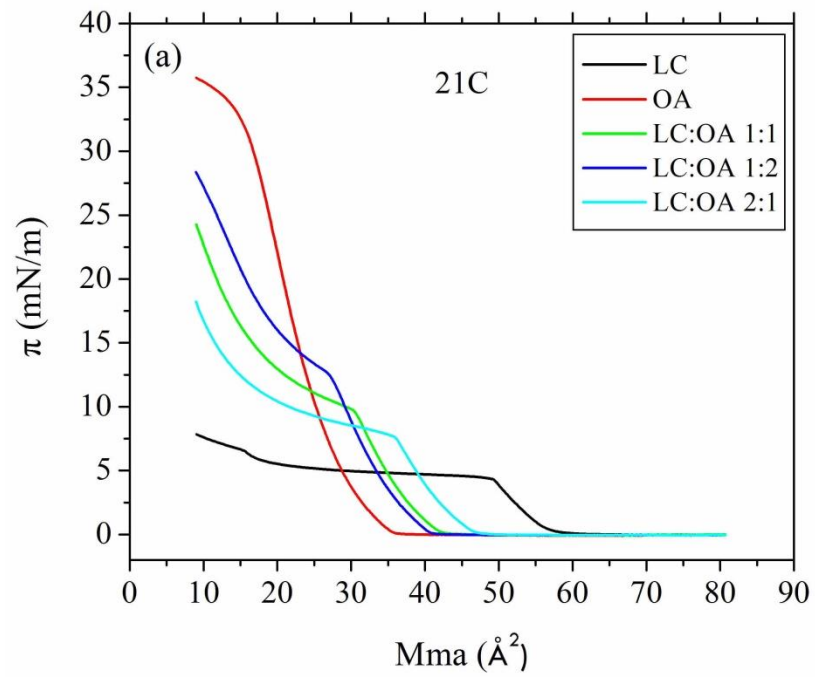


Рисунок 13 – Изотермы сжатия монослоев смесей OA:8CB при 21 °C

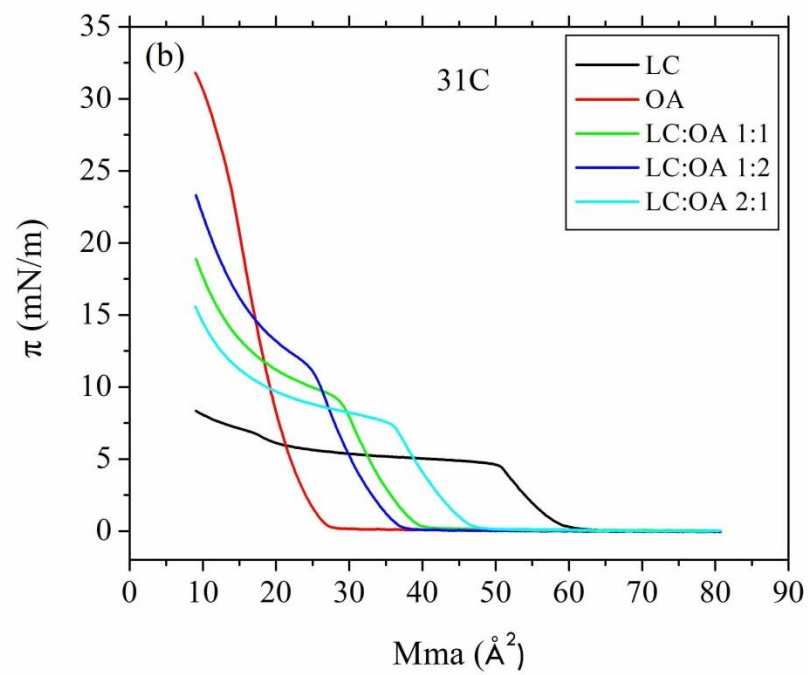


Рисунок 14 – Изотермы сжатия монослоев смесей OA: 8CB при 31 °C

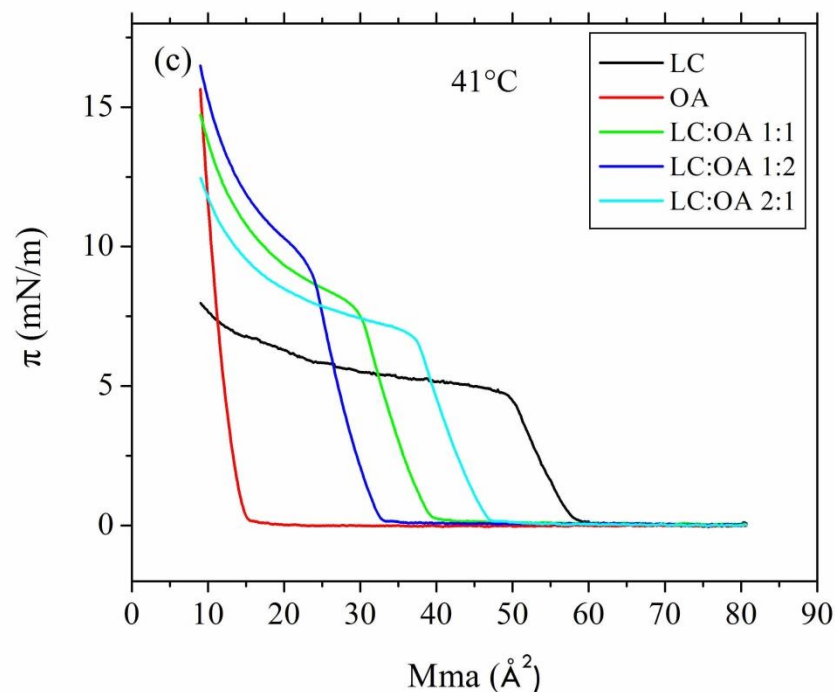


Рисунок 15 – Изотермы сжатия монослоев смесей ОА: 8СВ при 41 °С

Часть изотермы для значений площадей более  $59 \text{ \AA}^2$  отражает поведение двумерной расширенной жидкости и двумерного газа. Протяженная область с нулевым поверхностным давлением указывает на формирование истинного монослоя LC. Плато на изотерме между площадью  $45,1 \text{ \AA}^2$  и  $15,5 \text{ \AA}^2$  отражает формирование однородной трехслойной структуры из монослоя.

На рисунке 15 можно заметить, что температура влияет на изотерму LC. С повышением температуры первый коллапс становился более плавным, а второй коллапс исчезал, это можно объяснить тем, что LC-фаза стала более изотропной и поменялась ориентация с повышением температуры.

Полученные изотермы различных смесей при разных температурах показывают, что изотермы поверхностного давления уменьшаются с увеличением температуры субфазы. Это можно объяснить изменением скорости растворения молекул олеиновой кислоты.



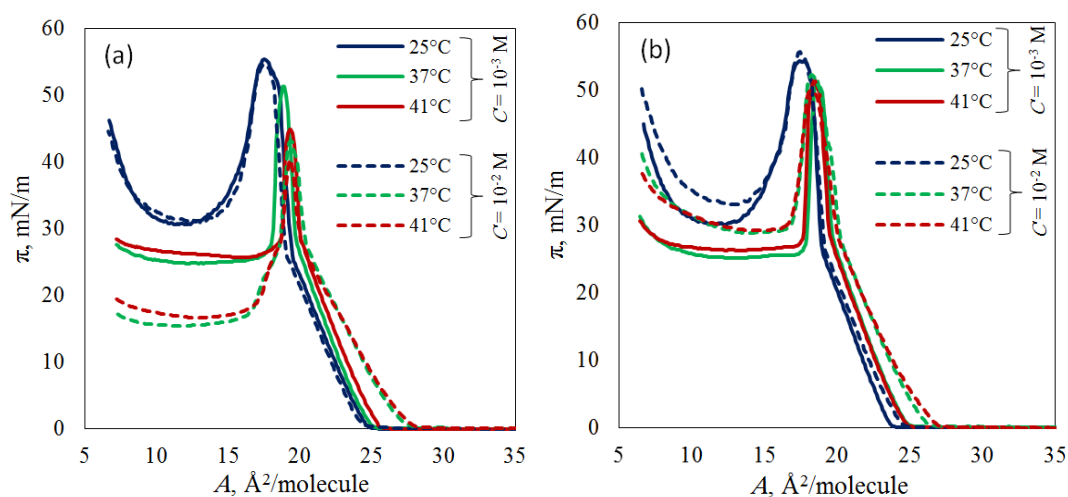


Рисунок 16 – Изотермы сжатия L-аскорбиновой кислоты (а) и D-аскорбиновой кислоты

На рисунке 16 мы видим изотермы сжатия ленгмюровских монослоев (L- и D-аскорбиновой кислоты) в концентрации  $10^{-3}$  и  $10^{-2}$  М и температуры 25, 37 и 41 ° С. Результаты показывают, что в газофазном монослое, жидкой фазе и обрушении с различной концентрацией L- и D-аскорбиновой кислоты при температуре 25 ° С они немного отличаются друг от друга. Но при температурах 37 и 41 ° С они различаются по формам L- и D-аскорбиновой кислоты, коллапсам, образованию жидких и газофазных монослоев в разных концентрациях, эти значительные различия обусловлены влиянием температуры на поверхностное натяжение подфазы будет уменьшаться, и это мы сможем увидеть с высокой концентрацией.

### Заключение

Изучено образование LC-монослоя по методу Ленгмюра-Блоджетт. Исследовано влияние ОА и температуры на изотерму ЖК. Результаты показали, что изменение параметра температуры и концентрации ОА может контролировать занимаемую площадь и количество слоев LC пласта. Кроме того, температура может вызвать переход в фазе LC. Изотерма ЖК относительно зависит от температуры. Результат показывает, что LC и ОА

имеют хорошее взаимодействие и могут образовывать монослой или многослойный слой на поверхности воды.

Молекулярная форма аскорбиновой кислоты оказывает влияние на образование ленгмюровского монослоя при высоких температурах. Высокая концентрация аскорбиновой кислоты в субфазе оказывает значительное влияние на образование ленгмюровского монослоя. Наблюдается значительное влияние температуры на образование изотермического монослоя. Отсутствие значительного влияния низкой температуры на образование ленгмюровского монослоя, но высокая температура оказывает значительное влияние при высокой концентрации аскорбиновой кислоты в субфазе при образовании ленгмюровского монослоя.

#### **Список использованных источников**

1 Технология Ленгмюра – Блоджетт [Электронный ресурс] / gpedia.com [Электронный ресурс] : [сайт]. URL: [http://www.gpedia.com/ru/gpedia/Технология\\_Ленгмюра\\_-\\_Блоджетт](http://www.gpedia.com/ru/gpedia/Технология_Ленгмюра_-_Блоджетт) (дата обращения: 10.05.2018). Загл. с экрана. Яз. рус.

