ISSN 1561-8331 (Print)
ISSN 2524-2342 (Online)

КАЛОІДНАЯ ХІМІЯ

COLLOIDAL CHEMISTRY

УДК 544.778.3
https://doi.org/10.29235/1561-8331-2025-61-4-294-303

Поступила в редакцию 26.06.2025
Received 26.06.2025

В. Д. Кошевар, В. Г. Шкадрецова, О. И. Маевская, Г. С. Суворова

Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭМУЛЬСИЙ ПИКЕРИНГА ЭПОКСИДНОГО ОЛИГОМЕРА, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ ЧАСТИЦАМИ КИЗЕЛЬГУРА

Аннотация. В присутствии микрочастиц кизельгура получены эмульсии Пикеринга первого рода эпоксидного олигомера CHS-EPOXX 530. Установлены закономерности изменения их реологических свойств в зависимости от концентраций олигомера, объемного соотношения фаз, содержания твердого порошка-стабилизатора (кизельгура). В частности, показано, что с ростом концентрации олигомера и стабилизатора (кизельгура) наблюдается усиление межчастичного взаимодействия, возрастание эффективной вязкости эмульсий и формирование коагуляционно-тиксотропной структуры, разрушающейся при небольшой сдвиговой деформации с установлением квазиньютоновского течения. Определен характер влияния этих факторов на физико-механические свойства получаемых покрытий и пленок с использованием указанных эмульсий. Полученные данные свидетельствуют о хороших пленкообразующих свойствах таких эмульсий и перспективах использования в различных практических приложениях: в качестве пленкообразователей лакокрасочных материалов, содержащих ограниченное количество органических растворителей, незасыхающих клеевых покрытий, двухупаковочных клеевых составов. Например, разработанный клей холодного отверждения может быть рекомендован для ремонта бетонных конструкций, в том числе и мостовых, с целью сохранения функциональной пригодности и увеличения несущей способности.

Ключевые слова: эмульгирование, эмульсии Пикеринга, эпоксидный олигомер, кизельгур, стабилизатор, фазы, коалесценция, реологические свойства, покрытия, пленки

Для цитирования. Получение и исследование свойств эмульсий Пикеринга эпоксидного олигомера, стабилизированных частицами кизельгура / В. Д. Кошевар, В. Г. Шкадрецова, О. И. Маевская, Г. С. Суворова // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя хімічных навук. – 2025. – Т. 61, № 4. – С. 294–303. https://doi.org/10.29235/1561-8331-2025-61-4-294-303

V. D. Koshevar, V. G. Shkadretsova, O. I. Maevskaya, G. S. Suvorova

Institute of General and Inorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

OBTAINING AND STUDYING THE PROPERTIES OF PICKERING EMULSIONS OF EPOXY OLIGOMERS STABILIZED BY DIATOMACEOUS EARTH PARTICLES

Abstract. In the presence of diatomaceous earth microparticles, Pickering emulsions of the first kind of epoxy oligomer CHS-EPOXX 530 were obtained. The patterns of change in their rheological properties depending on the oligomer concentration, volume ratio of phases, and content of solid powder stabilizer (diatomaceous earth) were established. In particular, it was found that with an increase in the concentration of the oligomer and stabilizer (diatomaceous earth), there is an increase in interparticle interaction, an increase in the effective viscosity of emulsions, and the formation of a coagulation-thixotropic structure that breaks down under slight shear deformation with the establishment of quasi-Newtonian flow. The nature of the influence of these factors on the physical and mechanical properties of the coatings and films obtained using these emulsions has been established. The data obtained indicate the good film-forming properties of such emulsions and the prospects for their use in various practical applications: as film formers for paint and varnish materials containing a limited amount of organic solvents, non-drying adhesive coatings, and two-component adhesive compositions. In particular, the developed cold-curing adhesive can be recommended for the repair of concrete structures, including bridges, in order to preserve their functional suitability and increase their load-bearing capacity.

Keywords: emulsification, Pickering emulsions, epoxy oligomer, diatomaceous earth, stabilizer, phases, coalescence, rheological properties, coatings, films

For citation. Koshevar V. D., Shkadretsova V. G., Maevskaya O. I., Suvorova G. S. Obtaining and studying the properties of Pickering emulsions of epoxy oligomers stabilized by diatomaceous earth particles. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya khimichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical series*, 2025, vol. 61, no. 4, pp. 294–303 (in Russian). https://doi.org/10.29235/1561-8331-2025-61-4-294-303

Введение. Способность твердых частиц к самоорганизации на межфазных границах открыло перспективы использования этого явления для различных технологий (очистка воды от нефти, получение пористых материалов, состоящих из микроскопических воздушных капсул с твердыми оболочками, битумных паст, коллоидосом для транспорта, гидрофильных или гидрофобных веществ (например, лекарства, ингибиторы коррозии, пищевые продукты и т. п.). Эмульсии, стабилизированные самоорганизованными на межфазных границах твердыми частицами, называют эмульсиями Пикеринга. По сравнению с эмульсиями, получаемыми с применением поверхностно-активных веществ (ПАВ), эмульсии Пикеринга обладают большей устойчивостью, нетипичным реологическим поведением, меньшей токсичностью и хорошей биоразлагаемостью [1–4]. В подавляющем большинстве случаев в качестве масляной фазы эмульсий Пикеринга выступают низкомолекулярные гидрофобные вещества (органические масла, низкомолекулярные углеводороды и т. п.). В качестве твердых стабилизаторов широко применяются оксиды (SiO_2, TiO_2, ZnO), гидроксиды, полимерные частицы (крахмал, яичный порошок, латексы) и др. [5, 6]. Опубликовано лишь несколько статей, посвященных получению эмульсий промышленных полимеров (эпоксидных, полиуретановых) со стабилизацией их одновременно ПАВ и микрочастицами синтетических латексов**,** а также минеральными микрочастицам [7, 8]. Между тем эмульсии Пикеринга полимеров прямого и обратного типа имеют значительный интерес, особенно для инкапсулирования полифукциональных соединений как органической, так и неорганической природы. С использованием таких эмульсий в двухстадийном процессе, включающем эмульгирование и химическое отверждение, могут быть получены коллоидосомы (микропористые капсулы) с весьма прочной оболочкой [9]. Такие микрокапсулы могут быть использованы в зависимости от типа эмульсий для включения в них гидрофильных или гидрофобных компонентов (например, ингибиторов коррозии или интумесцентных агентов при создании защитных покрытий с целью их контролируемого расходования и обеспечения пролонгированного действия). Коллоидосомы могут быть применимы также в качестве микрореакторов для синтеза различных соединений [10].

Цель настоящей работы заключается в исследовании возможности получения эмульсий Пикеринга эпоксидного олигомера, стабилизированных микрочастицами природного кизельгура, условий, влияющих на их устойчивость, реологическое поведение, а также на свойства пленок и покрытий, получаемых на их основе.

Экспериментальная часть. Для эмульгирования применяли эпоксидный олигомер марки CHS-EPOXX 530 (Spolchemie, Чехия, аналог смолы ЭД-20), в качестве водной фазы – дистиллированную воду, полученную очисткой водопроводной воды методом перегонки в бидистилляторе UD-2016 (ULAB), в качестве эмульгатора и стабилизатора – порошок коретрон (техническое названия кизельгура), изготовленного по СТО 23998461-020-2018 на ООО «Диамикс» (РФ). Технические характеристики этих веществ приведены в табл. 1 и 2 и на рис. 1.

В качестве отвердителей композиций на основе эмульсий при получении пленок и покрытий использовали следующие вещества: Epilink 701, Anguamine 401 (Air Products, США), Waterpoxy 751 (Cognis, Германия), Telalit 180 (Spolchemie, Чехия)

Таблица 1. **Технические характеристики эпоксидного олигомера CHS-EPOXX 530**

Table 1. **Technical characteristics of the epoxy oligomer CHS-EPOXX 530**

Описание продукта	Низкомолекулярная эпоксидная смола, несодержащая модификаторов
Эпоксидная группа, ед/кг	5,4–5,6
Эпоксидный весовой эквивалент, г/моль	180–185
Вязкость при 25 °C, Па/с	8–10

Таблица 2. **Основные параметры порошка кизельгура**

Table 2. **Main parameters of diatomaceous earth powder**

Показатель	По ТУ	Фактические
Массовая доля остатка на сите № 1 по ГОСТ 6613, %, не более	10,0	3,0
Массовая доля влаги, % , не более	6,0	2,0
Насыпная плотность, кг/м^3	450	300
Удельная поверхность, м^2/г, не менее	20	29,3
pH водной вытяжки	6,0–8,0	7,1
Потери при прокаливании, %, не более	10,0	8,36
Массовая доля диоксида кремния (SiO_2), %, не менее	80,0	91,0
Массовая доля оксида алюминия (Al_2O_3), %, не более	6,0	5,83
Массовая доля оксида железа (Fe_2O_3), %, не более	3,5	2,81

Рис. 1. Распределения масс частиц кизельгура по размерам

Fig. 1. Distribution of diatomaceous earth particle masses by size

Эмульсии получали путем диспергирования ингредиентов на лабораторной диспергирующей установке ЛДУ-3МПР (Россия) в режиме работы диссольвера при скорости вращения вала 1 000–7 000 об/мин методами прямого и обратного эмульгирования, исследуя при этом влияние на эффективность эмульгирования, тип и устойчивость получаемых эмульсий следующих факторов: соотношение фаз, концентрация введенных растворителя и стабилизатора, скорость и порядок перемешивания. Разбавление исходного эпоксидного олигомера является неотъемлемым этапом, так как высокая вязкость его препятствовала эффективному эмульгированию. Для облегчения процесса эмульгирования в качестве разбавителя применяли органический растворитель – ксилол нефтяной (ОАО «Славнефть-Янос»).

Тип эмульсии определяли методом разбавления ее в пробирке с водой: если капли равномерно распределяются в воде, то это эмульсия первого рода «масло в воде» (М/В); капли эмульсии воды в масле (В/М) будут разбавляться только в органическом растворителе.

Размеры капель дисперсной фазы эмульсий и их объемную локализацию исследовали с применением оптического микроскопа «Альтами МЕТ 1Д» с цифровой микрокамерой E3CMOS6300KPA при увеличении 200–2 000 крат. Для этого некоторое количество свежеприготовленной эмульсии наносили на предметное стекло и прижимали покровным стеклом. С помощью вышеуказанного микроскопа изучали также и микроструктуру получаемых пленок и покрытий.

Эффективную динамическую вязкость систем определяли при температуре 293 К с использованием реометра Physika MCR 101 (Anton Paar, Австрия) с программным обеспечением Rheoplus, измерительной системой пластина–пластина с зазором между пластинами 0,05 мм. Были получены

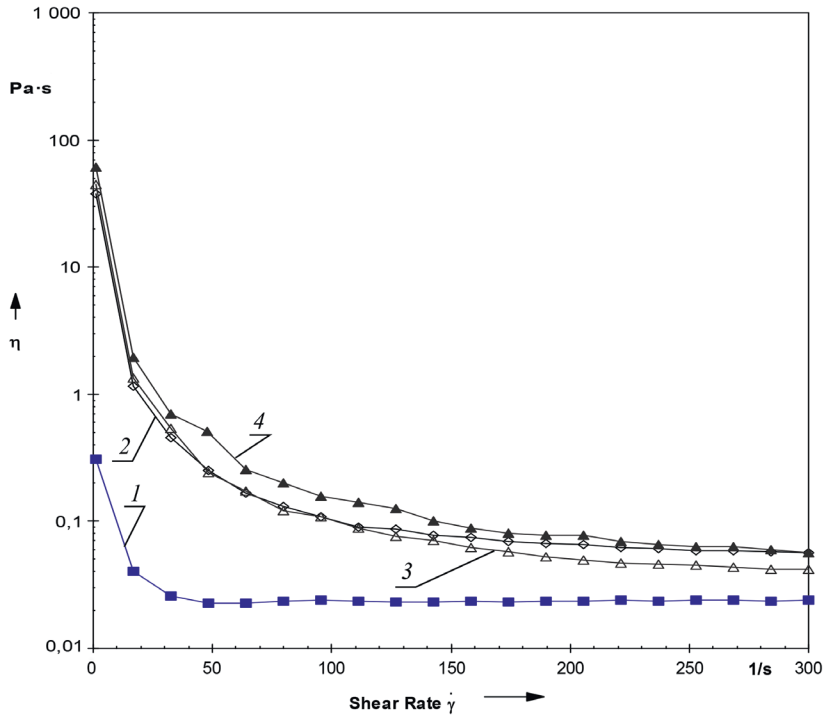


Рис. 3. Зависимость эффективной вязкости (η, Па · с) от скорости деформации (γ, $с^{-1}$) эмульсий Пикеринга эпоксидного олигомера от содержания стабилизатора (г на 100 мл (вода + масло): *1* – 70%-й раствор эпоксидного олигомера в ксилоле, *2* – 4, *3* – 6, 4 – 10

Fig. 3. Dependence of the effective viscosity (η, Pa · s) on the deformation rate (γ, s^{-1}) of Pickering emulsions of epoxy oligomer on the stabilizer content (g per 100 ml (water + oil): *1* – 70 % solution of epoxy oligomer in xylene, *2* – 4, *3* – 6, 4 – 10

Таблица 4. **Свойства эмульсии Пикеринга, полученной эмульгированием 70%-го раствора эпоксидного олигомера в ксилоле с различным содержанием электролита (содержание кизельгура 6 г/на 100 мл (вода + масло))**

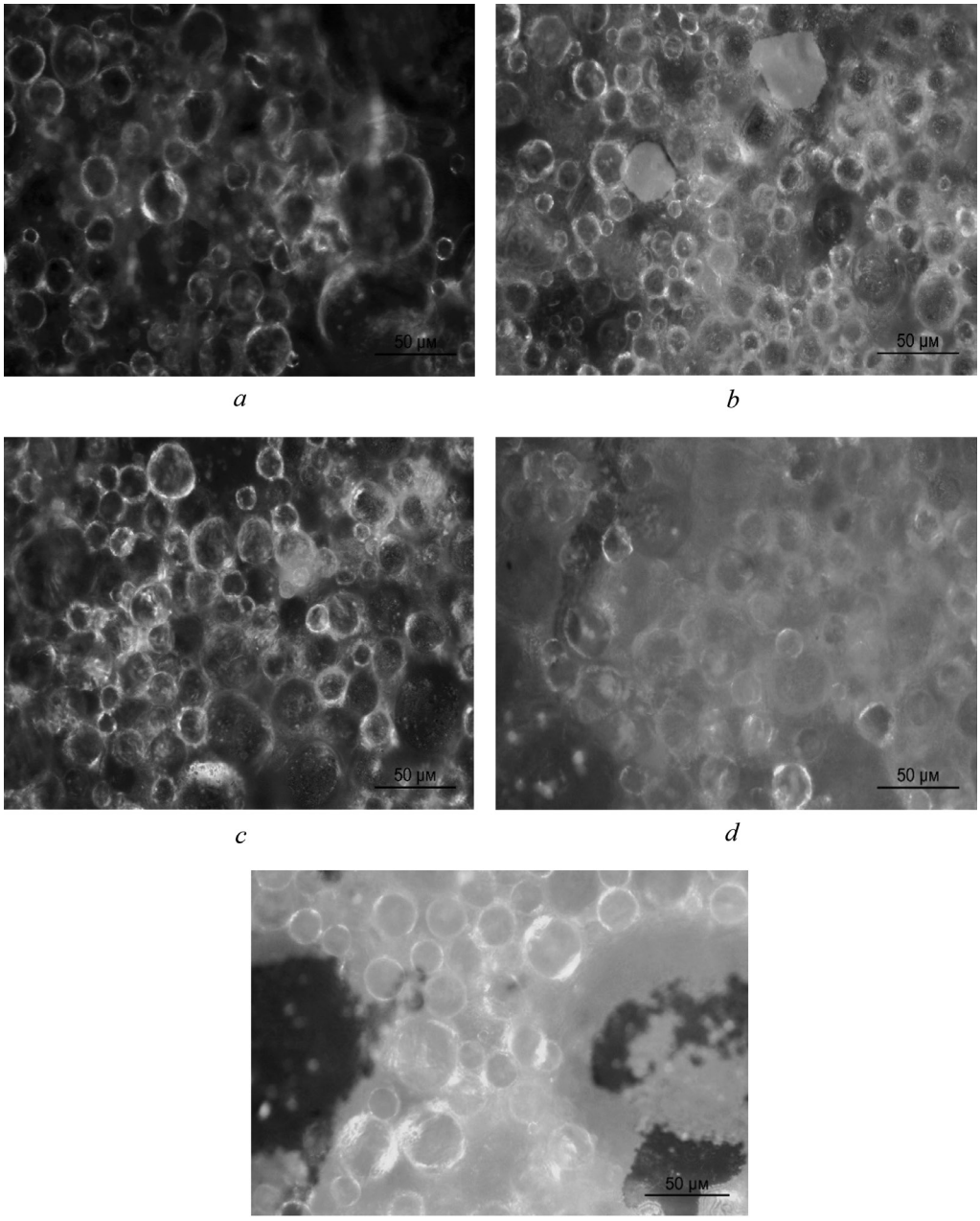
Table 4. **Properties of Pickering emulsions obtained by emulsifying a 70 % solution of epoxy oligomer in xylene with different electrolyte content (kieselguhr content 6 g/100 ml (water + oil))**

№ эмульсии	Количество электролита, мас%	Дзета-потенциал	Средний диаметр капель, мкм	Начало седиментации, сут	Внешний вид эмульсии через 30 суток хранения
1	0,0	–10,14	41,3	1	Расслоение фаз
2	0,5	–13,50	26.3	5	Частично седиментированная эмульсия, полностью восстанавливается при перемешивании
3	1,0	–13,99	33,5.	5	
4	1,5	–16,10	31,3	5	
5	2,0	–16,26	31,4	3	

Как следует из рис. 4, введение уже 0,5 мас.% электролита приводит к существенному снижению размеров капель по сравнению с эмульсией без добавки электролита и увеличению их количества на единицу поверхности, что подтверждает высказанное выше предположение.

Важным с практической точки зрения явилось исследование возможности применения полученных эмульсий Пикеринга эпоксидного олигомера в качестве пленкообразователей для создания лакокрасочных материалов. С этой целью исследовали отверждение эмульсий эпоксидного олигомера, полученных с разным содержанием в них стабилизатора. В качестве отвердителя использовали Telalit-180 (растворимый в воде аддукт эпоксидной смолы в смеси с аминами, имеющим аминное число 130–185 мгКОН/г).

Кинетику отверждения эмульсий, полученных при различном содержании стабилизатора, изучали по изменению содержания гель-фракции, которое определяли экстрагированием раст-



a *b* *c* *d* *e*

Рис. 4. Микрофотография эмульсий, полученных с различной концентрацией электролита, мас.%:
a – без электролита, *b* – 0,5, *c* – 1,0, *d* – 1,5, *e* – 2,0 (массовое соотношение фаз – 1 : 1, время эмульгирования – 15 мин при 7 000 об/мин и температуре 293 К, содержание стабилизатора – 6 г/100 мл (вода + масло))

Fig. 4. Micrographs of emulsions obtained with different electrolyte concentrations, mass %:
a – without electrolyte, *b* – 0.5, *c* – 1.0, *d* – 1.5, *e* – 2.0 (the mass ratio of the phases is 1 : 1, the emulsification time is 15 minutes at 7,000 rpm and a temperature of 293 K, the stabilizer content is 6 g/100 ml (water + oil))

воримой части ацетоном в аппарате Сокслета в течение 24 ч (табл. 5). Установлено, что степень отверждения повышается с увеличением количества кизельгура в составе эмульсий как при отверждении при комнатной температуре, так и при отверждении при 80 °С. Максимальная величина отверждения при комнатной температуре достигается не ранее чем через 7 суток.

На графиках (рис. 5, 6) показано изменение твердости этих покрытий в течение 7 суток при отверждении эмульсий с различным содержание стабилизатора и электролита (твердость определялась с помощью маятникового прибора ТМЛ 2124).

Т а б л и ц а 5. **Степень отверждения эмульсий с разным содержанием стабилизатора в зависимости от условий отверждения**

T a b l e 5. **Degree of curing of emulsions with different stabilizer contents depending on curing conditions**

Концентрация кизельгура, мас.%	Степень отверждения, % через 2 суток	Степень отверждения, % через 7 суток	Степень отверждения, % при 80 °С, один час
4,0	38,72	78,65	81,05
6,0	40,12	82,92	84,67
10,0	42,36	82,55	83,75

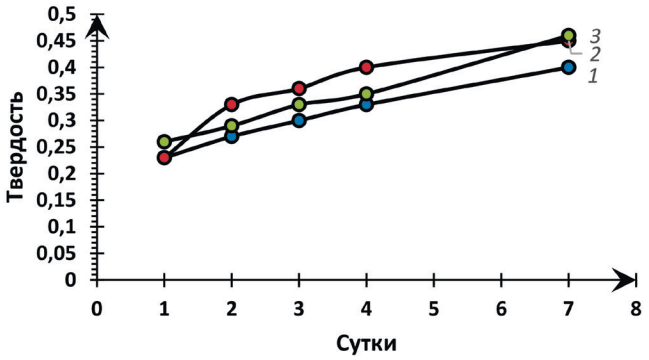


Рис. 5. Твердость покрытий толщиной 90 мкм, полученных на основе отвержденных эмульсий с различным содержанием стабилизатора (г на 100 мл (вода + масло)): *1* – 4, *2* – 6, *3* – 10 (содержание электролита в эмульсиях 0,5 г/100 мл (вода + масло))

Fig. 5. Hardness of 90 μm thick coatings obtained on the basis of cured emulsions with different stabilizer contents (g per 100 ml (water + oil)): *1* – 4, *2* – 6, *3* – 10 (electrolyte content in emulsions 0.5 g/100 ml (water + oil))

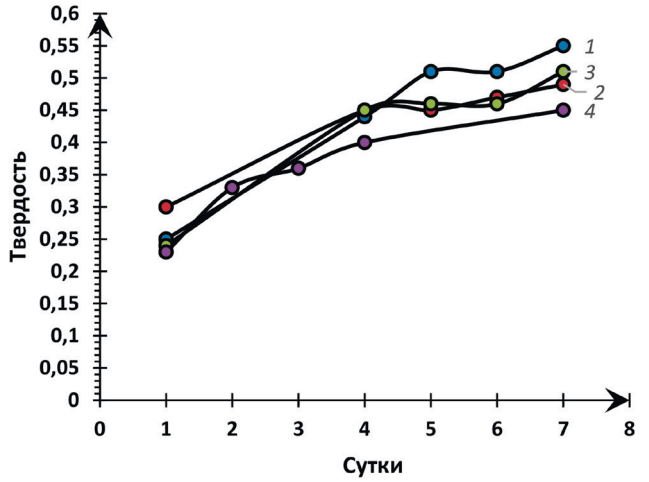


Рис 6. Твердость покрытий толщиной 90 мкм, полученных на основе отвержденных эмульсий с различным содержанием электролита (г на 100мл (вода + масло)): *1* – 1,0, *2* – 1,5, *3* – 2,0, 4 – 0,5 (содержание стабилизатора в эмульсиях – 6 г/100 мл (вода + масло))

Fig. 6. Hardness of 90 μm thick coatings obtained on the basis of cured emulsions with different electrolyte content (g per 100 ml (water + oil)): *1* – 1.0, *2* – 1.5, *3* – 2.0, 4 – 0.5 (stabilizer content in emulsions – 6 g/100 ml (water + oil))

Таким образом, наиболее высокой твердостью обладают покрытия на основе эмульсии, полученной с содержанием порошка 6 г/100 мл (см. рис. 5), причем величины их твердостей коррелируют со степенью сшивки (см. табл. 5). Зависимость твердости покрытий от содержания в составе эмульсий электролита носит сложный характер (см. рис. 6).

Исследована также возможность применения разработанной эмульсии Пикеринга оптимального состава в качестве клеевой композиции. Данные по прочности получаемых адгезионных

соединений индивидуальных эпоксидных эмульсий и их композиций с углетканью, нанесенных на поверхность бетона, а также по виду их разрушения в случае применения различных отвердителей приведены в табл. 6.

Таблица 6. **Сравнительные характеристики прочности сцепления эпоксидных композиций на основе эмульсий Пикеринга при толщине слоя 2 мм от вида отвердителя**

Table 6. **Comparative characteristics of the adhesion strength of epoxy compositions based on Pickering emulsions at a layer thickness of 2 mm depending on the type of hardener**

Наименование отвердителя	Материал-основа	Вид разрушения	Прочность сцепления, МПа
Epilink 701	Бетон	По бетону	2,97
Anguamine 401	Бетон	По бетону	3,02
Waterpoxy 751	Бетон	По клеевому шву	1,31
Telalit 180	Бетон	По клеевому шву	0,80
Epilink 701	Бетон + углеткань	По бетону	3,24
Anguamine 401	Бетон + углеткань	По бетону	3,31
Waterpoxy 751	Бетон + углеткань	По клеевому шву	1,51
Telalit 180	Бетон + углеткань	По клеевому шву, бетону	1,15

Из табл. 6 следует, что наиболее высокие клеевые способности эмульсий наблюдали при использовании отвердителя Anguamine 401, а случае композиции ее с углетканью достигнуты на 10–15 % более высокие показатели адгезионной прочности.

Выводы. С использованием микрочастиц кизельгура в качестве стабилизатора получены относительно стабильные к коагуляции и седиментации эмульсии Пикеринга первого рода эпоксидного олигомера CHS-EPOXX 530 при следующих условиях эмульгирования: масляная фаза – 70%-я концентрация смолы CHS-EPOXX 530 в ксилоле, водная фаза – суспензия кизельгура с концентрацией его 6,0 г/100 мл (вода + масло), объемное соотношение фаз – 1 : 1, содержание электролита – 0,5 г/100 мл (вода + масло), эмульгирование – в течение 15 мин при 293 К и скорости вращения вала дисольвера 7 000 об/мин.

Устойчивые эмульсии Пикеринга эпоксидного олигомера, содержащие 6,0 г кизельгура на 100 мл (вода + масло) и 0,5 % электролита NaCl, со средним размером капель дисперсной фазы 26 мкм и требуемыми реологическими свойствами были использованы для формирования пленок и покрытий путем химической сшивки их эпоксидно-аминовым адуктом Telalit 180. Твердость покрытий через 2 суток твердения достигает е 0,3 усл. ед. и увеличивается со временем до 0,5 усл. ед. Хорошее качество и относительно высокая твердость получаемых покрытий при отверждении таких эмульсий открывает возможность использования их для создания лакокрасочных декоративно-защитных материалов.

Показано, что более вязкие эмульсии – гели эпоксидного олигомера, стабилизированные микрочастицами кизельгура, могут быть применимы для получения составов, обладающих клеевыми свойствами при холодном отверждении с целью реставрации бетонных сооружений и восстановления их несущей способности.

Список использованных источников

1. Binks, B. P. Colloidal particles at liquid interfaces / B. P. Binks, T. S. Hosorov // Colloidal Particles at Liquid Interfaces / eds. B. P. Binks, T. S. Hosorov. – Cambridge University Press, 2006. – P. 1–74. https://doi.org/10.1017/cbo9780511536670.002

2. Королева, М. Ю. Стабилизация прямых эмульсий Пикеринга наночастицами SiO_2, модифицированными ПАВ / М. Ю. Королева, Д. А. Быданов, Е. В. Юртов // Коллоидный журнал. – 2019. – Т. 81, № 1. – С. 61–69. https://doi.org/10.1134/s0023291219010087

3. Полиэлектролитные микрокапсулы, модифицированные наноразмерным диоксидом титана, для адресной доставки лекарственных средств / П. А. Демина, Д. О. Григорьев, Т. В. Кузьмичева, Т. В. Букреева // Тонкие химические технологии. – 2014. – Т. 9, № 4. – С. 73–79.

4. Нуштаева, А. В. Свойства эмульсий и свободных эмульсионных (водных) пленок, стабилизированных кремнеземом, модифицированным гексиламином / А. В. Нуштаева, А. А. Шумкина // Коллоидный журнал. – 2013. – Т. 75, № 3. – С. 359–365. https://doi.org/10.7868/s0023291213020134

5. Saien, J. Understanding the effect of different size silica nanoparticles and SDS surfactant mixtures on interfacial tension of n-hexane-water / J. Saien, M. Bahrami // Journal of Molecular Liquids. – 2016. – Vol. 224, part A. – P. 158–164. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2016.09.112

6. Katepalli, H. Microstructure and rheology of particle stabilized emulsions: effects of particle shape and inter-particle interactions / H. Katepalli // Journal of Colloid and Interface Science. – 2017. – Vol. 485. – P. 11–17. https://doi.org/10.1016/j.jcis.2016.09.015

7. Кошевар, В. Д. Влияние адсорбции неионных ПАВ на стабилизирующую способность латексов при получении эпоксидных эмульсий / В. Д. Кошевар, Е. В. Шинкарева, О. А. Пликус // Журнал прикладной химии. – 2012. – Т. 85, № 8. – С. 1348–1355.

8. Aqueous dispersions of epoxy oligomers: stability and reological properties / D. A. Busel, V. D. Koshevar, F. Zarkov [et al.] // Chemija. – 2021. – Vol. 32, № 3–4. – P. 73–78. https://doi.org/10.6001/chemija.v32i3-4.4551

9. Koshevar, V. D. Preparation and Properties of Epoxy Oligomer Emulsions Stabilized by Talc Microparticles / V. D. Koshevar, V. G. Shkadretsova, O. I. Maevskaya // Russian Journal of Applied Cheistry. – 2022. – Vol. 95, № 6. – P. 849–855. https://doi.org/10.1134/s107042722206009x

10. Кошевар, В. Д. Обратные эмульсии эпоксидного олигомера с инкапсулированным фото-, термохромным составом на основе гептамолибдата аммония / В. Д. Кошевар, В. Г. Шкадрецова, А. С. Письменская // Химическая промышленность. – 2023. – Т. 100, № 1. – С. 15–24.

References

1. Binks B. P., Hosorov T. S. Colloidal particles at liquid interfaces. Binks B. P., Hosorov T. S. (eds.). *Colloidal Particles at Liquid Interfaces*. Cambridge University Press, 2006, pp. 1–74. https://doi.org/10.1017/cbo9780511536670.002

2. Koroleva M. Yu., Bydanov D. A, Yurtov E. V. Stabilization of Oil-in-Water Pickering Emulsions with Surfactant-Modified SiO_2 Nanoparticles. *Colloid Journal*, 2018, vol. 80, pp. 783–791.https://doi.org/10.1134/s1061933x19010083

3. Demina P. A., Grigor'ev D. O., Kuz'micheva T. V., Bukreeva T. V. Polyelectrolyte microcapsules modified with nanoscale titanium dioxide for targeted drug delivery. *Fine Chemical Technologies,* 2014, vol. 9, no. 4, pp. 73–79 (in Russian).

4. Nushtaeva A. V., Shumkina A. A Properties of emulsions and free emulsion (Aqueous) films stabilized with hexylamine-modified silica. *Colloid Journal*, 2013, vol. 75, pp. 326–332. https://doi.org/10.1134/s1061933x13020129

5. Saien J., Bahrami M. Understanding the effect of different size silica nanoparticles and SDS surfactant mixtures on interfacial tension of n-hexane-water. *Journal of Molecular Liquids*, 2016, vol. 224, part A, pp. 158–164. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2016.09.112.

6. Katepalli H. Microstructure and rheology of particle stabilized emulsions: effects of particle shape and inter-particle interactions. *Journal of Colloid and Interface Science*, 2017, vol. 485, pp. 11–17. https://doi.org/10.1016/j.jcis.2016.09.015

7. Koshevar V. D., Shinkareva E. V., Plikus O. A. Effect of adsorption of nonionic surfactants on the stabilizing ability of latexes in preparation of epoxy emulsions. *Russian Journal of Applied Chemistry*, 2012, vol. 85, pp. 1282–1288. https://doi.org/10.1134/s1070427212080241

8. Busel D. A., Koshevar V. D., Zarkov F., Shkadrecova V. G. Aqueous dispersions of epoxy oligo-mers: stability and reological properties. *Chemija*, 2021, vol. 32, no. 3–4, pp. 73–78. https://doi.org/10.6001/chemija.v32i3-4.4551

9. Koshevar V. D., Shkadretsova V. G., Maevskaya O. N. Preparation and Properties of Epoxy Oli-gomer Emulsions Stabilized by Talc Microparticles. *Russian Journal of Applied Chemistry*, 2022, vol. 95, no. 6, pp. 849–855. https://doi.org/10.1134/s107042722206009x

10. Koshevar V. D., Shkadrecova V. G., Pis'menskaya A. S. Reverse emulsions of epoxy oligomer with encapsulated photo- and thermochromic composition based on ammonium heptamolybdate. *Khimicheskaya promyshlennost' = Industry & Chemistry*, 2023, vol. 100, no. 1, pp. 15–24 (in Russian).

Информация об авторах

Кошевар Василий Дмитриевич – доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией. Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 9/1, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: koshevar@igic.bas-net.by

Шкадрецова Валентина Георгиевна – старший научный сотрудник. Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 9/1, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: shgv@ igic.bas-net.by

Маевская Ольга Ивановна – научный сотрудник. Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 9/1, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: o 59540931@gmail.com

Суворова Галина Сергеевна – младший научный сотрудник. Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 9/1, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: suvorova gs@mail.ru

Information about the authors

Koshevar Vasily D. – Dr. Sc. (Cemistry), Professor, Head of the Laboratory. Institute of General and Inorganic Chemistry of the National Academy of Science of Belarus (9/1, Surganov Str., Minsk, 220072, Republic of Belarus). E-mail: koshevar@igic.bas-net.by

Shkadretsova Valentina G. – Senior Researcher. Institute of General and Inorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (9/1, Surganov Str., Minsk, 220072, Republic of Belarus). E-mail: shgv@ igic.bas-net.by

Maevskaya Olga I. – Research. Institute of General and Inorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (9/1, Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: o 59540931@gmail.com

Suvorova Galina S.– Junior Research. Institute of General and Inorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (9/1, Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: suvorova gs@mail.ru