

CITATION FOR AN ARTICLE

Belov V.V., Lutsik V.I., Chursanov Yu.V. Method selection and quantification content of chloride ions in concrete samples of bridge structures // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2021. No. 4 (12), pp. 89–95.

УДК 66.022.3

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ
НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕТИЛЕННАФТАЛИНСУЛЬФОКИСЛОТ
И ПОЛИКАРБОКСИЛАТНЫХ ЭФИРОВ**

Ю.Ю. Курятников

Тверской государственной технической университет (г. Тверь)

© Курятников Ю.Ю., 2021

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментальных исследований по определению эффективности суперпластификаторов на основе сульфированных меламинформальдегидов, сульфированных нафталинформальдегидов и поликарбоксилатных эфиров. Описаны механизмы их действия.

Ключевые слова: суперпластификатор, химическая добавка, технические лигно-сульфонаты, сульфированные меламинформальдегиды, сульфированные нафталинформальдегиды, водоредуцирующий эффект.

DOI: 10.46573/2658-7459-2021-4-95-100

ВВЕДЕНИЕ

Уже более полувека известны пластификаторы, а в последние десятилетия супер- и гиперпластификаторы – эффективные добавки, позволяющие в широких пределах регулировать удобоукладываемость бетонных смесей, прочность, водонепроницаемость, морозостойкость и другие свойства бетона. В настоящее время можно выделить три основных класса пластифицирующих добавок, используемых в промышленности строительных материалов: соединения на основе технических лигносульфонатов; сульфированные меламинформальдегид или нафталинформальдегид; поликарбоксилатные эфиры (ПКС).

Добавки первых двух классов обладают линейной молекулярной структурой (рис. 1, 2), и их условно можно отнести к предыдущему поколению пластификаторов. Механизм действия этих добавок основывается на электростатическом отталкивании за счет хемосорбции молекул пластификатора на поверхности частиц цементного клинкера и образования двойного электрического слоя, что приводит к смещению значений ζ -потенциала в более электроотрицательную область и способствует диспергированию системы (рис. 3). Однако через короткое время с ростом продуктов гидратации на поверхности зерен цемента происходит резкое ухудшение его диспергирующей способности и, как следствие, ухудшение подвижности бетонной смеси.

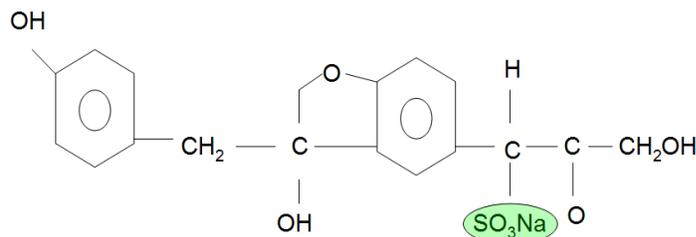


Рис. 1. Структура лигносульфоновой кислоты

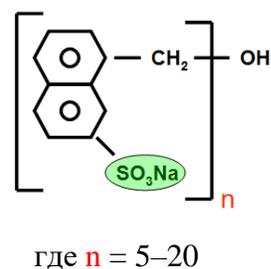


Рис. 2. Структура нафталинсульфоната

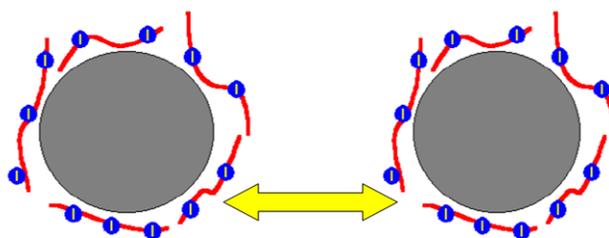


Рис. 3. Электростатическое отталкивание частиц

В отличие от первых двух классов добавок, ПКС обладают разветвленной структурой и состоят из основной поликарбоксильной цепи, а также боковых полиэфирных ответвлений (рис. 4). Такое строение обеспечивает частицам цемента электростатическое и стерическое (пространственное) отталкивание. Наличие ионного заряда основной цепи необходимо для адсорбции поликарбоксилата на поверхности цементных зерен и формирования электростатического эффекта, тогда как боковые цепочки молекулы обеспечивают стерическое отталкивание, что усиливает и удлиняет диспергирующее действие [1, 2].

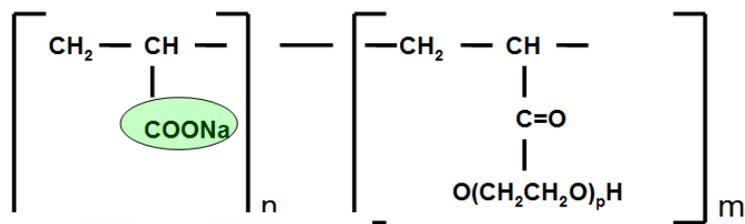


Рис. 4. Структура поликарбоксилатного эфира

На сегодняшний день наиболее хорошо исследован суперпластификатор С-3 (и его разновидности), редуцирующий водосодержание более чем на 20 % и практически не замедляющий гидратацию минералов клинкера [3]. Однако бетонные смеси, модифицированные большим количеством С-3 или другими суперпластификаторами на его

основе, при большой подвижности (П4–П5) имеют склонность к расслаиванию и большому воздухоовлечению, что ухудшает физико-механические свойства бетона.

В работе [4] исследовано влияние различных суперпластификаторов (Д-11, С-3, Полипласт СП-3, Супранафт, Мурапласт ФК 88 (050), Полипласт СП-4, Sika ViscoCrete 5-800, SikaPlast 2135) на свойства цементно-песчаных растворов. Наиболее заметное влияние на прочность растворов оказывают добавки Полипласт СП-3 и Sika ViscoCrete 5-800. В последние годы для цементных бетонов и растворов разработан ряд эффективных гиперпластификаторов на основе поликарбоксилатных полимеров (см. рис. 1): Melment F10, Melflux 1641F, Melflux 2651F и др. Эти гиперпластификаторы позволяют обеспечить получение качественно нового эффекта и снизить водопотребность цементных систем более чем на 30 % [5].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Нами выполнены экспериментальные исследования по определению эффективности отечественных суперпластификаторов СП-3 ВСП-7, Реламикс М2 и СП-1. В качестве вяжущего использовали портландцемент марки ПЦ500Д0-Н АО «Мальцовский портландцемент». Суперпластификатор СП-3 ВСП-7 (ТУ 5745-006-58042865-2014) соответствует требованиям ГОСТ 24211 к пластифицирующим и водоредуцирующим добавкам и представляет собой сополимер полиметиленафталинсульфоната и лигносульфоната натрия. Суперпластификатор СП-1 (ТУ 5870-005-58042865-05) соответствует требованиям ГОСТ 24211 к пластифицирующим и водоредуцирующим добавкам и представляет собой смесь полиметиленафталинсульфоокислот различной молекулярной массы. Реламикс М2 (ТУ 574570-58042865-2012) соответствует требованиям ГОСТ 24211 к пластифицирующим, водоредуцирующим добавкам и ускорителям твердения и представляет собой смесь нафталинсульфонатов и органического ускорителя.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для нахождения оптимальной дозировки количество добавок варьировали от 0 до 0,6 % по массе. Влияние содержания добавок на водопотребность цемента и водоредуцирующий эффект представлено на рис. 5, 6.

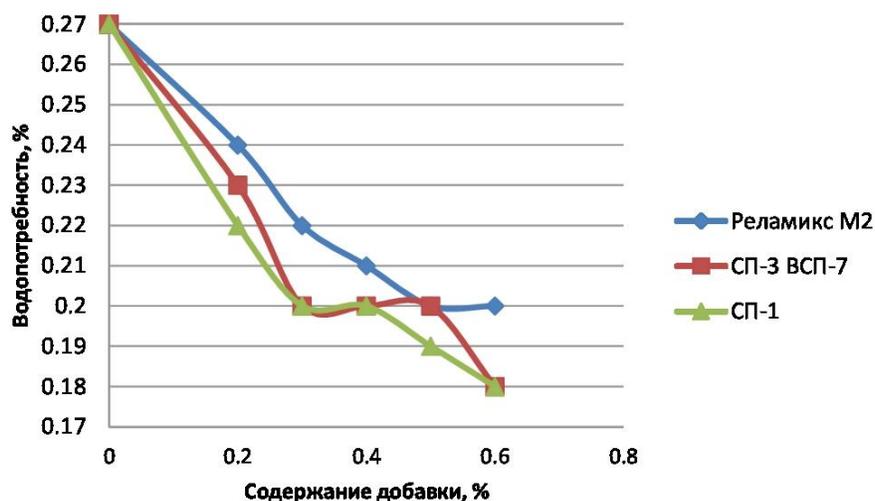


Рис. 5. Зависимость водопотребности цемента от содержания добавок

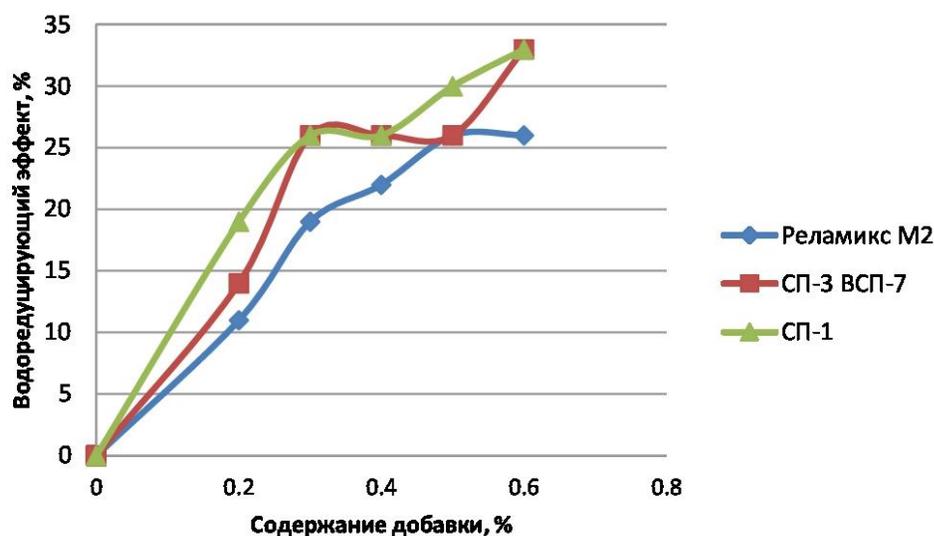


Рис. 6. Зависимость водоредуцирующего эффекта от содержания добавок

При введении всех добавок в количестве 0,2 % водопотребность цемента резко снижается. Водоредуцирующий эффект при этом составляет: Реламикс М2 – 11 %; СП-3 ВСП-7 – 14 %; СП-1 – 19 %. Наибольший водоредуцирующий эффект обеспечивают СП-3 ВСП-7 и СП-1 – 33 % при содержании 0,6 %. Максимальный водоредуцирующий эффект добавки Реламикс М2 составляет 26 % при ее содержании 0,5–0,6 %.

Были выполнены экспериментальные исследования по определению свойств бетонной смеси и бетона в зависимости от вида и количества добавок (SikaPlast E4, СП-3, П1, Линамикс ПК) при одинаковом расходе цемента и подвижности бетонной смеси. Максимальную раннюю и марочную прочность показал бетон с добавкой SikaPlast E4 (табл. 1). Кроме того, сохраняемость бетонной смеси с добавкой SikaPlast E4 имеет наибольшее значение – 120 мин (табл. 2). Минимальную раннюю и марочную прочность показал бетон с добавкой СП-3. Минимальная сохраняемость бетонной смеси с добавкой Полипласт П1 – 40 мин.

Таблица 1

Свойства бетонной смеси и бетона в зависимости от вида добавки

Вид добавки	Количество от массы цемента, %	Осадка конуса (ОК), см	В/Ц-отношение	Плотность бетонной смеси, кг/м ³	Прочность на сжатие, МПа, в возрасте, сут		
					3	7	28
SikaPlast E4	0,6	20,5	0,625	2 309	32,0	42,0	48,3
Полипласт СП-3	1,0	19,0	0,591	2 261	29,9	38,2	43,3
Полипласт П1	0,7	20,5	0,613	2 323	29,9	40,8	47,6
Линамикс ПК	0,8	21,0	0,617	2 316	30,9	38,8	46,1

Таблица 2

Сохраняемость бетонной смеси в зависимости от вида добавки

Вид добавки	Время после окончания перемешивания, мин				Снижение ОК, см
	0	40	80	120	
SikaPlast E4, 0,6 %	19,5	18,5	15,5	12,5	7,0
Полипласт П1, 0,7 %	18,0	9,0	–	–	9,0
Линомикс ПК, 0,8 %	19,0	15,0	11,5	–	7,5

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применяя суперпластификаторы, можно эффективно регулировать свойства бетонной смеси и бетона. Добавка SikaPlast E4 наиболее подходит для товарных бетонных смесей, так как позволяет получить высокую сохраняемость и прочность. Добавку Полипласт П1 оптимально использовать для изготовления железобетонных изделий в заводских условиях, так как она имеет относительно экономичный расход и невысокую стоимость. Для «заводских» добавок не требуется высокая сохраняемость бетонной смеси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юхневский П.И. О механизме пластификации цементных композиций добавками // *Строительная наука и техника*. 2010. № 1-2. С. 64–69.
2. Тарасов В.Н., Гусев Б.В., Петрунин С.Ю., Короткова Н.П., Гарновесов А.П. Оценка эффективности применения поликарбоксилатных пластификаторов для производства бетона // *Вестник науки и образования Северо-Запада России*. 2018. Т. 4. № 1. С. 29–40.
3. Изотов В.С., Соколова Ю.А. Химические добавки для модификации бетона. М.: Палеотип. 2006. 244 с.
4. Зубова М.О. Мелкозернистые бетоны с применением базальтовой фибры и комплексных модифицирующих добавок. Дисс. ... канд. техн. наук. Волгоград. 2014. 159 с.
5. Несветаев Г.В., Давидюк А.Н. Влияние некоторых гиперпластификаторов на пористость, влажностные деформации и морозостойкость цементного камня // *Строительные материалы*. 2010. № 1. С. 44–46.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

КУРЯТНИКОВ Юрий Юрьевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры производства строительных изделий и конструкций, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, г. Тверь, наб. Аф. Никитина, д. 22. E-mail: yuriy-k@yandex.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Курятников Ю.Ю. Исследование эффективности суперпластификаторов на основе полиметиленафталинсульфокислот и поликарбоксилатных эфиров // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии»*. 2021. № 4 (12). С. 95–100.

**INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF SUPERPLASTICIZERS
BASED ON POLYMETHYLENE NAPHTHALENE SULFONIC ACIDS
AND POLYCARBOXYLATE ESTERS***Y.Y. Kuryatnikov**Tver State Technical University (Tver)*

Abstract. The article presents the results of experimental studies to determine the effectiveness of superplasticizers based on sulfated melamine formaldehydes, sulfated naphthalene formaldehydes and polycarboxylate esters, the mechanisms of their action are given.

Keywords: superplasticizer, chemical additive, technical lignosulfonates, sulfonated melamine formaldehyde, sulfonated naphthalene formaldehydes, water-reducing effect.

REFERENCES

1. Yuhnevskij P.I. On the mechanism of plasticization of cement compositions with additives. *Stroitel'naya nauka i tekhnika*. 2010. No. 1-2, pp. 64–69. (In Russian).
2. Tarasov V.N., Gusev B.V., Petrunin S.Yu., Korotkova N.P., Garnovesov A.P. Evaluation of the effectiveness of the use of polycarboxylate plasticizers for the production of concrete. *Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii*. 2018. Vol. 4. No. 1, pp. 29–40. (In Russian).
3. Izotov V.S., Sokolova Yu.A. *Himicheskie dobavki dlya modifikacii betona* [Chemical additives for concrete modification] Moscow: Paleotip. 2006. 244 p.
4. Zubova M.O. Fine-grained concrete with the use of basalt fiber and complex modifying additives. Cand. Diss. (Engineering). Volgograd. 2014. 159 p. (In Russian).
5. Nesvetaev G.V., Davidyuk A.N. Influence of some hyperplasticizers on porosity, moisture deformations and frost resistance of cement stone. *Stroitel'nye materialy*. 2010. No. 1, pp. 44–46. (In Russian).

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

KURYATNIKOV Yury Yuryevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Production of Building Products and Structures, Tver State Technical University, 22, embankment of Af. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: *yuriy-k@yandex.ru*

CITATION FOR AN ARTICLE

Kuryatnikov Y.Y. Investigation of the effectiveness of superplasticizers based on polymethylene naphthalene sulfonic acids and polycarboxylate esters // *Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology»*. 2021. No. 4 (12), pp. 95–100.