

## Высокоэффективные пластифицирующие добавки с наноструктурами для модифицирования свойств цементных смесей, растворов и бетонов

*И.П. Терешкин*

*Национальный исследовательский Мордовский государственный университет*

*им. Н. П. Огарёва, г. Саранск*

**Аннотация:** В статье рассматривается возможность повышения реологических свойств цементных сырьевых смесей для бетонов и строительных растворов за счет модифицирования их пластифицирующими добавками с металл/углеродными наноструктурами, производства НИЦ АО «ИЭМЗ «Купол». Введение сверхмалых количеств наноструктур в пластификатор на основе эфиров поликарбоксилатов способствует дополнительному на 20-40% увеличению реологической способности пластифицированных цементных сырьевых смесей.

**Ключевые слова:** Металл/углеродные наноструктуры, углеродные металлсодержащие наноструктуры, цементное вяжущее, пластифицирующая добавка, суперпластификатор.

В современных условиях строительства материалы и конструкции, изготавливаемые на основе цементного вяжущего, находят широкое применение [1-3]. Решая широкий спектр задач при получении строительной продукции на основе цемента с заданными эксплуатационными свойствами, производители все активнее применяют в технологии цементных бетонов и растворов различные модифицирующие вещества – добавки [4-6]. За последние десятилетия наименование таких добавок значительно расширилось, появились на рынке модификаторы с многофункциональным действием, превосходящие по основному эффекту подклассы добавок по ГОСТ 24211-2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия» [7-9]. Примером могут служить пластификаторы на основе полиакрилатов и поликарбоксилатов, которые способны оказывать большой разжижающий эффект на цементные смеси с меньшим замедлением твердения цементных композитов, и, соответственно, большой водоредуцирующий эффект на цементные сырьевые смеси, чем традиционные полиметиленафталинсульфонаты и

---

полиметиленамелинсульфонаты [10,11]. Такие модификаторы, без преувеличения, относят к отдельному подклассу модифицирующих добавок – гиперпластификаторы.

Водоцементное отношение сырьевых смесей оказывает значительное влияние на свойства, как самих цементных композиций, так и композитов на их основе – позволяет получать бетонные и железобетонные изделия и конструкции с высочайшими эксплуатационными характеристиками [12, 13]. Поэтому использование в технологии бетона различного рода суперпластификаторов (гиперпластификаторов), как правило, является более эффективным и приемлемым способом снижения водопотребности сырьевых смесей, позволяет решать широкий спектр задач получения высокоэффективных цементных композитов и строительной продукции на основе цемента с заданными эксплуатационными свойствами [10, 14,15].

Ранее проведенными работами были установлены эффекты от применения в технологии цементных бетонов малых количеств металлсодержащих наноструктур, производства по запатентованным технологиям НИЦ АО «ИЭМЗ «Купол» [16, 17], доказана их эффективность применения с целью повышения прочности бетонных композитов. Однако неравномерное их распределение в объеме материала не всегда позволяет достичь высоких результатов от их применения.

Наиболее перспективным представляется введение сверхмалых количеств таких металлсодержащих наноструктур в пластифицирующие поверхностно-активные вещества – добавки для модифицирования свойств цементных смесей. Проведенные исследования показали, что такой подход способствует лучшему модифицированию цементных композиций, повышению их реологических свойств [7, 10, 11]. Результатами исследований открыта возможность на 20-40% увеличивать подвижность цементных сырьевых смесей с гиперпластификатором на основе эфиров

---

поликарбоксилатов «Хидетал ГП-9-γ» (производства ООО «Стандарт-XXI ВЕК»), за счет его предварительной модификации рядом металл-углеродных наноструктур производства НИЦ АО «ИЭМЗ «Купол» (рис.1). При этом водоредуцирующая способность полученной высокоэффективной гиперпластифицирующей добавки с наноструктурами повышалась до 25% [7, 10, 11].

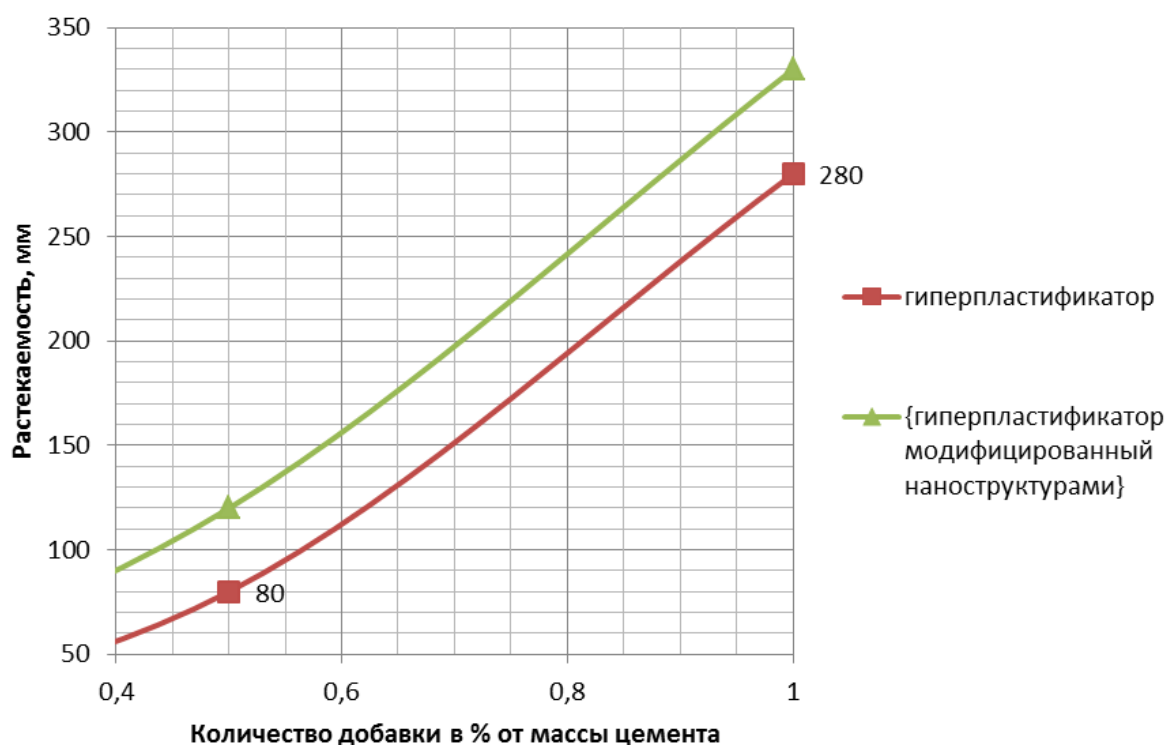


Рис.1. Зависимость подвижности цементных композиций по вискозиметру типа Суттарда от содержания гиперпластифицирующей добавки (при  $V/C=const$ )

Таким образом, результаты исследований показывают, что в результате модификации пластификатора исследованными углеродными металлсодержащими наноструктурами улучшаются его разжижающие способности в цементных композициях. За счет предварительной модификации наноструктурами ряда суперпластификаторов открываются новые возможности для создания нового класса поверхностно-активных добавок для модифицирования свойств цементных смесей, бетонов и строительных растворов на их основе.

Автор выражает благодарность коллективу Научно-инновационного центра (НИЦ) АО «ИЭМЗ «Купол» г.Ижевск и лично руководителю Ковязину Юрию Владимировичу за предоставленные в 2011÷2013г.г. образцы углеродных металлсодержащих наноструктур на основе оксидов 3d металлов для исследований их влияния на основные свойства цементных смесей, бетонов и строительных растворов.

### Литература

1. Несветаев Г.В., Та Ван Фан. Влияние белой сажи и метакаолина на прочность и деформационные свойства цементного камня // Инженерный вестник Дона, 2012, № 4 (часть 1). URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/139.pdf\\_1110.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/139.pdf_1110.pdf)
2. Mielens Richard C. History of chemical admixtures for concrete // Coner. Int. Des. and Constr. 1984. V.6. №4. PP. 40-53.
3. Dr. S.N. Ghosh Cement and concrete science & technology. New Delhi: NCB, 1991. – 34 p.
4. Лушникова А.А., Пислегина А.В., Крутиков В.А., Яковлев Г.И. Структурирование цементной матрицы мелкозернистых бетонов углеродными нанодисперсными системами // Сборник докладов международной научно-технической конференции студентов, Москва, 15-19 марта 2010. С. 317-321.
5. Коротких Д.Н., Артамонова О.В., Чернышов Е.М. О требованиях к наномодифицирующим добавкам для высокопрочных цементных бетонов // Технологии бетонов, 2009, № 9-10. С. 86-88.
6. Ткачев А.Г., Михалева З.А., Ладохина М.Н., Жутова Е.А. Модифицирование строительных композитов углеродными наноматериалами // Международный научный журнал альтернативная энергетика и экология, 2007, №9 (53). С. 56-59.

7. Терешкин И.П. Высокоэффективные суперпластификаторы с наноструктурами для цементных композиций // Тез.докл. Четвертой междунар. конф. «От наноструктур, наноматериалов и нанотехнологий к наноиндустрии» (Ижевск, апрель 2013 г.). – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2013. – С. 98-99.

8. Пухаренко Ю.В., Староверов В.Д. Особенности применения углеродных наночастиц фуллероидного типа в цементных // Сухие строительные смеси, 2010, № 1. С. 41.

9. Ахметшина Л.Ф., Кодолов В.И., Терешкин И.П., Коротин А.И. Влияние углеродных металлсодержащих наноструктур на прочностные свойства бетонных композитов // «Нанотехнологии в строительстве» №6 2010. – С.35-46.

10. Терешкин И. П., Шкарпенко Л. Ф. Высокоэффективные добавки с наноструктурами для долговечных цементных материалов и конструкций // Материалы Всерос. науч.-техн. конф. «Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций». Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. С. 313-318.

11. Терешкин И. П., Трохин Д. Б., Суродеев А.В. Высокоэффективные поверхностно-активные вещества с наноструктурами для цементных вяжущих // Актуальные вопросы строительства: материалы Двенадцатой Междунар. науч.-техн. конф. Саранск: изд-во Мордов. ун-та, 2013. С. 247-250.

12. Кожникова Е.А. Оценка влияния водоцементного отношения на прочность бетона с активированным цементом // Инженерный вестник Дона, 2017, №1. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_131\\_Kozhnikova.pdf\\_b538a3eaa3.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_131_Kozhnikova.pdf_b538a3eaa3.pdf)

13. Терешкин И.П. Разработка вяжущих низкой водопотребности для стендовых технологий: дисс. ...канд.тех. наук: 05.23.05 / Терешкин Иван Петрович. – Саранск, 2001. – 244 с.

14. Комохов П.Г. Золь - гель как концепция нанотехнологии цементного композита // Строительные материалы, 2006, № 9. С. 14-15.

15. Реут Т. Нанотехнологии – в производство бетонов //«Строительная газета», 2007, №49.

16. Пат. 2393110 Россия Способ получения углеродных металлсодержащих наноструктур / Кодолов В.И, Васильченко Ю.М., Ахметшина Л.Ф., Шкляева Д.А., Тринеева В.В., Шарипова А.Г., Волкова Е.Г., Ульянов А.Л., Ковязина О.А.; заявлено 17.10.2008, опубликовано 27.06.10.

17. Пат. 2337062 Россия Способ получения углеродных наноструктур из органического соединения и металлсодержащих веществ / Кодолов В.И., Кодолова (Тринеева) В.В., Семакина Н.В., Яковлев Г.И., Волкова Е.Г. и др.; заявлено 28.08.2006, опубликовано 27.10.08.

### References

1. Nesvetayev G.V., Ta Van Fan. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, № 4. (chast' 1). URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/139.pdf\\_1110.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/139.pdf_1110.pdf)

2. Mielens Richard C. History of chemical admixtures for concrete. Coner. Int. Des. and Constr. 1984. V.6. №4, pp. 40-53.

3. Dr. S.N. Ghosh Cement and concrete science & technology. New Delhi: NCB, 1991. 34 p.

4. Lushnikova A.A., Pislegina A.V., Krutikov V.A., Yakovlev G.I. Strukturirovaniye tsementnoy matritsy melkozernistykh betonov uglerodnymi nanodispersnymi sistemami. Sbornik dokladov mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii studentov. Moscow, 15-19 marta 2010, pp. 317-321.



5. Korotkikh D.N., Artamonova O.V., Chernyshov Ye.M. Tekhnologii betonov, 2009, № 9-10, pp. 86-88.

6. Tkachev A.G., Mikhaleva Z.A., Ladokhina M.N., Zhutova Ye.A. Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal alternativnaya energetika i ekologiya, 2007, №9 (53), pp. 56-59.

7. Tereshkin I. P. Vysokoeffektivnyye superplastifikatory s nanostrukturami dlya tsementnykh kompozitsiy. Tez.dokl. Chetvertoy mezhdunar. konf. «Ot nanostruktur, nanomaterialov i nanotekhnologiy k nanoindustrii». Izhevsk : Izd-vo IZHGTU, 2013, pp. 98-99.

8. Pukharenko Yu.V., Staroverov V.D. Sukhiye stroitelnyye smesi, 2010, № 1, pp. 41.

9. Akhmetshina L.F., Kodolov V.I., Tereshkin I.P., Korotin A.I. Nanotekhnologii v stroitelstve, 2010, №6, pp. 35-46.

10. Tereshkin I. P., Shkarpenko L. F. Vysokoeffektivnyye dobavki s nanostrukturami dlya dolgovechnykh tsementnykh materialov i konstruktsiy. Materialy Vseros. nauch.-tekhn. konf. «Dolgovechnost stroitelnykh materialov, izdeliy i konstruktsiy». Saransk, 2014, pp. 313-318.

11. Tereshkin I. P., Trokhin D. B., Surodeyev A.V. Vysokoeffektivnyye poverkhnostno-aktivnyye veshchestva s nanostrukturami dlya tsementnykh vyazhushchikh. Aktualnyye voprosy stroitelstva: materialy Dvenadtsatoy Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Saransk, 2013, pp. 247-250.

12. Kozhnikova E.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №1. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_131\\_Kozhnikova.pdf\\_b538a3eaa3.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_131_Kozhnikova.pdf_b538a3eaa3.pdf)

13. Tereshkin I.P. Razrabotka vyazhushih nizkoy vodopotrebnosti dlya stendovykh tehnologiy [Development of astringent low water requirements for bench technologies]: diss. ...Cand. Sciences: 05.23.05. Tereshkin Ivan Petrovich. Saransk, 2001. 244 p.



14. Komokhov P.G. Stroitelnyye materialy, 2006, № 9, pp. 14-15. 15. Reut T. Nanotekhnologii – v proizvodstvo betonov. «Stroitel'naya gazeta», 2007, №49.

16. Patent 2393110 Rossiya Sposob polucheniya uglerodnykh metallsoederzhashchikh nanostruktur. Kodolov V.I., Vasil'chenko YU.M., Ahmetshina L.F., SHklyayeva D.A., Trineeva V.V., SHaripova A.G., Volkova E.G., Ul'yanov A.L., Kovyazina O.A; zayavleno 17.10.2008, opublikovano 27.06.10. (In Russ.) [Patent 2393110 Russia Method for producing carbon metal-containing nanostructures declared 17.10.2008, published 27.06.10.]

17. Patent 2337062 Rossiya Sposob polucheniya uglerodnykh nanostruktur iz organicheskogo soyedineniya i metallsoederzhashchikh veshchestv. Kodolov V.I., Kodolova (Trineeva) V.V., Semakina N.V., YAKovlev G.I., Volkova E.G. i dr.; zayavleno 28.08.2006, opublikovano 27.10.08. [Patent 2337062 Russia Method for producing carbon nanostructures from organic compounds and metal-containing substances declared 28.08.2006, published 27.10.08.]