

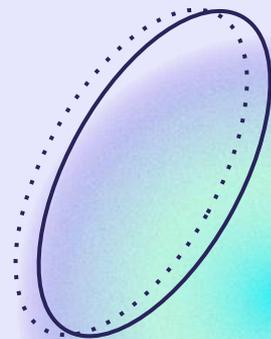
---

# Изучение и создание наноструктурированных супергидрофобных покрытий

---

Научно-исследовательский проект

Данилейко Мария Владимировна,  
+79500874378 danileikomaria@mail.ru  
МБОУ Гимназия №44 11 класс  
г. Иркутск



# Введение

---

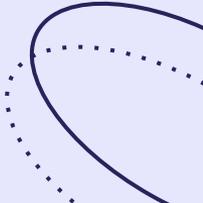
## Актуальность

С помощью гидрофобных металлических поверхностей создают на электротехнике и микроустройствах покрытие, которое защищает важные части этих изобретений от поломок и неисправностей в следствии попадания в них капель воды и грязи.

---

## Цель

Создать гидрофобное покрытие на примере пластины алюминия, которое образует угол смачивания более  $90^\circ$  и выявить зависимость напряжения на трансформаторе от концентраций кислот для анодирования.



# Введение

---

**Проблема:** использование устройств человеком часто приводит к их поломке при попадании внутрь воды и грязи. Чтобы избежать неисправностей создаются гидрофобные покрытия, отталкивающие жидкость.

- Объект исследования: алюминиевая пластина.
- Предмет исследования: анодирование в разных кислотах (фосфорная, щавелевая и серная).

## **Задачи исследования:**

1. Провести литературный анализ
2. Сделать анодирование алюминия
3. Получить зависимость напряжения от концентрации кислот
4. Сделать гидрофобизацию и измерить краевой угол
5. Подвести итоги и сделать выводы
6. Определить дальнейшие перспективы

# Литературный обзор

## Unveiling the Hard Anodization Regime of Aluminum: an Insight into the Nanopores Self-organization and Growth Mechanism

Victor Vega, Javier García, Josep M. Montero Moreno, Blanca Hernando, Julien Bachmann, Victor M. Prida, and Kornelius Nielsch

ACS Appl. Mater. Interfaces, Just Accepted Manuscript • DOI: 10.1021/acsami.5b10712 • Publication Date (Web): 08 Dec 2015

Downloaded from <http://pubs.acs.org> on December 15, 2015

Г. Р. Николаенко, М. Н. Минлебаева

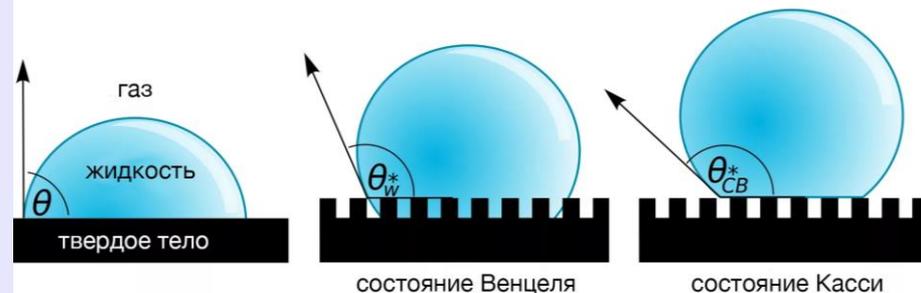
## ОБОЗР СУЩЕСТВУЮЩИХ ГИДРОФОБИЗИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ключевые слова: гидрофобизация, гидрофобизаторы, легкая промышленность, текстильные и кожаные материалы.

Приведено краткое теоретическое описание процесса гидрофобизации материалов легкой промышленности. Проведен обзор существующих на сегодняшний день, гидрофобизирующих материалов, используемых в легкой промышленности. Выделены преимущества и недостатки каждого метода гидрофобизации.

Keywords: water-repellency, water repellents, light industry, textile and leather materials.

A brief theoretical description of the hydrophobic materials of light industry. The review of existing today, hydrophobic materials used in light industry. Highlight the advantages and disadvantages of each method of water-repellency.



## Passivated Aluminum Nanohole Arrays for Label-Free Biosensing Applications

Victor Canalejas-Tejero,<sup>†</sup> Sonia Herranz,<sup>‡</sup> Alyssa Bellingham,<sup>§</sup> María Cruz Moreno-Bondi,<sup>‡</sup> and Carlos Angulo Barrios<sup>\*†</sup>

<sup>†</sup>Instituto de Sistemas Optoelectrónicos y Microtecnología (ISOM), ETSI Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid, CEI-Mondoa, 28040 Madrid, Spain

<sup>‡</sup>Chemical Optosensors and Applied Photochemistry Group (GSOLFA), Department of Analytical Chemistry, Faculty of Chemistry, Universidad Complutense, CEI-Mondoa, 28040 Madrid, Spain

<sup>§</sup>Department of Electrical and Computer Engineering, Drexel University, 3141 Chestnut Street, Bossone Research Enterprise Center Suite, Philadelphia, Pennsylvania 19104, United States



OPEN ACCESS

materials

ISSN 1996-1944

[www.mdpi.com/journal/materials](http://www.mdpi.com/journal/materials)

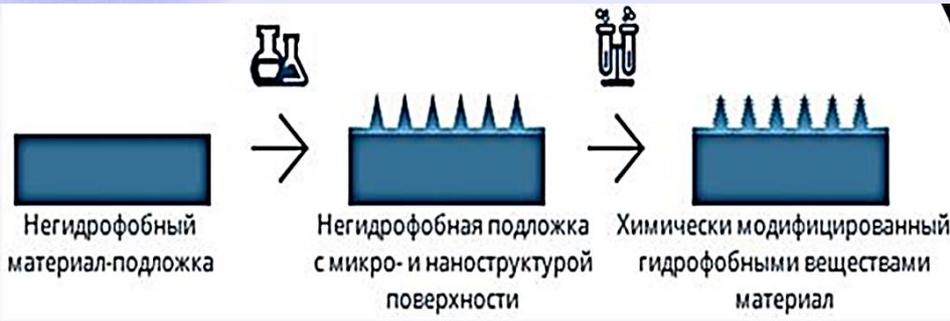
## Fabrication and Characterization of Single Phase $\alpha$ -Alumina Membranes with Tunable Pore Diameters

Tatsuya Masuda <sup>1</sup>, Hidetaka Asoh <sup>1</sup>, Satoshi Haraguchi <sup>2</sup> and Sachiko Ono <sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Graduate School of Engineering, Kogakuin University, 2665-1 Nakano, Hachioji, Tokyo 192-0015, Japan; E-Mails: [bd12002@ns.kogakuin.ac.jp](mailto:bd12002@ns.kogakuin.ac.jp) (T.M.); [asoh@cc.kogakuin.ac.jp](mailto:asoh@cc.kogakuin.ac.jp) (H.A.)

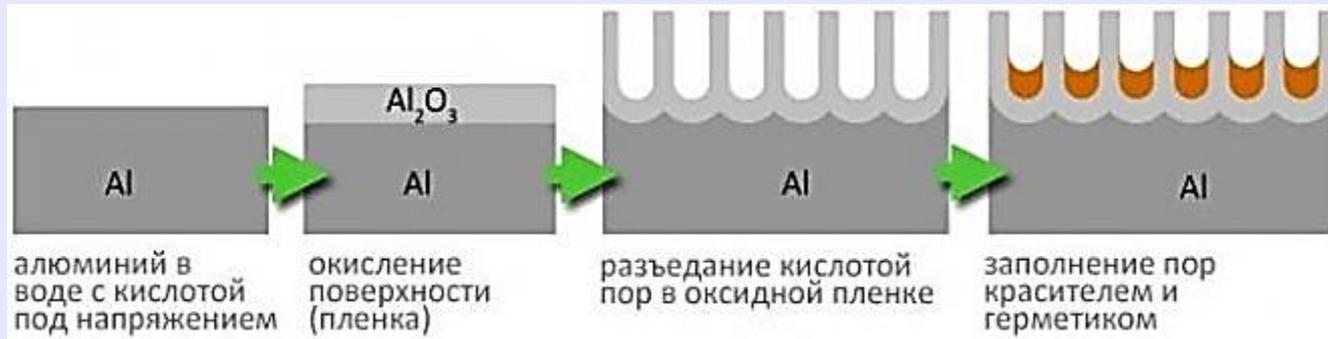
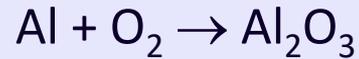
<sup>2</sup> Toshiba Corporation Power and Industrial Systems Research and Development Center, 1 Toshiba, Fuchu, Tokyo 183-8511, Japan; E-Mail: [satoshi.haraguchi@toshiba.co.jp](mailto:satoshi.haraguchi@toshiba.co.jp)

# Методика создания гидрофобного покрытия



Анодирование в кислотах →  
Микро+нано структура

Гидрофобизация алканами или  
полимерами



# Этап 1 – Подготовка поверхности

Обработка поверхности ацетоном  $\text{CH}_3\text{-C(O)-CH}_3$

Травление в 4% растворе щелочи  $\text{NaOH}$  в течении 1 минуты

Результат: отчищенная поверхность от неровностей с оксидной пленкой



# Этап 2 – Анодирование

$H_3PO_4$   
 $H_2SO_4$   
НООС-СООН

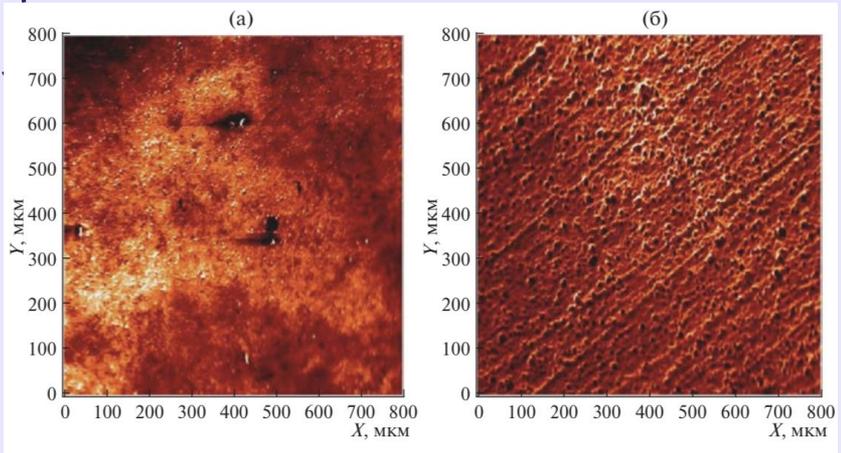
$U = 20-120 \text{ В}$   
 $t = 2-5 \text{ мин}$



Спектр света



Анодирование алюминия в электролите



800x800 мкм

До

После

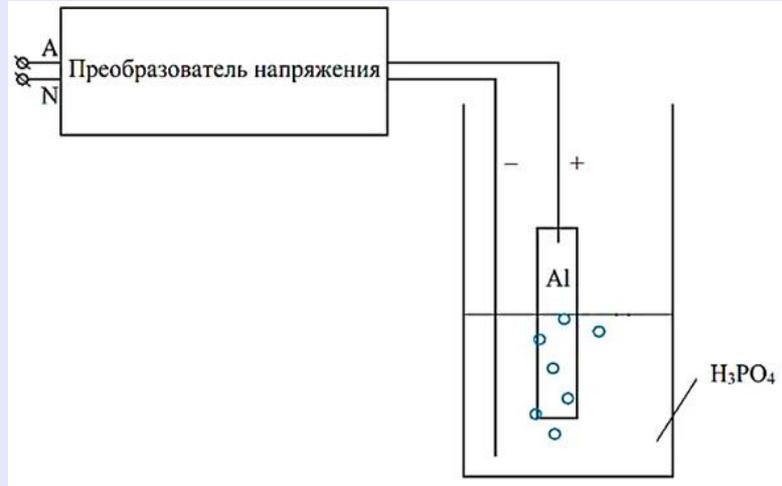


Схема электрохимического стенда для анодирования



← Анодированные пластины алюминия

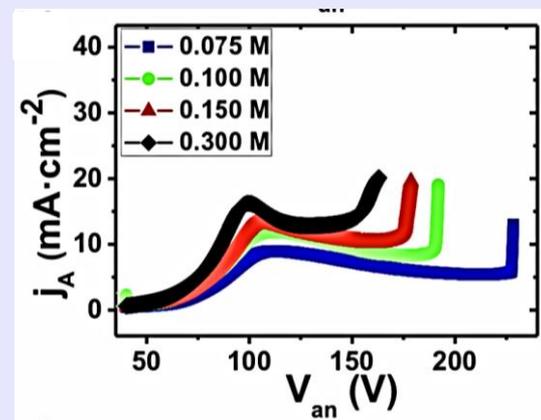
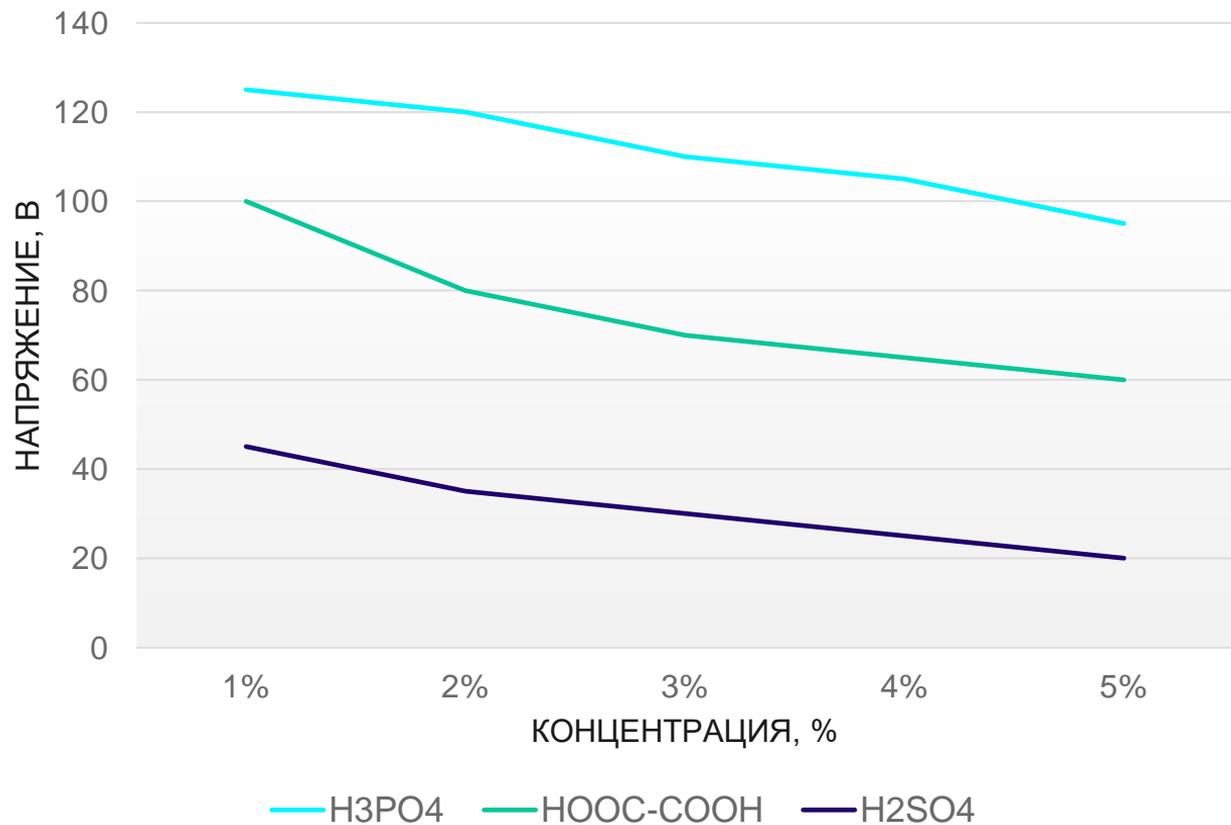
Шкала эталонных образцов  
анодирования



# Таблица подбора оптимальной концентрации растворов

Состав электролита	Напряжение, В	Время, мин	Цвет пластины
3% раствор $\text{H}_3\text{PO}_4$	80	5	Жёлтый
3% раствор $\text{H}_3\text{PO}_4$	90	5	Оранжевый
3% раствор $\text{H}_3\text{PO}_4$	115	5	Красный
4% раствор $\text{H}_3\text{PO}_4$	105	5	Красный
5% раствор $\text{H}_3\text{PO}_4$	110	5	Красный
2% раствор щавелевой кислоты	80	4	Оранжевый
5% раствор щавелевой кислоты	40-60	2,5	Жёлтый
1% раствор $\text{H}_2\text{SO}_4$	20	5	Зелёный
1% раствор $\text{H}_2\text{SO}_4$	30	5	Не появился
3% раствор $\text{H}_2\text{SO}_4$	40	5	Не появился
18% раствор $\text{H}_2\text{SO}_4$	25	5	Не появился

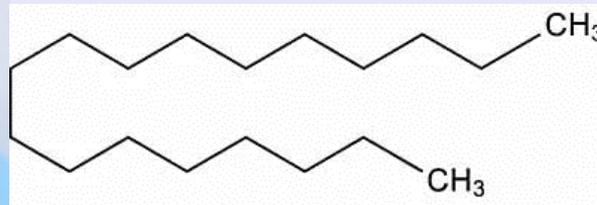
График зависимости напряжения от концентрации электролита (при красной пластине,  $t=5$  мин)



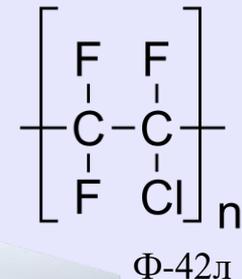
# Этап 3 – Гидрофобизация



10% раствор октадекана  
Поливание под углом  $45^\circ$   
В сушильный шкаф при  
 $T = 125^\circ\text{C}$  на 20 минут



Октадекан



Краевой угол смачивания

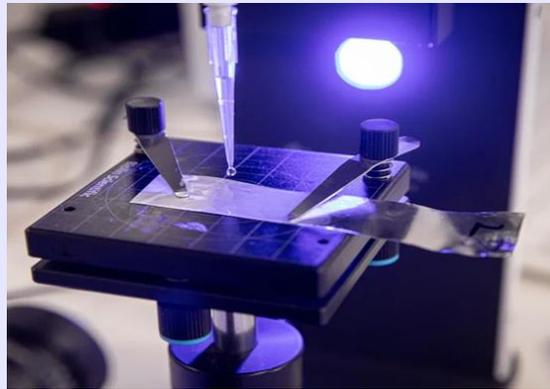


Сушильный шкаф

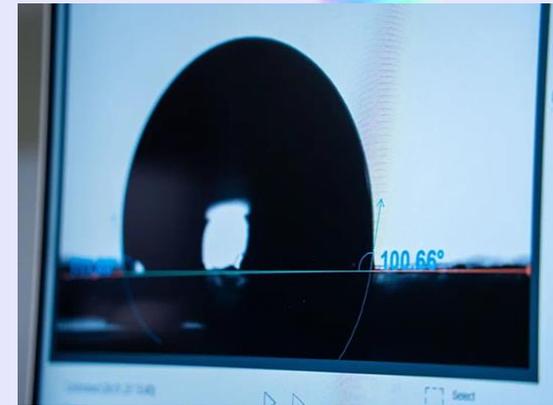
# Этап 4 – Определение угла смачивания

- Электронный микроскоп
- Программа автоматического определения угла смачивания

Кислота	Угол смачивания, °
Серная	94-97
Щавелевая	96-98
Фосфорная	93-100



Пластина перед проверкой



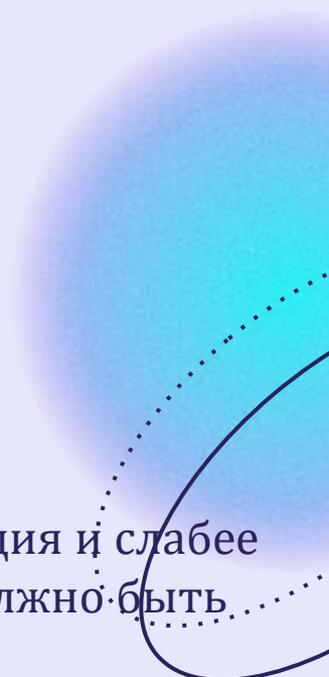
Угол смачивания на пластине под микроскопом

# Заключение

Нам удалось создать покрытие, обладающие гидрофобными свойствами с углом смачивания  $>90^\circ$  и выявить зависимость напряжения при анодировании от концентрации вещества.

Кислота	Концентрация	Напряжение, В
Серная	1%-3%	<30
Щавелевая	3%-5%	40-80
Фосфорная	4%-5%	100-120

Чем меньше концентрация и слабее кислота, тем больше должно быть напряжение в пределах допустимого для электролита.



# Перспективы проекта

В будущем планируется проведение анодирования в других кислотах (стеариновая, хромовая и сульфосалициловая) на металлах (цинк, сталь, титан), и гидрофобизация с помощью полиметилметакрилата и силикона ( $C_5O_2H_8$ ,  $[R_2SiO]_n$ ).

Цель: Выявить лучшее гидрофобное покрытие и самый эффективный и долговечный гидрофобизатор.



Металлы



Силикон

# Список литературы

- Berrens A. R., Huvad G.S., Korsmeyer R.W., Kunig F.W. // J. of Applied Polym. Sci. — 1992 — V. 46 — P. 231
- Marmur, A. The lotus Effekt: Superhydrophobicity and Metastability / Langmuir. 2004 V.20. P.3517-3519.
- Keller, F.; Hunter, M.S.; Robinson, D.L. Structural features of oxide coatings on aluminum. J. Electrochem. Soc. 1953, 100, 411–419.
- Diggle, J.W.; Downie, T.C.; Goulding, C.W. Anodic oxide films on aluminum. Chem. Rev. 1969, 69, 365–405.
- O’Sullivan, J.P.; Wood, G.C. The morphology and mechanism of formation of porous anodic films on aluminium. Proc. Roy. Soc. Lond. 1970, A317, 511–543.
- Tatsuya Masuda, Hidetaka Asoh, Satoshi Haraguchi and Sachiko Ono Fabrication and Characterization of Single Phase  $\alpha$ -Alumina Membranes with Tunable Pore Diameters, 2015, 5-10.
- Г. Р. Николаенко, М. Н. Минлебаева, Обзор существующих гидрофобизирующих материалов, используемых в легкой промышленности, 2015, 2-4.
- Ono, S.; Nakamura, M.; Masuda, T.; Asoh, H. Fabrication of nanoporous crystalline alumina membrane by anodization of aluminum. Mater. Sci. Forum 2014, 783–786, 1470–1475.
- Masuda, T.; Asoh, H.; Haraguchi, S.; Ono, S. Nanoporous  $\alpha$ -alumina membrane prepared by anodizing and heat treatment. Electrochemistry 2014, 82, 448–455.