

Д. А. Кусаковский, магистрант,
А. К. Шилин, асп., В. В. Климов, канд. хим. наук, доц.,
Е. В. Брюзгин, д-р хим. наук, проф.
А. В. Навроцкий, д-р хим. наук, проф.
(ФГБОУ ВО «ВолГТУ», г. Волгоград, Российская Федерация)

ПОЛУЧЕНИЕ СУПЕРГИДРОФОБНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ВОДНЫХ ДИСПЕРСИЙ СОПОЛИМЕРОВ АЛКИЛМЕТАКРИЛАТОВ

Влага оказывает негативное воздействие на эксплуатируемые материалы, снижается срок службы металлических, бетонных конструкций и других материалов. В промышленности для защиты изделий от пагубного воздействия среды, применяются различные лакокрасочные составы (ЛКМ), образующие барьер для воздействия внешних факторов, таких как вода, УФ-излучение, кислород воздуха и т.д. [1]. Однако традиционные ЛКМ обеспечивают лишь физическое препятствие для проникновения агрессивных сред. Альтернативным подходом является создание супергидрофобных покрытий, характеризующимися краевыми углами более 150° и углом скатывания менее 10° [2]. Супергидрофобное состояние можно достичь сочетанием многомодальной топологией поверхности и низкой поверхностной энергией на границе раздела фаз [3, 4]. Придание поверхности низкой свободной энергии можно осуществить высокомолекулярными гидрофобизирующими агентами, например, сополимерам глицидилметакрилата с гексилметакрилатом соединениями, имеющими в своем составе оксиановые и алкильные группы [5, 6]. В работе, в качестве наполнителя полимерных композиций, для придания шероховатости использовали коммерчески доступный диоксид кремния, характеризующийся безвредностью для окружающей среды, низким классом пожаро- и взрывоопасности [7]. Кроме того, в соответствии с тенденциями развития «зеленой химии» предпочтительно использование более экологичных водоэмульсионных составов [8, 9].

Целью работы является одностадийное получение устойчивых высоко и супергидрофобных покрытий на основе сополимеров глицидилметакрилата с гексилметакрилатом (ГеМА) и исследование влияния концентрации наполнителя и пленкообразователя на формируемую шероховатость и гидрофобные свойства покрытий.

Синтез сополимера поли-(ГеМА-со-ГМА) проводили по свободно-радикальному механизму аналогично ранее описанной методике [10] в смесевом растворителе марки 646 при 70°C в течение 24 часов.

Из полученного сополимера готовили растворы в смесевом рас-

творителе марки 646 с концентрацией 5 масс. %, к растворам добавляли навески наполнителя, соблюдая одинаковые массовые соотношения наполнитель: полимерное связующее, соотношение наполнитель к полимерному связующему варьировалось (0; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2).

От полученной суспензии отбирали 2 мл и распыляли на предметное стекло размером 25×75 мм. Далее образцы ступенчато сушили, поднимая температуру от 20 до 140°C. В ходе работы проводили изучение лиофильных свойств покрытий в зависимости от соотношения массовых долей наполнителя к полимерному связующему.

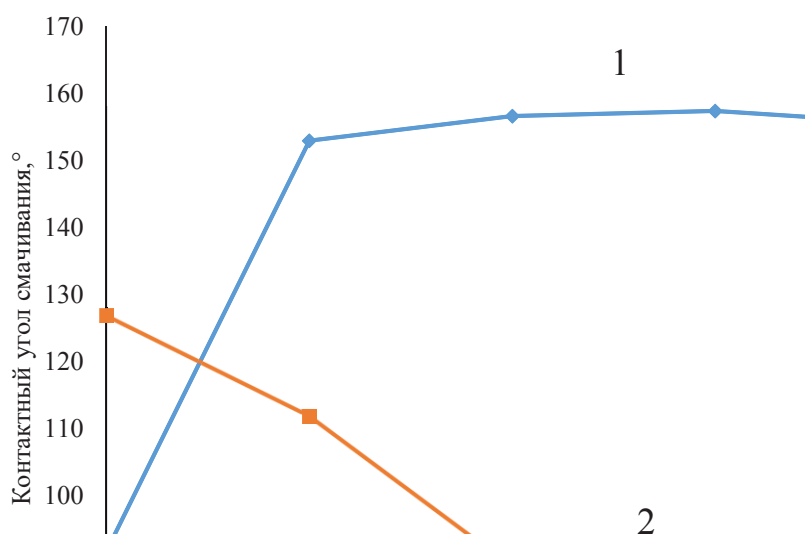


Рисунок 1 – Зависимость краевого угла смачивания и угла скатывания от соотношения наполнителя к полимерному связующему Поли-(ГеМА-со-ГМА): 1 – Краевой угол смачивания °; 2 – Угол скатывания °

Из рисунка 1, видно, что покрытие без добавления частиц обеспечивает гидрофобную поверхность с контактным углом до $91,5 \pm 1^\circ$. Увеличение количества наполнителя приводит к супергидрофобному, характеризующемуся значением краевых углов более 150° . Можем наблюдать, что при концентрации наполнителя в диапазоне $0,8 \div 1,2$ наблюдаются минимальные значениями углов скатывания в диапазоне. Увеличение значения угла скатывания может объясняться, образованием агломератов, приводящих к уменьшению шероховатости.

Из рисунка видно, что увеличение соотношения наполнителя к полимерному приводит к увеличению стабильности супергидрофобных свойств покрытий. Для образцов с соотношением наполнитель: полимер = $0,4 \div 0,8$ наблюдается снижение КУ в течение первых 9 часов контакта с дальнейшим выходом на плато с КУ $116 \pm 2^\circ$ и $140 \pm 2^\circ$, соответственно. При увеличении соотношения наполнитель: полимер до $1,2 \div 2$ наблюдается сохранение супергидрофобных свойств покрытия после 24 часов контакта с каплей воды.

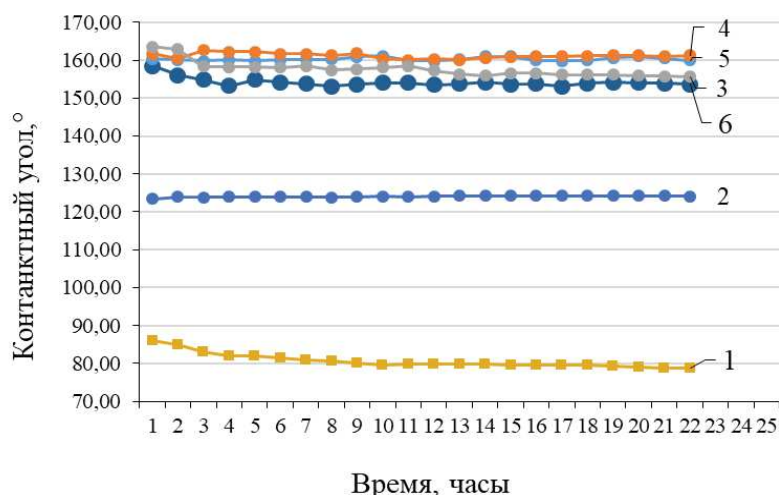


Рисунок 2 –Зависимость углов смачивания от времени контакта капли воды с поверхностью полимерных покрытий поли-(ГеМА-со-ГМА), для диапазона соотношения [наполнитель]:[полимерное связующее]:
1 – 0.4; 2 – 0.8; 3 – 1.2; 4 – 1.6; 5 – 2

В результате исследования полимерных покрытий на основе водно-неорганических эмульсий поли-(ГеМА-со-ГМА) 5 масс. %, при варьировании массового соотношения наполнитель: полимер в диапазоне 0÷2, показано влияние формируемой шероховатости на гидрофобные свойства покрытий. Введение неорганического наполнителя в гидрофобный пленкообразователь приводит к увеличению гидрофобных свойств покрытий и позволяет достигнуть супергидрофобного состояния с углами смачивания до 157°, углами скатывания $6,1 \pm 1^\circ$ и стабильностью супергидрофобных свойств в течение 24 часов контакта с водой, оптимальная концентрация неорганического наполнителя по отношению к связующему находится в диапазоне наполнитель: полимер = 0,8÷1,6.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ
 в рамках проекта № 23-73-00094*

ЛИТЕРАТУРА

1. Winnik M. A. Latex film formation // Current Opinion in Colloid & Interface Science. – 1997. – Vol. 2, № 2. – P. 192–199.
2. Бойнович Л. Б., Емельяненко А. М. Гидрофобные материалы и покрытия: принципы создания, свойства и применение // Успехи химии. – 2008. – Т. 77, № 7. – С. 619–638.
3. Makaryan, I. A., Sedov, I. V., Mozhaev, P. S. Current state and prospects of development of technologies for the production of superhydrophobic materials and coatings // Nanotechnol Russia. – 2016. – Vol. 11. – P. 679–695.
4. Одностадийный способ получения супергидрофобных покрытий, содержащих частицы наполнителя / А. К. Шилин, Д. А. Кусаков-

ский, А. С. Глущенко [и др.] // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2023. – № 12(283). – С. 61–69.

5. Супергидрофобные покрытия на основе модифицированных наночастиц диоксида кремния / М. Д. Ле, В. В. Климов, Е. В. Брюзгин [и др.] // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2024. – № 12(295). – С. 72–80.

6. The Superhydrophobic State Stability of Coatings Based on Copolymers of Glycidyl Methacrylate and Alkyl Methacrylates on Cotton Fabric Surface / E. Bryuzgin [et al.] // *Fibers and Polymers*. – 2020. – Vol. 21, № 5. – P. 1032–1038.

7. Simple Method for Preparing Superhydrophobic Paper: Spray-Deposited Hydrophobic Silica Nanoparticle Coatings Exhibit High Water-Repellency and Transparency / H. Ogihara [et al.] // *Langmuir*. – 2012. – Vol. 28, № 10. – P. 4605–4608.

8. No-organic solvent, no-fluorinated waterborne superhydrophobic coatings based on SiO₂ and IBTS / Y. Yang [et al.] // *J of Applied Polymer Sci*. – 2024. – Vol. 141, № 25. – P. e55537.

9. Persistent pollutants: focus on perfluorinated compounds and kidney / F. Ferrari [et al.] // *Current Opinion in Critical Care*. – 2019. – Vol. 25, № 6. – P. 539–549.

10. An investigation of the hydrophobic property stability of grafted polymeric coatings on a cellulose material surface / V. V. Klimov [et al.] // *Polym. Sci. Ser. D*. – 2016. – Vol. 9, № 4. – P. 364–367.

УДК 678

С. В. Котова, канд. техн. наук, доц.
(РТУ МИРЭА, г. Москва, Российская Федерация)

СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИХ ИССЛЕДОВАНИЮ И РАЗРАБОТКЕ

На кафедре химии и технологии переработки эластомеров уже более восьмидесяти лет ведётся научная работа, направленная на изучение адгезионных характеристик эластомеров и разработку клеев на их основе. За это время был собран значительный объём экспериментальных данных. В последние годы, благодаря развитию новых математических методов, активно развиваются современные подходы к исследованию адгезионных свойств [1].

В области изучения эластомерных клеевых составов Люсова Л.Р. впервые провела комплексный научный анализ изменений адгезионных свойств в зависимости от структуры эластомеров и их поведения в растворе. Это позволило создать широкий спектр новых и улучшенных клеевых эластомерных составов. В частности, было обнаружено, что между