

плоскости и уровень унификации в гидроблоках управления разрабатываемой системы блоков).

Литература

1. Свешников, В.К. Станочные гидроприводы. Справочник. 5-е издание переработанное и дополненное / В.К. Свешников. – М.: Машиностроение, 2008. – 510 с.
2. Дабагян, А.В. Оптимальное проектирование машин и сложных устройств/ А.В. Дабагян.-Москва: Машиностроение, 1979-280с.
3. Пинчук В.В. Обобщенные модели гидроблоков управления /В.В. Пинчук // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. -2007, №2-С.58-63.

ГИДРОФОБНЫЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА КРЕМНИЯ И ОКТАДЕЦИЛТРИХЛОРСИЛАНА

Гурина З.С., м.н.с., **Соломянский А.Е.**, в.н.с., к.х.н., доцент (*ИХНМ НАН Беларуси, г. Минск*), **Толстая Т.Н.**, н.с. (*ИТМО НАН Беларуси, г. Минск*)

Аннотация: Изучены морфология и смачиваемость покрытий из наночастиц оксида кремния, поливинилового спирта, полученных на кремниевой и стальной подложках методом центрифугирования. Установлено, что формирование на поверхности покрытий из оксида кремния и поливинилового спирта (ПВС) слоя октадецилтрихлорсилана (ОТС) позволяет придавать им супергидрофобные свойства. Значения краевого угла смачивания водой составляют 152° и 153° для покрытий (SiO₂)₄₅/ПВС/ОТС на кремниевой и стальной поверхностях соответственно.

Ключевые слова: оксид кремния, поливиниловый спирт, октадецилтрихлорсилан, центрифугирование

Введение

Супергидрофобные покрытия с краевым углом смачивания (КУС) водой не менее 150° при гистерезисе смачивания не более 10° могут быть использованы для защиты различных материалов от биообрастания и обледенения [1]. Целью настоящего исследования является получение супергидрофобных покрытий из наночастиц оксида кремния, поливинилового спирта и октадецилтрихлорсилана.

Результаты и обсуждение

Слои оксида кремния и поливинилового спирта получали на кремниевых и стальных пластинах прямоугольной формы площадью 1,5 см² методом центрифугирования [2]. Кремниевые подложки, вырезанные из пластин монокристаллического кремния с ориентацией <100>, предварительно гидрофилизировали в «пираньи» (H₂O₂ и H₂SO₄ в соотношении 1:2,5 по объему) в течение 45 мин при температуре 50 °С, а стальные пластины (марка стали 12Х17) несколько раз промывали хлороформом. Для формирования слоев наночастицы оксида кремния (диаметр частиц ~ 10 нм, Aldrich) диспергировали в изопропанол. Затем на подложки наносили полученную суспензию и центрифугировали их со скоростью 3000 об/мин в течение 2 минут. Нанесение суспензии SiO₂ и вращение подложек с их последующей остановкой повторяли от 15 до 50 раз с целью увеличения числа слоев SiO₂ в покрытиях и их шероховатости. Далее на поверхность покрытий SiO₂ наносили 0,5% водный раствор поливинилового спирта (ПВС) с молекулярной массой ~ 146 000 Да, методом статического центрифугирования при скорости вращения 3000 об/мин в течение 2-х минут. Для придания покрытиям диоксида кремния гидрофобных свойств на их поверхность наносили октадецилтрихлорсилан (ОТС) методом самоорганизации, погружая кремниевые или стальные подложки с покрытиями SiO₂/ПВС на 15 минут в 1 мМ раствор ОТС в смеси растворителей гексадекан: тетрахлоуглерод с объемным соотношением 4:1. Затем гидрофобные пластины тщательно промывали последовательно гексадеканом, тетрахлоуглеродом, этиловым спиртом и дистиллированной водой.

Краевой угол смачивания водой образцов измеряли методом «неподвижной» капли дистиллированной воды объемом 3 мкл на приборе DSA100E (Kruss, Германия).

Морфологию образцов исследовали методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) на приборе JSM6000 (JEOL, Япония), их шероховатость и толщину оценивали с

помощью профилометра «Surtronic 25» («Taylor Hobson», Великобритания).

Обработка изначально гидрофильных (КУС не более 60°) слоев $\text{SiO}_2/\text{ПВС}$ октадецилтрихлорсиланом позволяет создать покрытия (рис. 1), проявляющие супергидрофобные свойства. Параметры шероховатости R_a и R_z составляют 2,17 мкм и 20,1 мкм для покрытий $\text{SiO}_2/\text{ПВС}/\text{ОТС}$ на кремнии, а на стали – 2,44 мкм и 19,4 мкм, при толщине слоев $\text{SiO}_2/\text{ПВС}$, обработанных ОТС, не более 40 мкм.

Значение КУС водой составляет 152° и 153° для покрытий $\text{SiO}_2/\text{ПВС}/\text{ОТС}$, содержащих 45 слоев SiO_2 на кремниевой и стальной поверхности соответственно (рис. 2) Гистерезис смачивания данных покрытий не превышает 2° . Дальнейшее увеличение числа слоев SiO_2 ухудшает гидрофобные свойства покрытий.

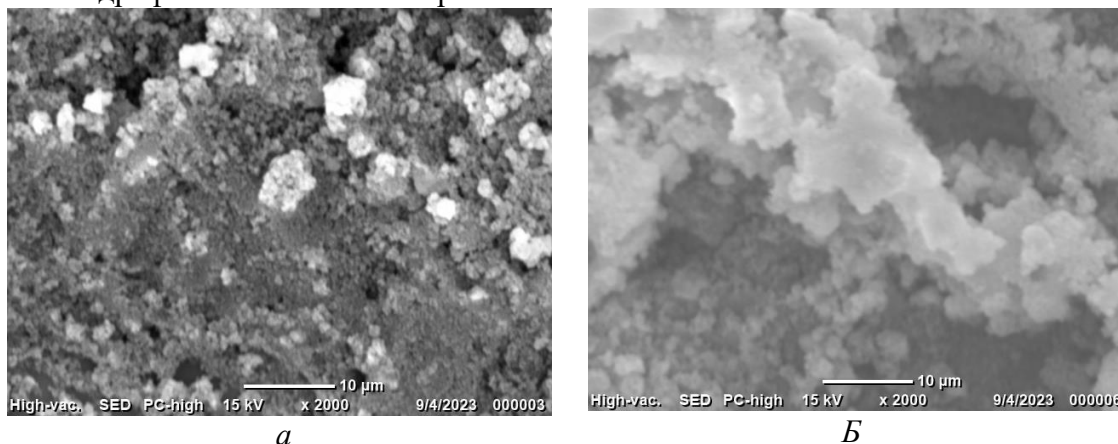


Рис.1 СЭМ изображения поверхности покрытий $(\text{SiO}_2)_{45}/\text{ПВС}/\text{ОТС}$, сформированных на поверхности кремния (а) и стали (б)

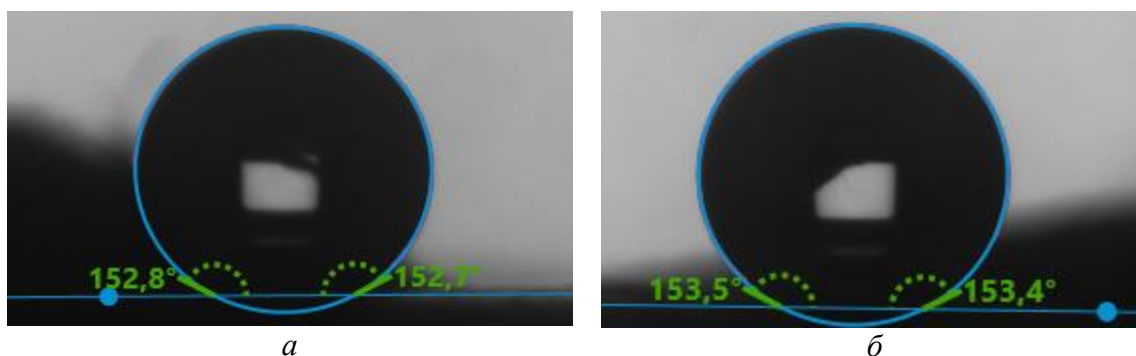


Рис.2 Фото капель воды на поверхности покрытий $(\text{SiO}_2)_{45}/\text{ПВС}/\text{ОТС}$, сформированных на поверхности кремния (а) и стали (б)

Заключение

Установлено, что обработка поверхности слоев из оксида кремния и ПВС, сформированных на кремниевой и стальной поверхностях методом центрифугирования, ОТС позволяет создавать покрытия, проявляющие супергидрофобные свойства. Значения КУС составляют 152° и 153° для покрытий $(\text{SiO}_2)_{45}/\text{ПВС}/\text{ОТС}$ на кремниевой и стальной поверхностях соответственно. Данные покрытия могут быть использованы для защиты от воздействия влаги и загрязнений поверхности материалов различного функционального назначения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского Республиканского Фонда Фундаментальных Исследований договор № X23B-001.

Литература

1. A review on fundamentals, constraints and fabrication techniques of superhydrophobic coatings / A. Hooda, M.S. Goyat, J.K. Pandey [et al.] // Progress in Organic Coatings. – 2020. – Vol. 142. – p. 105557–105578.
2. Tyona M.D. A theoritical study on spin coating technique / M.D. Tyona // Advances in materials Research. – 2013. – Vol. 2, №4. – p. 195–208.