

## Получение покрытий с гидрофобными свойствами на основе сажи

Г.Г. Курманбаева<sup>1,2</sup>, Х.Е. Пургазиан<sup>1,3</sup>, Ә.Н. Жақсылықова<sup>1,2</sup>, М. Нажипқызы<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Институт проблем горения, ул. Богенбай батыра 172, Алматы, Казахстан

<sup>2</sup> Казахский национальный университет имени аль-Фараби, пр. аль-Фараби 71, Алматы, Казахстан

<sup>3</sup> ТОО "POURGHAZIAN" (филиал "Ranghe Tarake Tazene Asia"), пр. Достык 93/14, Алматы, Казахстан

Дата поступления:

27 Сентября 2018

Принято на печать:

25 Октября 2018

Доступно онлайн:

6 Ноября 2018

УДК: 629.7.023.22; 61.65.09

### АННОТАЦИЯ

В данной статье представлен метод получения наноструктурированных покрытий с гидрофобными свойствами на основе сажи. Показаны результаты исследования методом краевого угла смачивания.

*Ключевые слова:* гидрофобные покрытия, композитные материалы, сажа, полиуретан

### 1. Введение

В последние двадцать лет в технологии лакокрасочных материалов получение покрытий с гидрофобными свойствами привлекло к себе большое внимание. Такие вещи обусловлены тем, что их краевой угол смачивания больше 90°. На данный момент спектр применения таких покрытий значительно широк: самоочищение, противобледенительные, разделение воды от нефти, противотуманные, снижение трения, даже антибактериальные покрытия [1]. Такая характеристика, как не смачивание жидкости на своей поверхности, гидрофобных покрытий привлекает интерес также в областях антикоррозии и защиты. С помощью увеличения гидрофобности покрытия, ограничивая контакта с агрессивной средой как вода, можно снизить скорость коррозии металлов [2].

Исследователи придумали множество методов синтеза упомянутых покрытий такие как: химическое осаждение, метод золь-геля, анодирование и т.д. [3]. Однако, эти методы ограничиваются лабораторными условиями сложным путем приготовления и требуют модификацию дорогостоящими кремний- и фторосодержащими гидрофобными молекулами [4]. Еще один недостаток известных нам гидрофобных покрытий, их низкая механическая устойчивость. Одним из пути решения этой проблемы является получение нанокompозитного покрытия состоящего из полимерной матрицы, наполненной наночастицами графена и оксида цинка [5]. Явный представитель одномерных наноструктур – нанотрубка тоже применяется для получения гидрофобных по-

крытий. Однако, получение покрытий на основе углеродных нанотрубок включает в себя сложные низкомасштабные методы, как химическое осаждение и окислительная сополимеризация [6].

В данной работе представлен синтез при помощи легкого и простого перемешивания ультразвуком сажи и полиуретанового полимера. Гидрофобные свойства полученного покрытия были изучена методом посадки капель на поверхность образца.

### 2. Экспериментальная часть

#### 2.1. Материалы

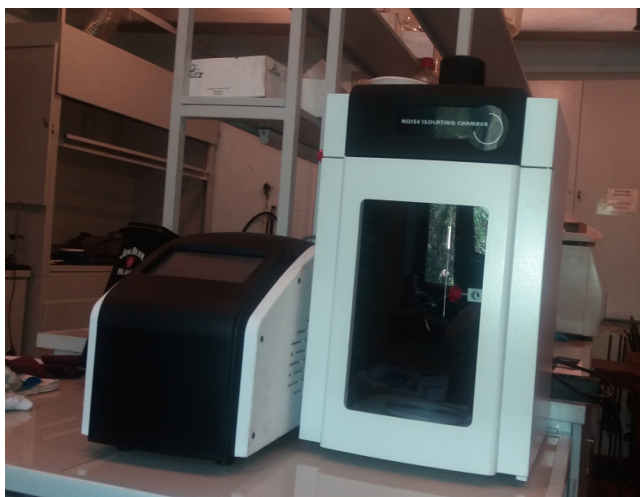
Полиуретановый лак, растворитель «646» представляет собой смесь толуола 50%, этанола 15%, бутанола 10%, бутила – или амилацетата 10%, этилцеллюлозы 8%, ацетона 7%. Гидрофобную сажу получали путем применения электрического поля 1 КВ при горении смеси пропана, бутана, изобутена. Размер частиц сажи составлял 30-40 нм со значительным цепным образованием и третичной структурой, а краевой угол смачивания был больше 146° [7].

#### 2.2. Получение нанокompозитных покрытий

Полиуретановый лак и растворитель «646» перемешивались механически, затем в полученную суспензию добавлялась гидрофобная сажа (пропорции взяты в соответствии с таблицей 1). Полученную смесь гомогенизировали в ультразвуковом диспергаторе при мощности 600 Вт в течение 30 мин (Рис. 1).

\*Ответственные авторы

E-mail: gabdylmanapkyzy@gmail.com (Г.Г. Курманбаева)



(a)



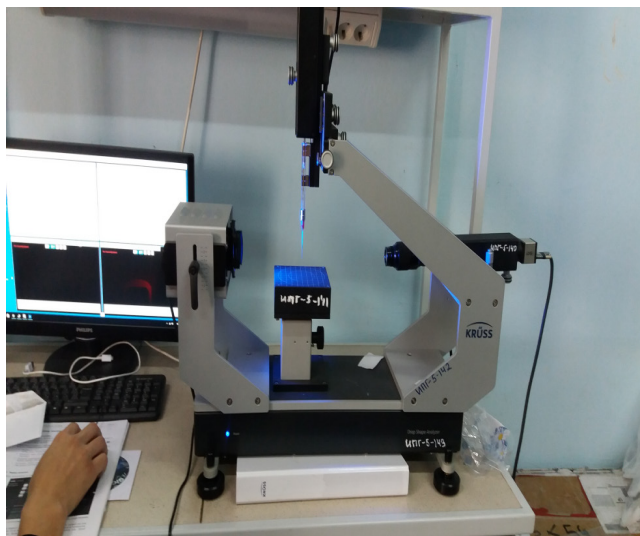
(б)

Рис. 1. Ультразвуковой гомогенизатор (а) и заданные ему параметры (б).

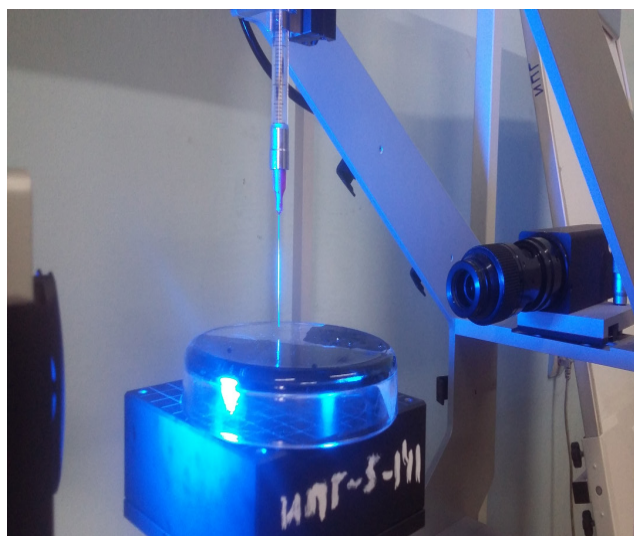
Таблица 1

Образцы с разным составом полиуретана, растворителя и сажи.

№ образца	Полиуретан, г	Растворитель, г	Сажа, г
1	5.00	20.00	1.00
2	4.00	30.00	2.00
3	4.00	40.00	3.00



(a)



(б)

Рис. 2. (а) – Прибор для измерения краевого угла DSA25 KRUSS; (б) – посадка капли на поверхность образца.

## 2.3. Приборы и измерения

### 2.3.1 Исследование краевого угла смачивания прибором DSA25 KRUSS

Каждый полученный образец наносился на куски бумаги и стекла, затем оставались сушиться на 30 мин. Далее на приборе DSA25 KRUSS для измерения краевого угла методом лежащей капли

Circle были измерены углы смачивания сразу после посадки капли на исследуемые образцы для измерения гидрофобности самой смолы.

Система DSA25 предназначена для измерения краевого угла расчета свободной энергии поверхности, а также межфазного натяжения методом висящей капли и работает только с программным обеспечением DSA4, которое полностью обрабатывает полученные результаты (Рис. 2а). То есть

**Таблица 2**

Краевые углы смачивания образцов № 1-3 на разных основаниях.

№ образца	Полиуретан, г	Растворитель, г	Сажа, г	Основание	Угол смачивания $\theta$ , °
1	5.00	20.00	1.00	стекло	93.50
2	4.00	30.00	2.00	бумага	133.00
3	4.00	40.00	3.00	бумага	144.90

**Таблица 3**

Результаты углов смачивания лака №3 на поверхности металла и дерева.

Основание	Угол смачивания $\theta$ , °	Угол смачивания $\theta$ , ° (с лаком №3)
Металл	29.90	138.50
Дерево	36.70	138.30
Полиуретан	82.00	-

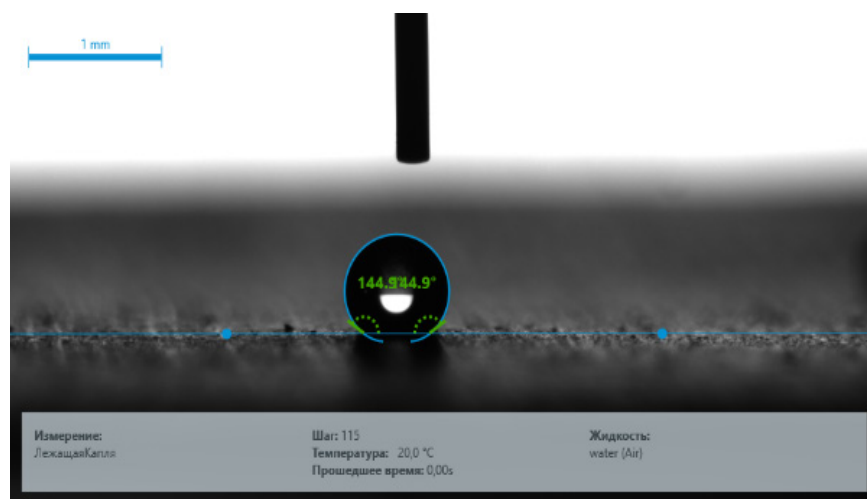


Рис. 3. Краевой угол смачивания лака №3 на поверхности бумаги.

образец устанавливается на специальный столик для образца и на его поверхность с помощью подвижной каретки с шприцом дозируется капля.

Далее видеокамера фокусируется на каплю так, чтобы вид был сбоку (Рис. 2б), а результаты измерения можно увидеть на экране компьютера. Поверхность каждого образца исследовалась 3 раза, после брались средние значения.

Также был измерен угол смачивания самой бумаги, стекла и полиуретана.

### 3. Результаты и обсуждение

Результаты измерения краевого угла смачивания приведены на таблице №2.

Таблица 2. Краевые углы смачивания образцов №1-3 на разных основаниях.

По результатам можно сказать, что лак с составом №3 показал максимальную гидрофобность. Для интереса этот же лак нанесли на дерево и металлическое основание и измерили углы смачивания, также были измерены углы смачивания самого дерева, металла и полиуретанового покрытия. Результаты измерений показаны на таблице №3.

На рисунке №4 можно увидеть каплю на поверхности лака №3, нанесенного на дерево и металл, а также их краевые углы смачивания.

### Заключение

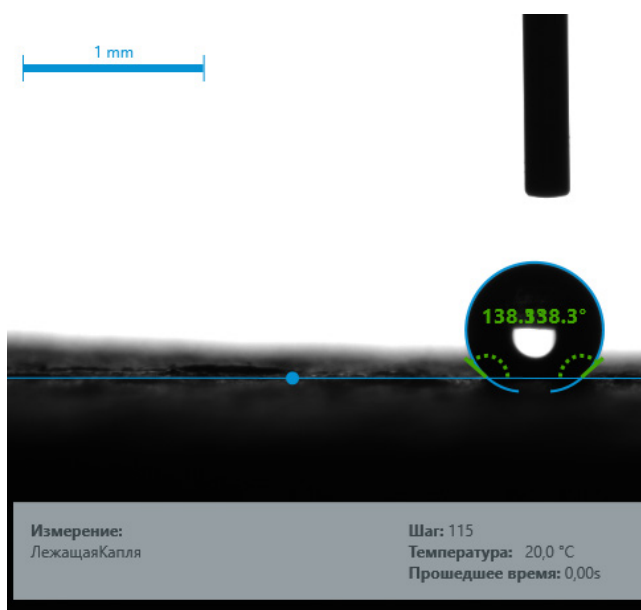
Вводя наноструктурированную сажу в смесь полиуретана с растворителем «646» были получены гидрофобные покрытия для различных из-



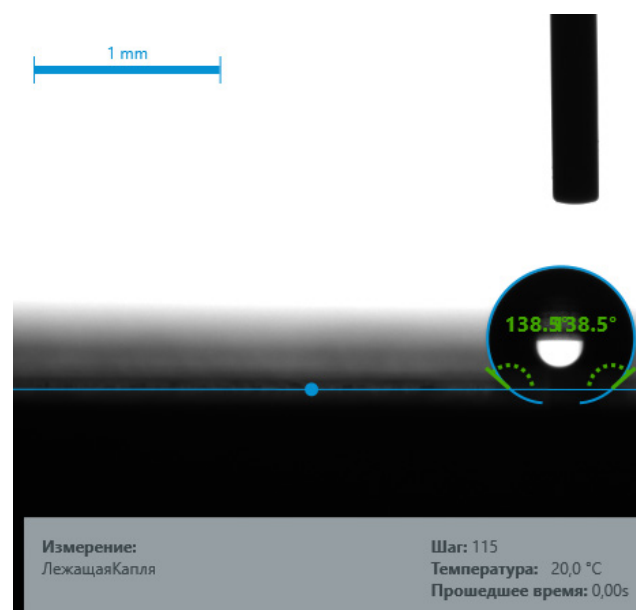
(a)



(б)



(в)



(г)

Рис. 4. Капли на образце №3 в основании которого (а) дерево; (б) металл; краевой угол смачивания капли на образце №3 в основании которого (в) дерево; (г) металл.

делий, таких как дерево, металл и бумага. Было определено оптимальное соотношение полиуретана к саже, которое составило 4:3. Результаты краевого угла смачивания показали  $\sim 145^\circ$ .

#### Литературы

[1]. Паул Ц. Узомаа, Фучун Лиуа, Лонг Хуа, Жи-чао Жанга, Ен-Хоу Хан, Щей Ке, И.О. Ару-

калам. Супергидрофобность, проводимость и антикоррозийность прочных силиконовых акриловых покрытий, модифицированных графеновыми нано листами // Прогресс в области органических покрытий. 127 (1) 239–251 (2018).

[2]. Инноцент О. Арукалам, Емека Е. Огузие, Ыинг Ли. Наноструктурированное супергидрофобное полисиликоновое покрытие для высокобарьерных и антикоррозионных при-

- менений в морской среде // Журнал коллоидной и интерфейсной науки. (2017).
- [3]. Фан Жанг, Хонгчанг Яиан, Лунтао Шанг, Жоу Шанг, ЦиуицейДу, Хиаоганг Ли, Дашей Жанг. Супергидрофобные углеродные нанотрубки/эпоксидное нанокompозитное покрытие методом поверхностного одношагового распыления // Технология поверхности и покрытий. (2018).
- [4]. Шей Янга, Лияун Жуа, Бичи Ченб, Хуи Бейа, Зиминг Бейб. Топография поверхности и гидрофобность водных фторированных акриловых/кремнеземных гибридных покрытий // Коллоиды и поверхности А: физико-химические и инженерные аспекты. 484 (1) 62–69 (2015).
- [5]. Янлонг Шиаб, Шу Янгб, Хиаюан Фенга, Ёнгшенг Шанга, Гуорен Юеа. Получение сверхгидрофобной поверхности наностержней ZnO с коррозионной стойкостью путем сочетания термического окисления и модификации поверхности // Материалы и письма. 151 (1) 24–27 (2015).
- [6]. Иман Хези, Гиты Мир Мохамад Садегхи, Сыед Хассан Яфари, Хоссеин Али Кхонакдарц, Явад Сеыфи, Маттхиаз Холзсчух, Франк Симон. Преобразование встроенного гидрофильного полимера в прочное самоочищающееся супергидрофобное покрытие с помощью встраивания поверхности углеродных нанотрубок // Материалы и дизайн. 86 (1), 338–346 (2015).
- [7]. Нажипкызы М., Мансуров З.А., Лесбаев Б.Т. Синтез в пламени супергидрофобной сажи его применение // Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Мир науки», приуроченная к 20-летию Государственных символов Республики Казахстан. – Алматы, 2–3 (2012).

### Күйе негізінде гидрофобты қасиеттері бар жабынды алу

Г.Г. Құрманбаева<sup>1,2\*</sup>, Х.Е. Пургазиан<sup>1,3</sup>, Ә.Н. Жақсылықова<sup>1,2</sup>, М. Нажипкызы<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Жану проблемалары институты, Богдабай батыр 172, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, әл-Фараби даңғылы 71, Алматы, Қазақстан

<sup>3</sup>ТОО "POURGHAZIAN" (филиал "Ranghe Tarake Tazene Asia"), пр. Достық 93/14, Алматы, Қазақстан

### Аңдатпа

Бұл мақалада күйе негізінде гидрофобты қасиеттері бар нанокұрылымды жабындыларды алу әдістемесі көрсетілген. Жұғудың шеткі бұрышы арқылы зерттеу нәтижелері келтірілген.

*Кілт сөздер:* гидрофобты жабындылар, композитті материалдар, күйіп, полиуретан.

### Coatings with hydrophobic properties on the basis of soot

G.G. Kurmanbayeva<sup>1,2\*</sup>, Hamidreza Pourghazian<sup>1,3</sup>, A.N. Zhaksilikova<sup>1,2</sup>, M. Nazhipkyzy<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Combustion Problems, 172 Bogenbai Batyr str., 050012, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, 71 al-Farabi ave., 050040, Almaty, Kazakhstan

<sup>3</sup>LLC"POURGHAZIAN" (branch of Ranghe Tarake Tazene Asia), Number 14, home 93V, Street Dostyk, Almaty, Kazakhstan

### Abstract

This article presents a method for producing nanostructured coatings with hydrophobic properties based on soot. The results of the study by the method of small contact angle.

*Keywords:* hydrophobic coatings, composite material, soot, polyurethane.