

## ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ПОЛИУРЕТАНА И ОКТАДЕЦИЛТРИХЛОРСИЛАНА ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

### PROTECTIVE COATINGS BASED ON POLYURETHANE AND OCTADECYLTRICHLOROSYLANE FOR STEEL SURFACES

Соломянский А.Е.<sup>1</sup>, Агабеков В.Е.<sup>1</sup>, Чишанков И.Г.<sup>1</sup>, Мельников Г.Б.<sup>2</sup>, Ту Тхи Хуан Ханг<sup>3</sup>, Нгуен Тхан Дуонг<sup>3</sup>,  
Бу Ке Оанх<sup>3</sup>, Тран Даи Лам<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Беларусь, Государственное научное учреждение «Институт химии новых материалов Национальной академии наук Беларуси», *solasy@mail.ru*

<sup>2</sup> Беларусь, Государственное научное учреждение «Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси», *galachka@gmail.com*

<sup>3</sup> Вьетнам, Институт тропической технологии Вьетнамской академии наук и технологий, *solasy@gmail.com*

Наиболее эффективным материалом для антикоррозионной защиты металлических поверхностей является полиуретан [1, 2]. Тонкопленочные полиуретановые покрытия характеризуются атмосферо-, абразиво- и термостойкостью, а также высокой адгезией к углеродистой стали [2]. Для улучшения антифрикционных свойств и увеличения гидрофобности полиуретановых пленок перспективным является формирование на их поверхности слоев из кремнийорганических соединений [3].

Цель настоящей работы – создание композиционных покрытий на основе полиуретана и октадецилтрихлорсилана (ОТС) для увеличения гидрофобности и износоустойчивости прецизионных узлов трения, а также стальных поверхностей различного функционального назначения.

Покрытия полиуретана (ПУ) толщиной 30 мкм формировали на стальных пластинах из гидроксилсодержащего полиакрилата и алифатического полиизоционата (Nippon Polyurethane Industry, Япония) методом центрифугирования [2]. Слой октадецилтрихлорсилана (ОТС) формировали, погружая стальную пластину, модифицированную ПУ на 15 минут в 1 мМ раствор ОТС в смеси растворителей гексадекан: тетрачлоруглерод с объемным соотношением 4:1, затем гидрофобные пластины тщательно промывали последовательно гексадеканом, тетрачлоруглеродом, этиловым спиртом и дистиллированной водой. Триботехнические испытания покрытий в паре трения сталь 95Х18 (сфера) – сталь 35 (плоскость) осуществляли на микротрибометре возвратно-поступательного типа который регистрирует изменение коэффициента трения стального индентора по образцу в зависимости от числа циклов скольжения [4]. Условия тестирования: приложенная нагрузка: 0,5 Н, индентор – стальной шарик диаметром 3 мм, длина хода индентора в одном направлении 3 мм, в цикле (в прямом и обратном направлениях) – 6 мм, его линейная скорость 4 мм/с. Граничные условия проведения эксперимента: абразивное изнашивание стальных поверхностей при коэффициентах трения ~ 0,47 – 0,6 [4]. Краевой угол смачивания образцов определяли на приборе DSA 100E (Kruss, Германия) методом неподвижной капли по диаметру и высоте капли дистиллированной воды или гексадекана объемом 3 мкл, нанесенной на образец [5].

Немодифицированная стальная поверхность изнашивается после ~ 34 циклов скольжения (Рисунок 1, кривая 1). Разрушение слоя ПУ происходит через ~ 73 цикла, при его модификации ОТС абразивное изнашивание стали наблюдается после ~ 100 циклов скольжения (Рисунок 1).

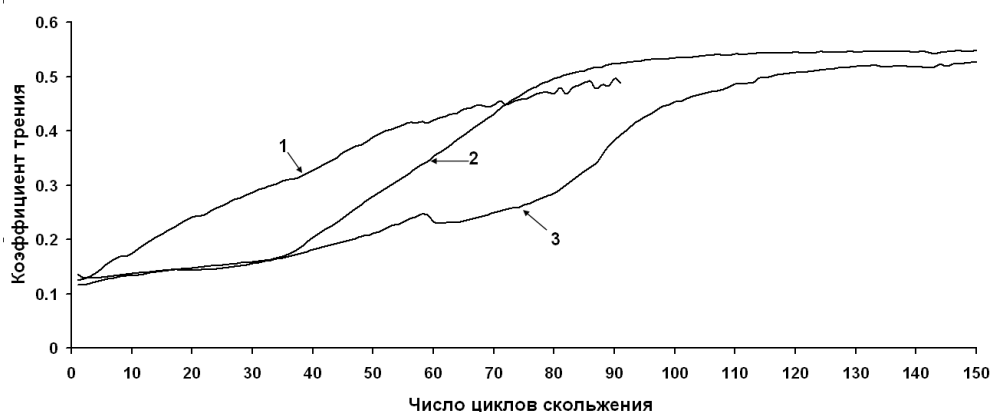


Рис. 1 Зависимость коэффициента трения от числа циклов скольжения: 1 – немодифицированная сталь, 2 – сталь/ПУ, 3 – сталь/ПУ/ОТС

Увеличение износостойкости покрытия ПУ после его модификации ОТС обусловлено частичным обратимым переносом молекул кремнийорганических соединений между трущимися поверхностями [3, 5].

Углеводородные радикалы молекул ОТС увеличивают гидрофобность покрытия ПУ [5]. Значение краевого угла смачивания водой слоя ПУ после его модификации ОТС увеличивается с  $63,0^\circ$  до  $110,0^\circ$  (Рисунок 2).

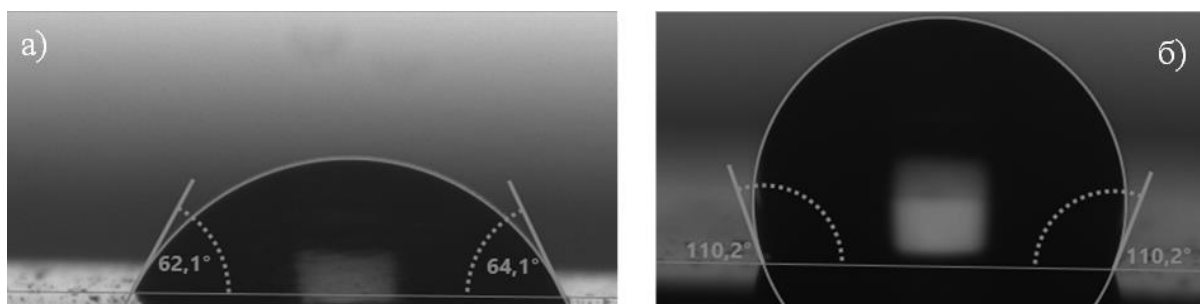


Рис. 2 Фото капель воды на поверхности слоя ПУ до (а) и после (б) его модификации ОТС

Таким образом, установлено, что модификация слоя ПУ ОТС увеличивает его гидрофобность и износостойчивость.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований – договор №Х19ВА004 и Вьетнамской академии наук и технологий – договор № QТВУ02.01/19-20.*

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. Nguyen Thuy Duong et.al// Progress in organic coatings, 2016, Vol. 101. P. 331–341.
2. Somarathna Н.М.С.С. et.al // Construction and Building Materials, 2018, Vol. 190. P. 995–1014.
3. Yousefi E. et.al// Applied Surface Science, 2018, Vol. 454. P. 201–209.
4. Комков О.Ю. // Трение и износ, 2003, Т. 24, №6. С. 642–648.
5. Lisovskaya G.B. et.al// Proceedings of SPIE, 2009, Vol. 7377. P. 737716-1–737716-5.