

UDC 544.7

Author: SHAPOVALOV Nikolay Afanasyevich, Professor, Doctor of Engineering, First Vice-Rector of Belgorod State technological University named after V.G. Shoukhov; Kostyukov str., 46, Belgorod, Russia, 308012, val.po@bk.ru;

Author: POLUEKTOVA Valentina Anatolyevna, Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Pure and Applied Chemistry, Belgorod State technological University named after V.G. Shoukhov; Kostyukov str., 46, Belgorod, Russia, 308012, v.a.poluektova@gmail.com

SOME ASPECTS OF NANOMODIFICATION OF MINERAL DISPERSIONS BY OLIGOMERS BASED ON TRIFUNCTIONAL OXYPHENYL

EXTENDED ABSTRACT:

Rheological properties of highly concentrated dispersions, particle aggregate size of the dispersion phase and other colloid-chemical characteristics of suspensions used in the building industry are determined by the peculiarities of the boundary layer structure. The authors have identified the adsorption parameters of resole oligomers synthesized on the base of trifunctional oxyphenyls on the following adsorbents: CaCO_3 , ZnO . The most potential adsorption pattern of phloroglucinefurfural nanomodificator molecules on the surface of chalk particles have been suggested in the work. It has been stated that the molecules of oxyphenyl oligomers are adsorbed on the surface of disperse material particles forming monomolecular layer. The adsorption on the particles surface is provided by the ionic interaction of negative oxy groups of the phloroglucine unit or resocine with positively charged active centers of dispersion phase surface and dispersion forces of interaction between the system of oligomer aromatic rings and particles surface. It has been proved that the injection of optimal dose of phloroglucinefurfural nanomodificator into the chalk and zink oxide suspensions decreases the number average radius of nanomodified particles to the size of initial particles of the dispersions under study – from 7 to 1 μm for chalk and from 5 μm to 50 nm for zink oxide. It demonstrates the peptizing effect of the nanomodificator.

Keywords: adsorption, oxyphenyl oligomers, nanomodification, differential distribution, the most probable radius of particles.

DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2016-8-6-43-57](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2016-8-6-43-57)



MACHINE-READABLE INFORMATION ON CC-LICENSES (HTML-CODE) IN METADATA OF THE PAPER

```
<a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/"></a><br /><span xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://purl.org/dc/dcmitype/Text" property="dct:title" rel="dct:type">Some aspects of nanomodification of mineral dispersions by oligomers based on trifunctional oxyphenyl </span> by <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2016, Vol. 8, no. 6, pp. 43–57.DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2016-8-6-43-57. " property="cc:attributionName" rel="cc:attributionURL">Shapovalov N.A., Poluektova V.A. </a> is licensed under a <a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">Creative Commons Attribution 4.0 International License</a>.<br />Based on a work at <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-6-2016/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-6-2016/</a>.<br />Permissions beyond the scope of this license may be available at <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="v.a.poluektova@gmail.com" rel="cc:morePermissions">v.a.poluektova@gmail.com</a>.
```

References:

1. *Shapovalov N.A., Poluektova V.A.* Osobennosti sinteza nanomodifikatorov na osnove trifunkcional'nyh oksifenolov dlja mineral'nyh suspenzij [Features of nanomodifiers synthesis based on trifunctional oxyphenyls for mineral suspensions]. *Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction*. 2016, Vol. 8, no. 5, pp. 100–115. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2016-8-5-100-115. (In Russian).
2. *Lipatov Y.S., Sergeeva L.M.* Adsorbciya polimerov [Polymer adsorption]. Kiev, Naukova Dumka, 1972, 196 p. (In Russian).
3. *Lipatov Y.S.* Sovremennye teorii adsorbicii polimerov na tverdyh poverhnostjakh [Modern theories of polymer adsorption on hard surfaces]. *Uspekhi chimii*. 1981, Vol. 50, № 2, pp. 355–379. (In Russian).
4. *Kharitonova T.V., Ivanova T.I., Sushm B.D.* Adsorbciya kationnogo i neionogennogo PAV na poverhnosti SiO₂ iz vodnyh rastvorov [Adsorption of cationic and nonionic surface active agent on SiO₂ surface from aqueous solutions]. *Kolloidnyj zhurnal [Colloid Journal]*. 2005. Vol. 67, № 2, pp. 274–280. (In Russian).
5. *Poluektova, V.A., Shapovalov N.A., Balyatinskaya L.N.* Adsorbciya oksifenolfurfurol'nyh oligomerov na dispersnyh materialah [Adsorption of oxyphenol and furfurol oligomer on disperse materials]. *Fundamental'nye issledovanija [Fundamental researches]*. 2012, no. 11, part.6, pp. 1470–1474. (In Russian).
6. *Poluektova V.A., Stolyarova Z.V., Lomachenko S.M., Chernikov R.O.* Adsorption of domestic wastes-based modifier of resorcinol on the surface of mineral particles. *International Scientific Journal*. 2015, № 4, pp. 45–46.
7. *Khan S.Z. et al.* Generation and characterization of NiO nanoparticles by continuous wave fiber laser ablation in liquid. *Journal of Nanoparticle Research*, 2009, Vol. 11, Issue 6, pp. 1421–1427.
8. *He C., Sasaki T., Usui H., Shimizu Y., Koshizaki N.* Fabrication of ZnO nanoparticles by pulsed laser ablation in aqueous media and pH-dependent particle size: An approach to study the mechanism of enhanced green photoluminescence. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 2007. Vol. 191, Issue 1, pp. 66–73.



9. *Liufu S.C., Xiao H.N., Li Y.P.* Investigation of PEG adsorption on the surface of zinc oxide nanoparticles, *Powder Technol.* 2004, Vol. 145, № 1, pp. 20–24. Ch. He, T. Sasaki, H. Usui, Y. Shimizu, N. Koshizaki. Fabrication of ZnO nanoparticles by pulsed laser ablation in aqueous media and pH-dependent particle size: An approach to study the mechanism of enhanced green photoluminescence. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 2007, Vol. 191, № 1, pp. 66–73.
10. *Poluektova V.A., Lomachenko V.A., Stolyarova Z.V., Lomachenko V.M., Malinovker V.M.* Kolloidno-himicheskie svojstva vodnyh dispersij mela i mramora [Colloid-chemical features of aqueous dispersions of chalk and marble]. *Fundamental research*. 2014, № 9 (part 6), pp. 1205–1209. (In Russian).
11. *Chandrasekaran P., Viruthagiria G., Srinivasan N.* The effect of various capping agents on the surface modifications of sol-gel synthesised ZnO nanoparticles. *Journal of Alloys and Compounds*. 2012, Vol. 540, pp. 89–93.
12. *Bagamadova A.M., Mamedov V.V., Asvarov A.S., Omaev A.K., Makhmudov S.S.* Poluchenie nanoporoshka oksida cinka metodom samoproizvol'nogo vzryvnogo piroliza citratnyh kompleksov [Production of zinc oxide nanopowder by the method of spontaneous explosive pyrolysis of citrate complexes]. *Zhurnal tehnichekoj fiziki* [The journal of technical physics]. 2012, Vol. 82, Issue 4, pp.156–158. (In Russian).
13. *Slusar A.A., Shapovalov N.A., Poluektova V.A.* Regulirovanie reologicheskikh svojstv cementnyh smesej i betonov dobavkami na osnove oksifenolfurfurol'nyh oligomerov [Rheological characteristics control of cement mixtures and concrete by additives based on oxyphenolfurfural oligomers]. *Stroitel'nye materialy* [Construction materials]. 2008, № 7, pp. 42–43. (In Russian).
14. *Poluektova V.A., Shapovalov N.A. and Gorodov A.I.* Modifiers on the base of oxyphenol Chemical Production Waste For The Industrial Mineral Suspensions. *International journal of applied engineering research*. 2015, Vol. 10, № 21, pp. 42654–42657.
15. *Poluektova V.A., Slyusar A.A., Shapovalov N.A.* Superplastifikator na osnove florigljucinfurfurol'nyh oligomerov dlja vodnyh mineral'nyh suspenzij: monografija [Supersoftener on the basis of floor glucine and furfural oligomer for water mineral suspensions: monograph]. Belgorod, BSTU publishment. 2012, 108 p. (In Russian).
16. *Slyusar A.A., Poluektova V.A., Mukhacheva V.D.* Kolloidno-himicheskie aspekty plastifikacii mineral'nyh suspenzij oksifenolfurfurol'nyimi oligomerami [Colloidal and chemical aspects of plasticization of mineral suspensions by oxyphenol and furfural oligomer] *Vestnik BGTU*. 2008, № 2, pp. 66–69. (In Russian).

DEAR COLLEAGUES!

THE REFERENCE TO THIS PAPER HAS THE FOLLOWING CITATION FORMAT:

Shapovalov N.A., Poluektova V.A. Some aspects of nanomodification of mineral dispersions by oligomers based on trifunctional oxyphenyl. *Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction*. 2016, Vol. 8, no. 6, pp. 43–57. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2016-8-6-43-57. (In Russian).



УДК 544.7

Автор: ШАПОВАЛОВ Николай Афанасьевич, профессор, д-р техн. наук, первый проректор ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»; ул. Костюкова 46, Белгород, Россия, 308012, val.po@bk.ru;

Автор: ПОЛУЭКТОВА Валентина Анатольевна, канд. техн. наук, доц, доцент кафедры теоретической и прикладной химии, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»; ул. Костюкова 46, Белгород, Россия, 308012, v.a.poluektova@gmail.com

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ НАНОМОДИФИЦИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ДИСПЕРСИЙ ОЛИГОМЕРАМИ НА ОСНОВЕ ТРИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОКСИФЕНОЛОВ

АННОТАЦИЯ К СТАТЬЕ (АВТОРСКОЕ РЕЗЮМЕ, РЕФЕРАТ):

Реологические свойства высококонцентрированных дисперсий, размер агрегатов частиц дисперсной фазы и другие коллоидно-химические характеристики суспензий, применяемых в строительной индустрии, определяются особенностями структуры граничного слоя. Определены параметры адсорбции резольных олигомеров, синтезированных на основе трифункциональных оксифенолов, на следующих адсорбентах: CaCO_3 , ZnO . Предложена наиболее возможная схема адсорбции молекул флороглюцинфурфуrolьного наномодификатора на поверхности частиц мела. Установлено, что молекулы оксифенольных олигомеров адсорбируются на поверхности частиц дисперсных материалов, образуя мономолекулярный слой. Адсорбция на поверхности частиц обеспечивается ионным взаимодействием отрицательных оксигрупп звена флороглюцина или резорцина с положительно заряженными активными центрами поверхности дисперсной фазы и дисперсионными силами взаимодействия между системой ароматических колец олигомеров и поверхностью частиц. Доказано, что введение оптимальной дозировки флороглюцинфурфуrolьного наномодификатора в суспензии мела и оксида цинка уменьшает среднечисленный радиус наномодифицированных частиц до размера первичных частиц исследуемых дисперсий – с 7 до 1 мкм для мела и с 5 мкм до 50 нм для оксида цинка, что свидетельствует о пептизирующем действии наномодификатора.

Ключевые слова: адсорбция, оксифенольные олигомеры, наномодифицирование, дифференциальное распределение, наивероятнейший радиус частиц.

DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2016-8-6-43-57](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2016-8-6-43-57)

МАШИНОЧИТАЕМАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СС-ЛИЦЕНЗИИ В МЕТАДАННЫХ СТАТЬИ (HTML-код):

```
<a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/"></a><br />Произведение «<span xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://purl.org/dc/dcmitype/Text" property="dct:title" rel="dct:type">Некоторые аспекты наномодифицирования минеральных дисперсий олигомерами на основе трифункциональных оксифенолов</span>» созданное автором по имени <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">Лицензия Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная</a>.<br />Основано на произведении с <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/ru_RU/nanobuild-6-2016/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/ru_RU/nanobuild-6-2016/</a>.<br />Разрешения, выходящие за рамки данной лицензии, могут быть доступны на странице <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="v.a.poluektova@gmail.com" rel="cc:morePermissions">v.a.poluektova@gmail.com</a>.
```

В настоящее время в строительной индустрии широко применяют пластифицирующие добавки. Их действие направлено на улучшение технологических свойств промышленных суспензий и смесей. Большинство существующих добавок пластифицирующего действия представляют собой органические продукты в виде полидисперсной смеси олигомеров и полимеров. Ранее проведенные исследования показали, что от молекулярной массы молекул напрямую зависит пластифицирующая способность добавки. Направленный синтез макромолекул на основе трифункциональных оксифенолов позволил получить соединения наноразмерного размера определенного строения, обладающие пластифицирующей способностью в минеральных суспензиях [1]. Известно, что реологические свойства высококонцентрированных суспензий, размер агрегатов частиц дисперсной фазы и другие коллоидно-химические характеристики дисперсий определяются особенностями структуры граничного слоя.

В большинстве случаев адсорбция полимеров носит необратимый характер, это обусловлено относительно большим числом контактов макромолекулы с поверхностью. По многочисленным экспериментальным данным [2–6] известно, что величина адсорбции одного и того же полимера из одних и тех же растворителей изменяется в широких пределах в зависимости от природы адсорбента, это обусловлено изменением ориентации контактирующих с поверхностью макромолекул. Величина адсорбции и структура адсорбционного полимерного слоя в значительной мере определяется характером взаимодействия макромолекул с поверхностью, т.е. типом адсорбционной связи.



Целью данной работы было изучение процесса адсорбции наномодификаторов на основе оксифенольных олигомеров резольного строения на поверхности минеральных частиц, дифференциальное распределение модифицированных частиц, получение зависимости изменения наивероятнейшего радиуса минеральных частиц от концентрации модификаторов.

В качестве адсорбентов использовали мел (CaCO_3) и технический оксид цинка (ZnO) с удельной поверхностью 1,750 и 9,000 $\text{м}^2/\text{кг}$ соответственно. Выбор данных объектов был обусловлен достаточной однозначностью химического и дисперсного состава, а также тем, что они входят в состав промышленных дисперсий.

Адсорбцию оксифенольных резолов на дисперсных материалах изучали с помощью УФ-спектрометра SPECORD UV в ультрафиолетовой области при $\nu = 50 \cdot 10^3 \text{ см}^{-1}$ по убыли концентраций исследуемых олигомеров в дисперсионной среде после установления адсорбционного равновесия.

На рис. 1 представлены изотермы адсорбции флороглюцинфурфурольных и резорцинформальдегидных олигомеров на частицах мела и оксида цинка.

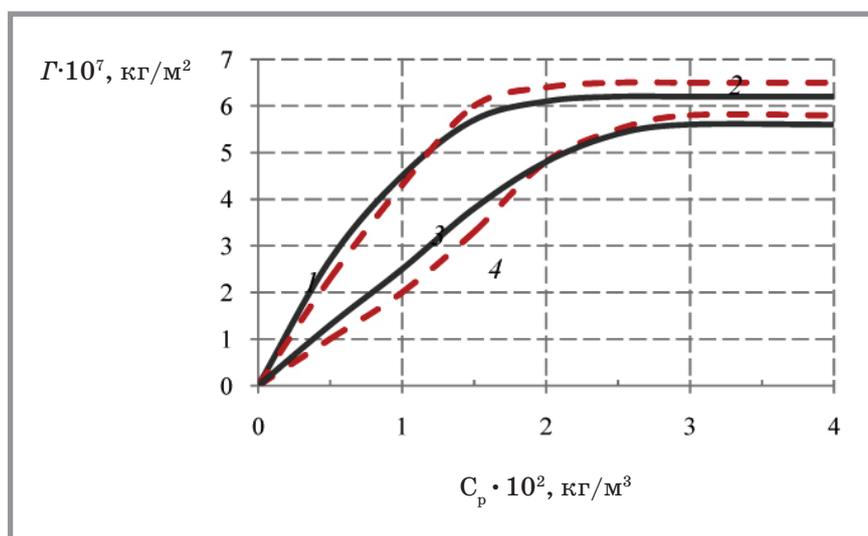


Рис. 1. Изотермы адсорбции:

- 1 – флороглюцинфурфурольных олигомеров на CaCO_3 ;
- 2 – резорцинформальдегидных олигомеров на CaCO_3 ;
- 3 – флороглюцинфурфурольных олигомеров на ZnO ;
- 4 – резорцинформальдегидных олигомеров на ZnO

Из рис. 1. видно, что изотермы адсорбции оксифенольных олигомеров резольного строения на поверхности минеральных частиц имеют типичный характер мономолекулярной адсорбции. При малых равновесных концентрациях наблюдается почти полное извлечение адсорбата из раствора, при дальнейшем увеличении концентрации олигомеров кривая выходит на насыщение, и адсорбция достигает своего максимального значения.

Проведенные исследования позволили сделать расчеты некоторых параметров адсорбции:

- расчет посадочной площадки, занимаемой одной молекулой, проводили по формуле:

$$S_0 = \frac{M}{\Gamma_{\infty} \cdot Na}, \quad (1)$$

где M – молекулярная масса олигомеров, Γ_{∞} – максимальная адсорбция, кг/м², Na – число Авогадро;

- расчет толщины адсорбционного слоя проводили по формуле:

$$\delta = \frac{\Gamma_{\infty}}{\rho}, \quad (2)$$

где Γ_{∞} – максимальная адсорбция, кг/м², ρ – плотность адсорбата, кг/м³.

Так, посадочная площадка флороглюцинфурфурольных олигомеров на поверхности частиц мела равна 2,54 нм², на оксиде цинка – 2,82 нм². Толщина адсорбционного слоя флороглюцинфурфурольных олигомеров на меле равна 0,67 нм, а на оксиде цинка – 0,61 нм. Посадочная площадка резорцинформальдегидных олигомеров на поверхности частиц мела равна 2,04 нм², на оксиде цинка – 2,29 нм². Толщина адсорбционного слоя флороглюцинфурфурольных олигомеров на меле равна 0,71 нм, а на оксиде цинка – 0,63 нм.

Учитывая, что оксифенольные олигомеры является анионактивными добавками, было сделано предположение, что молекулы адсорбируются на положительно заряженных адсорбционных центрах поверхности.

Известно, что наночастицы ZnO могут быть как поликристаллическими, так почти аморфными из-за развития процессов коагуляции [7]. Следует отметить, что наночастицы устойчивы только до определённого



уровня, приблизительно до 20 нм. Так как наночастицы ZnO в водном растворе заряжены положительно из-за неокончательного окисления, то заряженные поверхности могут стать главным фактором преодоления Ван-дер-Ваальсовых сил между наночастицами [8]. Измерения величины дзета-потенциала наночастиц ZnO как функцию от pH (рис. 2) подтвердили присутствие гидроксильных групп на поверхности наночастиц ZnO. Более того, концентрация этих групп ($-\text{ZnOH}_2^+$ и $-\text{ZnOH}$ при меньшем pH, $-\text{ZnO}^-$ при большем pH) зависит от pH раствора [9].

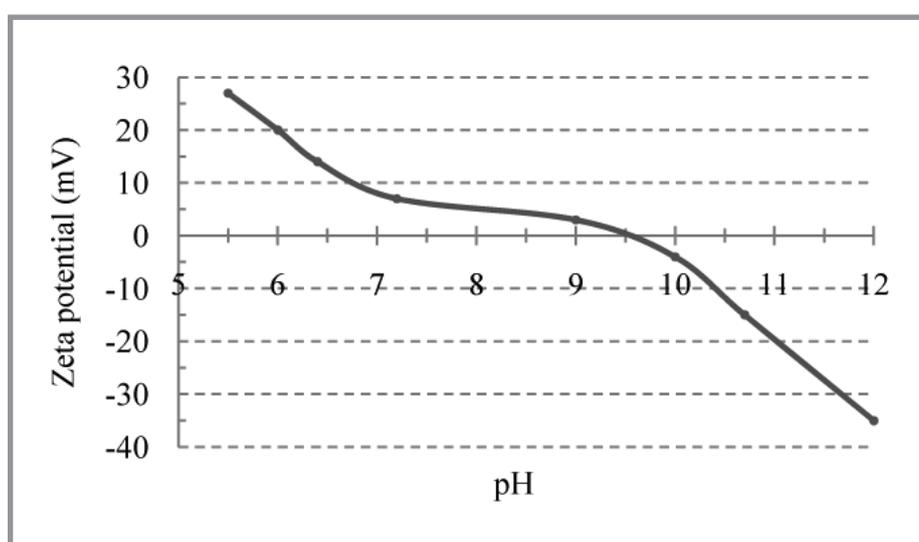


Рис. 2. Величина дзета-потенциала наночастиц ZnO при различных значениях pH, регулируемых добавлением разбавленной HCl или NaOH [10]

На поверхности карбоната кальция, вследствие гидролиза поверхностных соединений, могут находиться ионы HCO_3^- ; CO_3^{2-} ; Ca^{2+} , CaHCO_3^+ , гидроксильные группы OH^- и молекулы H_2O . На этих центрах может проходить как физическая, так и химическая адсорбция. Эквипотенциальная точка мела соответствует pH от 5 до 6, поэтому в нейтральных и щелочных системах на поверхности мела больше отрицательных, чем положительных зарядов.

Исследования показали, что независимо от заряда поверхности дисперсных частиц характер адсорбции добавок на наночастицах оксида цинка сходен с таковым на микрочастицах мела. Адсорбция в обоих случаях необратима, при многократной смене растворителя сорбируется практически 80–90% адсорбата. Однако, в отличие от адсорбции на

меле, адсорбционное насыщение наступает при значительно бóльших равновесных концентрациях добавок, а емкость адсорбционного монослоя на оксиде цинка имеет меньшее значение, чем на меле. Первое связано со значительно большей удельной поверхностью, а второе объясняется тем, что при значении рН (8,5), которое имеет суспензия при введении добавок, поверхность оксида цинка имеет положительный заряд, а поверхность карбоната кальция – отрицательный.

Таким образом, адсорбция на поверхности частиц обеспечивается не только ионным взаимодействием отрицательных оксигрупп звена флороглюцина или резорцина с положительно заряженными активными центрами поверхности дисперсной фазы, но и дисперсионными силами взаимодействия между системой ароматических колец олигомеров и поверхностью частиц.

Полученные значения адсорбционных параметров и соотнесение с расчетной величиной линейной длины молекул синтезированных оксифенольных олигомеров [1] свидетельствуют о том, что постепенное увеличение длины олигомеров привело к появлению нового качества, свойственного полимерам – гибкости макромолекул. На рис. 3 представлены 3D модели вычисленных конформаций синтезированных молекул с помощью программы SymApps компании Bio-Rad Laboratories.

Известно, что вращение отдельных атомных группировок вокруг направлений валентных связей в молекулах даже небольшой длины приводит к появлению большого количества особого типа стереоизомеров, так называемых поворотных изомеров (ротамеров). Происходящее под влиянием теплового движения вращение отдельных частей молекулы реализуется без существенного изменения валентных углов и межатомных расстояний. Вариации их значений находятся в пределах 2–3%.

В процессе адсорбции добавок наблюдалась гидрофилизация поверхности CaCO_3 [11]. Следовательно, молекулы адсорбируются таким образом, что часть анионоактивных групп взаимодействуют с поверхностью мела, а другая часть гидрофильных анионоактивных групп ориентирована в раствор. В этом случае должен существовать непрерывный переход между фазами с различной поляризацией в направлении ее снижения. Такой схеме адсорбции соответствует большое число возможных конфигураций, одна из наиболее возможных представлена на рис. 4.



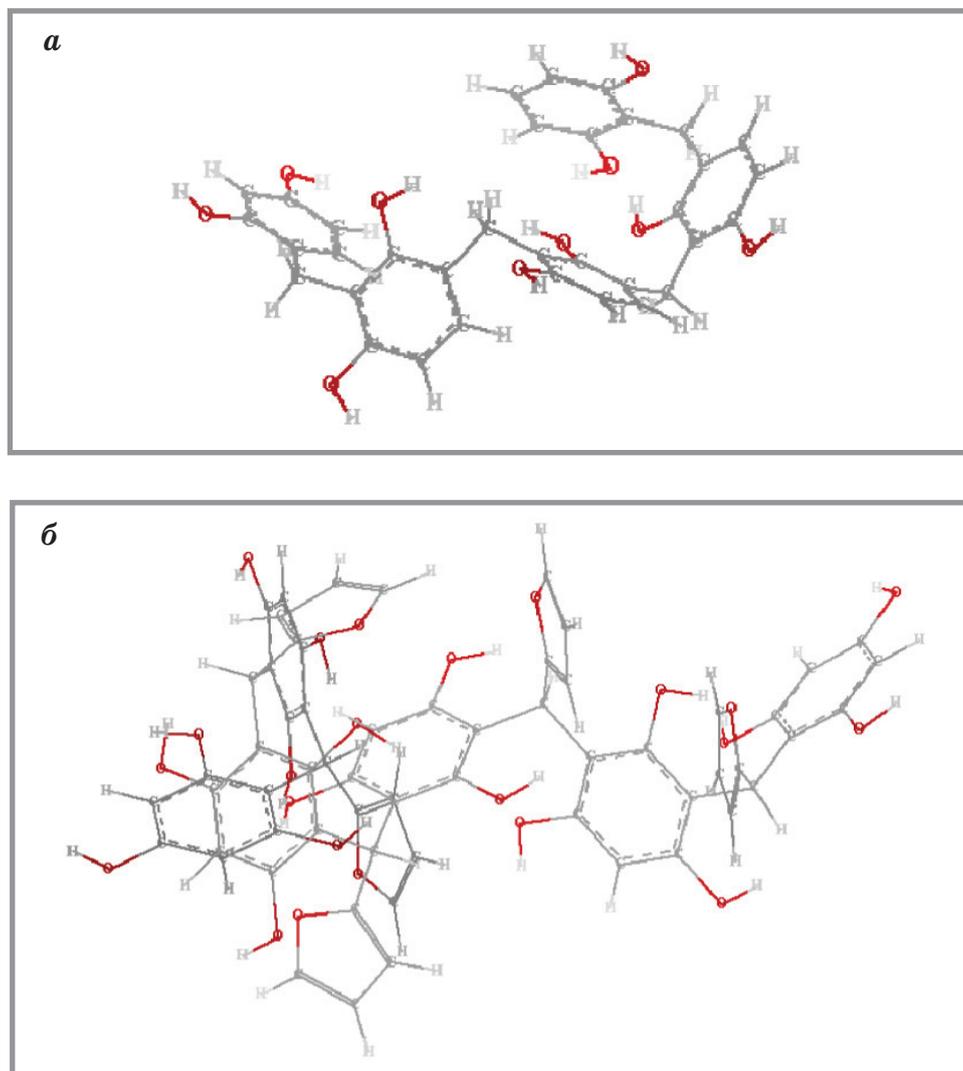


Рис. 3. Вычисленная 3D структура молекул:
а – резорцинформальдегидных олигомеров;
б – флороглуцинфурфуrolьных олигомеров

Таким образом, молекулы оксифенольных олигомеров, адсорбируясь на поверхности частиц дисперсных материалов, модифицируют границу раздела фаз минеральных суспензий на наноуровне, образуя мономолекулярный слой. Адсорбция на поверхности частиц обеспечивается не только ионным взаимодействием отрицательных оксигрупп звена флороглуцина и резорцина с положительно заряженными активными центрами поверхности дисперсной фазы, но и дисперсионными силами взаимодействия между системой ароматических колец олигомеров и поверхностью частиц.



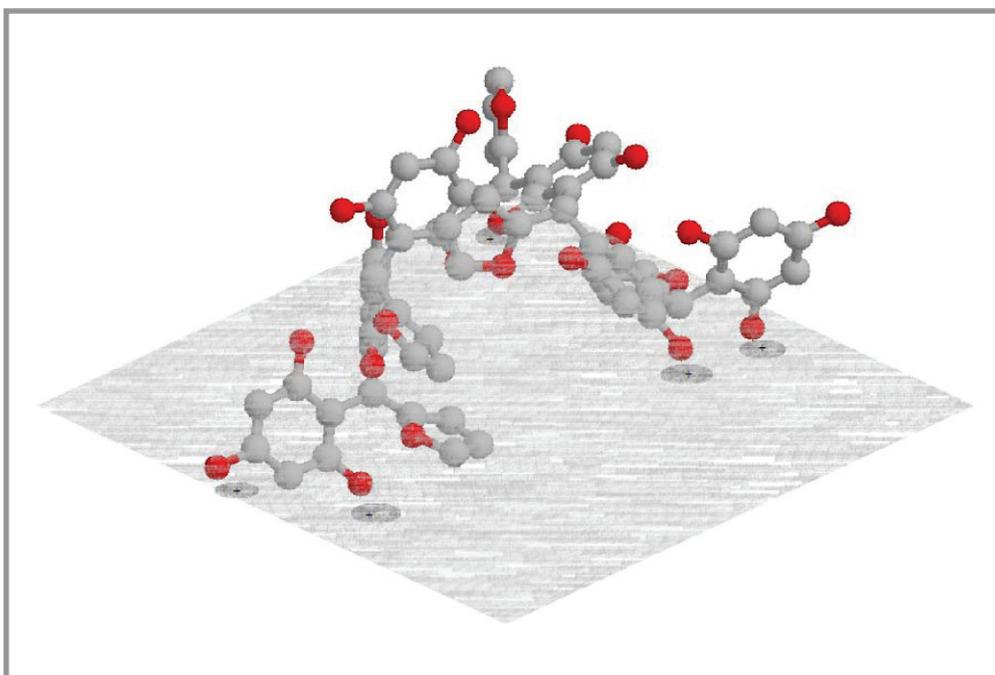


Рис. 4. Возможная схема адсорбции молекул флороглюцинфурфурольного наномодификатора на поверхности минеральной частицы

Из результатов седиментационного анализа, который основан на изучении закономерностей оседания частиц дисперсной фазы и позволяет получить дифференциальные кривые распределения частиц по размерам (рис. 5), был сделан вывод, что молекулы оксифенольных олигомерных резолов, адсорбируясь на поверхности микрочастиц минеральных дисперсий, пептизируют дисперсную фазу. При этом увеличивается доля нано- и микрочастиц.

Изменение наивероятнейшего радиуса различных минеральных частиц в зависимости от концентрации наномодификатора показано на рис. 6.

Из рис. 6 видно, что при введении флороглюцинфурфурольного наномодификатора в количестве 0,2–0,3% от массы дисперсной фазы в суспензии мела и оксида цинка уменьшается среднечисленный радиус частиц с 7 до 1 мкм для мела, и с 5 мкм до 50 нм, что свидетельствует о пептизирующем действии наномодификатора. Это хорошо согласуется с размерами первичных частиц исследуемых дисперсий (рис. 7).



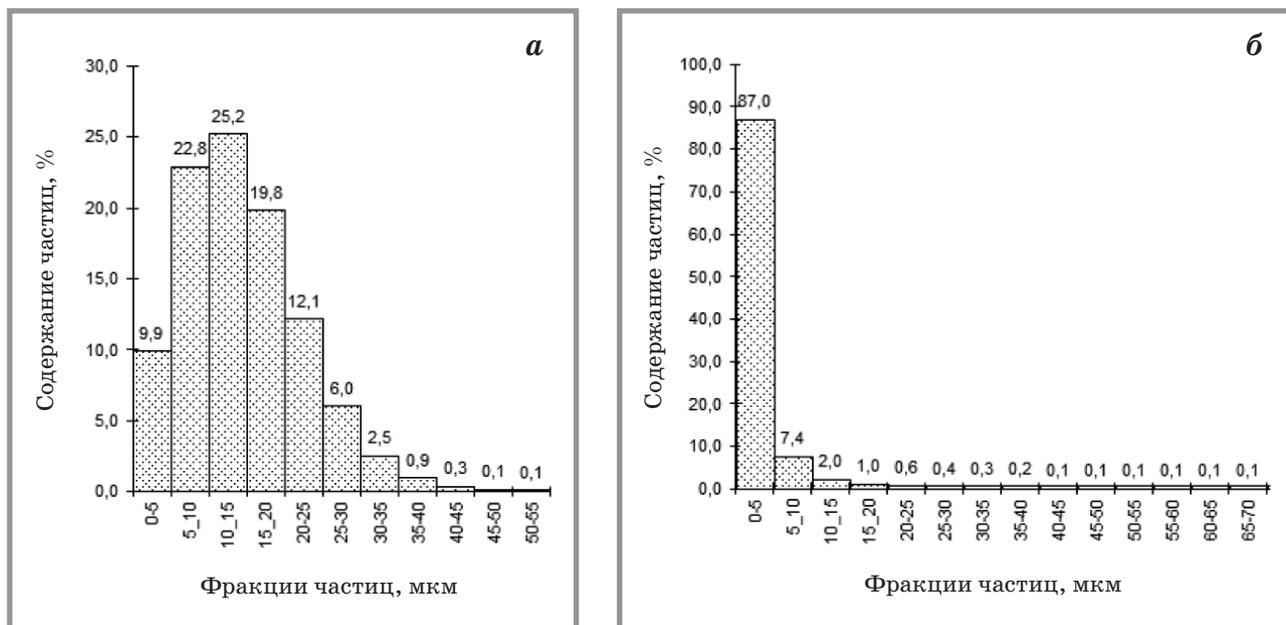


Рис. 5. Дифференциальное распределение частиц мела по фракциям: а – без добавки; б – 0,3% флороглюцинофурфурольного наномодификатора

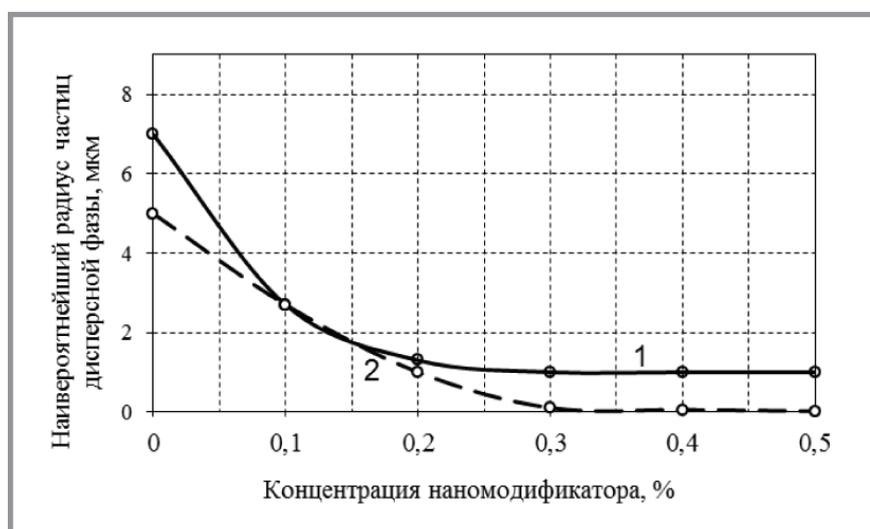


Рис. 6. Влияние флороглюцинофурфурольного наномодификатора на относительный размер агрегатов: 1 – мела; 2 – оксида цинка

Анализируя рис. 7, был подтвержден средний размер первичных частиц мела, равный 1–1,5 мкм, и средний размер зерен чистого порошка оксида цинка 50 нм [13].

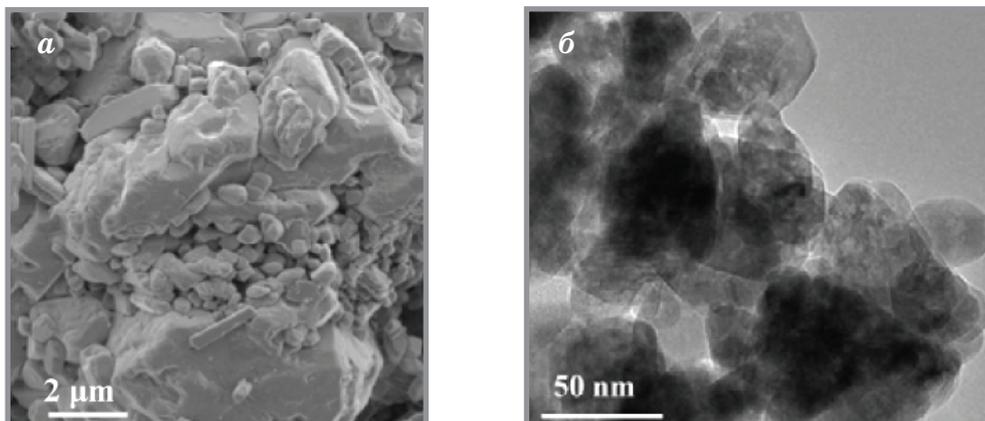


Рис. 7. Электронная микрофотография частиц мела (а) и ПЭМ изображения ZnO (б [12])

Таким образом, особенности структуры граничного слоя определяются адсорбцией олигомеров на поверхности твердого тела. Это позволяет целенаправленно влиять на размер агрегатов частиц дисперсной фазы, реологические свойства высококонцентрированных суспензий [14–16] и пластификацию дисперсных систем [17]. Определены параметры адсорбции синтезированных олигомеров на следующих адсорбентах: CaCO_3 , ZnO, которые использовали в качестве модельных систем. Предложены наиболее возможные схемы адсорбции фрагментов флороглюцинофурфурольных олигомеров на поверхности мела. Установлено, что молекулы оксифенольных олигомеров адсорбируются на поверхности частиц дисперсных материалов, образуя мономолекулярный слой; адсорбция на поверхности частиц обеспечивается ионным взаимодействием отрицательных оксигрупп звена флороглюцина и резорцина с положительно заряженными активными центрами поверхности дисперсной фазы и дисперсионными силами взаимодействия между системой ароматических колец олигомеров и поверхностью частиц.

Работа выполнена в рамках научного проекта № 14-41-08015 р_офи_м при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Белгородской области.



УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

**ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАТЕРИАЛА ДАННОЙ СТАТЬИ
ПРОСИМ ДЕЛАТЬ БИБЛИОГРАФИЧЕСКУЮ ССЫЛКУ НА НЕЁ:**

Шаповалов Н.А., Полуэктова В.А. Некоторые аспекты наномодифицирования минеральных дисперсий олигомерами на основе трифункциональных оксифенолов // Нанотехнологии в строительстве. – 2016. – Том 8, № 6. – С. 43–57. – DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2016-8-6-43-57](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2016-8-6-43-57).

DEAR COLLEAGUES!

THE REFERENCE TO THIS PAPER HAS THE FOLLOWING CITATION FORMAT:

Shapovalov N.A., Poluektova V.A. Some aspects of nanomodification of mineral dispersions by oligomers based on trifunctional oxyphenyl. *Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction*. 2016, Vol. 8, no. 6, pp. 43–57. DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2016-8-6-43-57](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2016-8-6-43-57). (In Russian).

Библиографический список:

1. *Шаповалов Н.А., Полуэктова В.А.* Особенности синтеза наномодификаторов на основе трифункциональных оксифенолов для минеральных суспензий // Нанотехнологии в строительстве. – 2016. – Том 8, № 5. – С. 100–115. – DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2016-8-5-100-115](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2016-8-5-100-115).
2. *Липатов Ю.С., Сергеева Л.М.* Адсорбция полимеров. – Киев: Наукова думка, 1972. – 196 с.
3. *Липатов Ю.С.* Современные теории адсорбции полимеров на твердых поверхностях // Успехи химии. – 1981. – Том 50, № 2. – С. 355–379.
4. *Харитонов Т.В., Иванова Н.И., Суим Б.Д.* Адсорбция катионного и неионогенного ПАВ на поверхности SiO₂ из водных растворов // Коллоидный журнал. – 2005. – Т. 67, № 2. – С. 274–280.
5. *Полуэктова В.А., Шаповалов Н.А., Балятинская Л.Н.* Адсорбция оксифенолфурфурольных олигомеров на дисперсных материалах // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11 (Ч. 6). – С. 1470–1474.
6. *Poluektova V.A., Stolyarova Z.V., Lomachenko S.M., Chernikov R.O.* Adsorption of domestic wastes-based modifier of resorcinol on the surface of mineral particles. *International Scientific Journal*. 2015, № 4, pp. 45–46.
7. *Khan S.Z. et al.* Generation and characterization of NiO nanoparticles by continuous wave fiber laser ablation in liquid. *Journal of Nanoparticle Research*, 2009, Vol. 11, Issue 6, pp. 1421–1427.



8. *He C., Sasaki T., Usui H., Shimizu Y., Koshizaki N.* Fabrication of ZnO nanoparticles by pulsed laser ablation in aqueous media and pH-dependent particle size: An approach to study the mechanism of enhanced green photoluminescence. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 2007. Vol. 191, Issue 1, pp. 66–73.
9. *Liufu S.C., Xiao H.N., Li Y.P.* Investigation of PEG adsorption on the surface of zinc oxide nanoparticles, *Powder Technol.* 2004, Vol. 145, №1, pp. 20–24. Ch. He, T. Sasaki, H. Usui, Y. Shimizu, N. Koshizaki. Fabrication of ZnO nanoparticles by pulsed laser ablation in aqueous media and pH-dependent particle size: An approach to study the mechanism of enhanced green photoluminescence. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 2007, Vol. 191, № 1, pp. 66–73.
10. *Poluektova V.A., Lomachenko V.A., Stolyarova Z.V., Lomachenko V.M., Malinovker V.M.* Kolloidno-himicheskie svoystva vodnyh dispersij mela i mramora [Colloid-chemical features of aqueous dispersions of chalk and marbel]. *Fundamental research.* 2014, № 9 (part 6), pp. 1205–1209. (In Russian).
11. *Полуэктова В.А., Ломаченко В.А., Столярова З.В., Ломаченко С.М., Малиновкер В.М.* Коллоидно-химические свойства водных дисперсий мела и мрамора // *Фундаментальные исследования.* – 2014. – № 9 (Ч. 6). – С. 1205–1209.
12. *Bagamadova A.M., Mamedov V.V., Asvarov A.S., Omaev A.K., Makhmudov S.S.* Poluchenie nanoporoshka oksida cinka metodom samoproizvol'nogo vzryvnogo piroliza citratnyh kompleksov [Production of zink oxide nanopowder by the method of spontaneous explosive pyrolysis of cintrate complexes]. *Zhurnal tehnichekoj fiziki [The journal of technical physics]*. 2012, Vol. 82, Issue 4, pp. 156–158. (In Russian).
13. *Багамадова А.М., Мамедов В.В., Асваров А.Ш., Омаев А.К., Махмудов С.Ш.* Получение нанопорошка оксида цинка методом самопроизвольного взрывного пиролиза цитратных комплексов // *Журнал технической физики.* – 2012. – Т. 82, Вып. 4. – С. 156–158.
14. *Слюсарь А.А., Шаповалов Н.А., Полуэктова В.А.* Регулирование реологических свойств цементных смесей и бетонов добавками на основе оксифенолфурфурольных олигомеров // *Строительные материалы.* – 2008. – № 7. – С. 42–43.
15. *Полуэктова В.А., Слюсарь А.А., Шаповалов Н.А.* Суперпластификатор на основе флороглюцинфурфурольных олигомеров для водных минеральных суспензий: монография. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 108 с.
16. *Слюсарь А.А., Полуэктова В.А., Мухачева В.Д.* Коллоидно-химические аспекты пластификации минеральных суспензий оксифенолфурфурольными олигомерами // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова.* – 2008. – № 2. – С. 66–69.

