

Д.А. БРАЖНИК, канд. техн. наук, *Г.Д. СЕМЧЕНКО*, докт. техн. наук,
А.А. БОНДАРЕНКО, *А.М. САМАНЬ*, НТУ «ХПИ», г. Харьков,
В.В. ПОВШУК, ООО «Укрспецогнеупоры», г. Запорожье

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ САМОРАСТЕКАЕМОСТИ НИЗКОЦЕМЕНТНОГО БЕТОННОГО РАСТВОРА ОТ ТИПА ДЕФЛОКУЛЯНТА

У статті наведено результати саморозтікання низькоцементного бетонного розчину в залежності від типу та кількості дефлокулянтів. Визначено кількісні значення коефіцієнтів саморозтікання мас. Розглянуто причини пластифікуючої дії дефлокулянтів з точки зору особливостей їх будови та структурування бетону.

The results of low-concrete solution self-flowing depending on the type and content of deflocculants have been presented. The numerical values of self-flowing coefficients of masses have been determined. The reasons of plasticizer effect of deflocculants according to the point of view of their building peculiarities and structure-forming of concrete have been reported.

В настоящее время в футеровке высокотемпературных тепловых агрегатов применяются традиционные, средне- и низкоцементные бетоны, а также бетоны с ультранизким содержанием цемента и бесцементные. Качество изготавливаемых футеровочных бетонов определяется не только гранулометрическим составом шихтовых смесей и количеством вводимой воды, но и гомогенизацией сырьевых масс, качеством вводимой воды, температурными условиями твердения бетонов и другими технологическими параметрами. Использование различных методов оформления фурнитуры высокотемпературных агрегатов требует разработки как саморастекающихся бетонов, так и изготавливаемых методами вибролитья, прессования или трамбования. Саморастекающиеся бетоны имеют ряд преимуществ: растекание и уплотнение бетонных масс происходит под собственным весом без воздействия дополнительных внешних факторов, при этом наблюдается легкая и быстрая заполняемость труднодоступных мест агрегата, высокая однородность бетонной массы без расслоения и подтекания, ее дегазация.

Согласно авторам [1] подвижность (текучесть) бетонной смеси определяется толщиной образующихся после затворения вокруг цементных частиц пленок воды (адсорбционные пленки, слои), играющих роль своеобразной

“смазки”, а также количеством цементного теста, окружающего зерна заполнителя. По мере химического связывания воды в процессе гидратации уменьшается толщина пленок, что наряду с заполнением пространства между зернами твердой фазы гидратными новообразованиями приводит к постепенной потере пластичности. Количество вводимой воды зависит и от удельной поверхности несферических частиц заполнителя, несовершенства поверхностей зерен, что требует увеличения количества воды на смачивание зерна, т.к. частицы заполнителя увлекают несвязанную дисперсионную воду, перемещаясь совместно. В таком случае вода учитывается в качестве компонента эффективного объема твердой фазы, что приводит к увеличению соотношения между твердым телом и жидкостью. Текучесть разрабатываемых масс улучшается, если силы отталкивания между частицами превалируют над силами притяжения [2]. Повышению вязкости, а значит понижению текучести бетонных масс способствует отсутствие достаточно мощных сил отталкивания между частицами, вследствие чего происходит соединение частиц в агрегаты – флокулы, представляющие собой укрупненные частицы, включающие часть дисперсионной среды, которая переходит в эффективный объем твердой фазы. Обеспечение хорошей текучести и заполняемости форм, снижение вязкости бетонных масс и сохранение требуемой подвижности бетонных смесей в течение определенного времени достигают путем введения дефлокулянтов. Выбор дефлокулянта (неорганического, неорганического или органического) обусловлен дипольным строением молекул дисперсанта, а также природой тонкомолотой составляющей бетонной смеси [3].

Цель настоящего исследования заключалась в установлении влияния добавок – дефлокулянтов различного типа на саморастекаемость низкоцементных бетонов корундомагнезиального состава. Состав саморастекающихся бетонных масс приведен в табл. 1, химический состав используемых материалов в табл. 2.

Таблица 1

Состав саморастекающихся бетонных масс

Сырье	Марка сырья	Состав
Электрокорунд нормальный	F 12 – F 30	75
Оксид магния	ППИМ-90	3,2
Мелкодисперсный пылевидный глинозем	МДГ	16,8
Высокоглиноземистый цемент	Gorkal – 70	5,0

Количество воды для всех исследуемых масс составляло 10,0 сверх 100 %. Из [4] известно, что при наличии порошка оксида алюминия (МДГ) в шихтовой смеси наиболее эффективным является применение органических дисперсантов. В данном исследовании в качестве дефлокулянтов использовали ADW-1, СДБ и Кс (карбоновую кислоту). Для интенсификации процессов шпинелеобразования в бетонные шихты вводили добавки стеарата магния и борную кислоту [4]. Реологические исследования проводили по методике, описанной [3], коэффициент саморастекаемости определяли согласно [5]. Считается, что бетон способен к саморастеканию при значениях коэффициента саморастекаемости 80 – 110 %.

Таблица 2

Химический состав используемых компонентов

Оксид, мас. %	П.п.п.	Al ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O
F 12 –F 30	–	94	0,18	–	–	0,6	–
Оксид магния	0,6	1,43	1,65	3,52	91,3	0,87	–
МДГ	18	–	–	0,02	–	0,15	1,5
Gorkal – 70	–	70	30	0,5	<0,5	<0,5	–

На рис. 1 – 2 и в табл. 3 и в табл. 4 представлены результаты исследований коэффициента саморастекаемости бетонных масс в зависимости от типа дефлокулянта, а также их совместное действие с вводимыми добавками борной кислоты и стеарата магния, замеряемые через 10 минут после замешивания.

Таблица 3

Саморастекаемость бетонных масс с различным содержанием пластификаторов

№ п/п	Стеарат Mg : карбоновая кислота, 1 : 3	Стеарат Mg : СДБ, 1 : 1	ADW-1	СДБ : карбоновая кислота, 1 : 3	Коэффициент саморастекаемости, %
1	+	-	1	-	105,3
2	+	+	0,75	+	101,3
3	+	+	1	+	112,8
4	-	-	0,75	+	64,1
5	-	-	1	+	67,95

Из рис. 1 видно, что тип дефлокулянта и его концентрация оказывают преобладающее влияние на коэффициент саморастекаемости бетонов. Самые

высокие значения, характеризующие возможность бетонных масс к саморастеканию, при использовании одного типа дефлокулянта достигается при введении импортной органо-неорганической добавки ADW-1 или карбоновой кислоты.

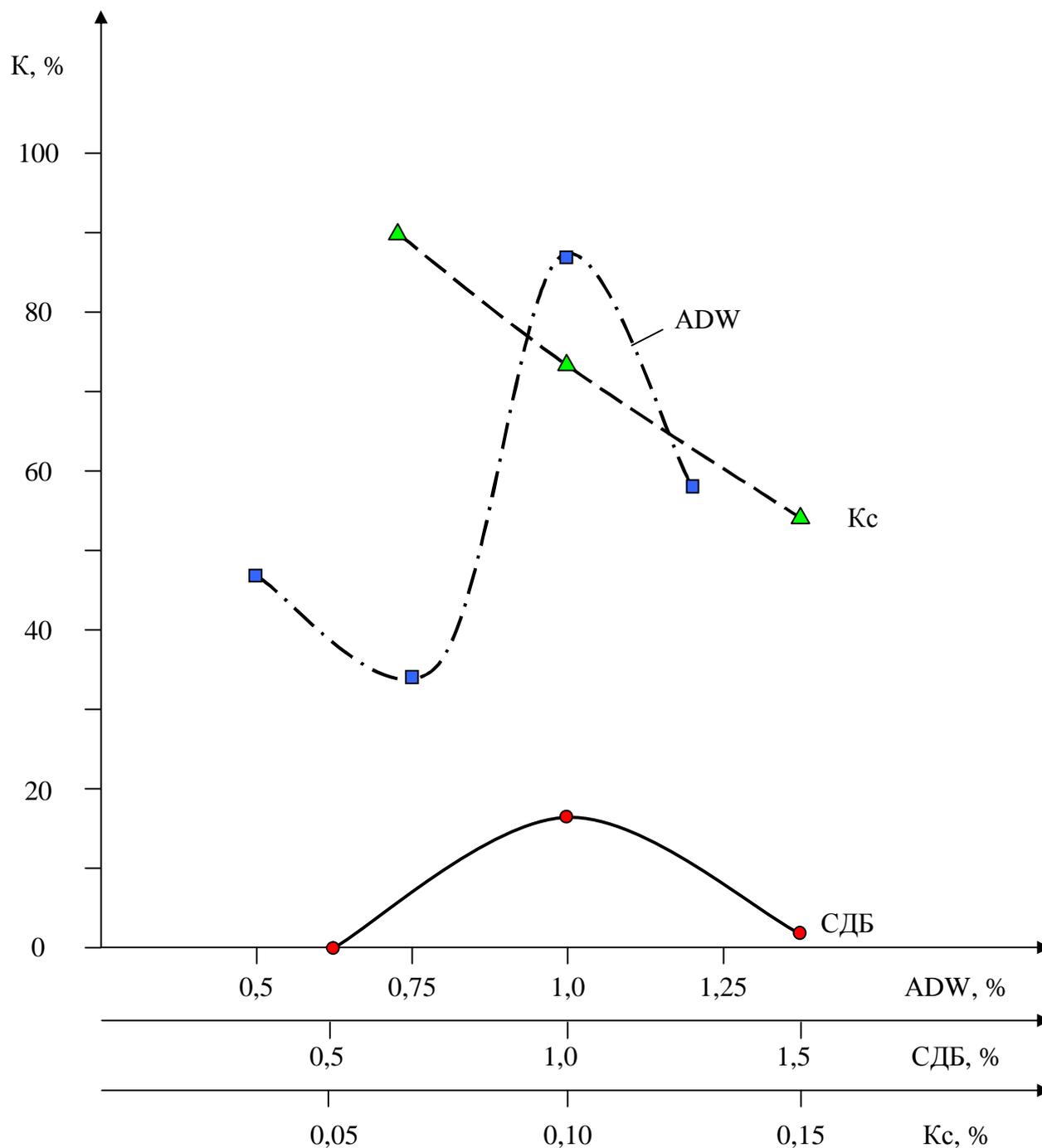


Рис. 1. Влияние дефлокулянтов на саморастекаемость бетонов

Введение ADW-1, как носителя органической добавки, проявляется в диспергирующем (пептизирующем) действии в бетонных массах, заключающееся в разделении агрегатов частиц цемента на первичные составляющие

под влиянием раздвигающего действия адсорбционных слоев в результате создаваемого ими двухмерного давления, описанного авторами [6], что ведет к увеличению поверхности цементных частиц, участвующих в процессах гидратации и гидролиза.

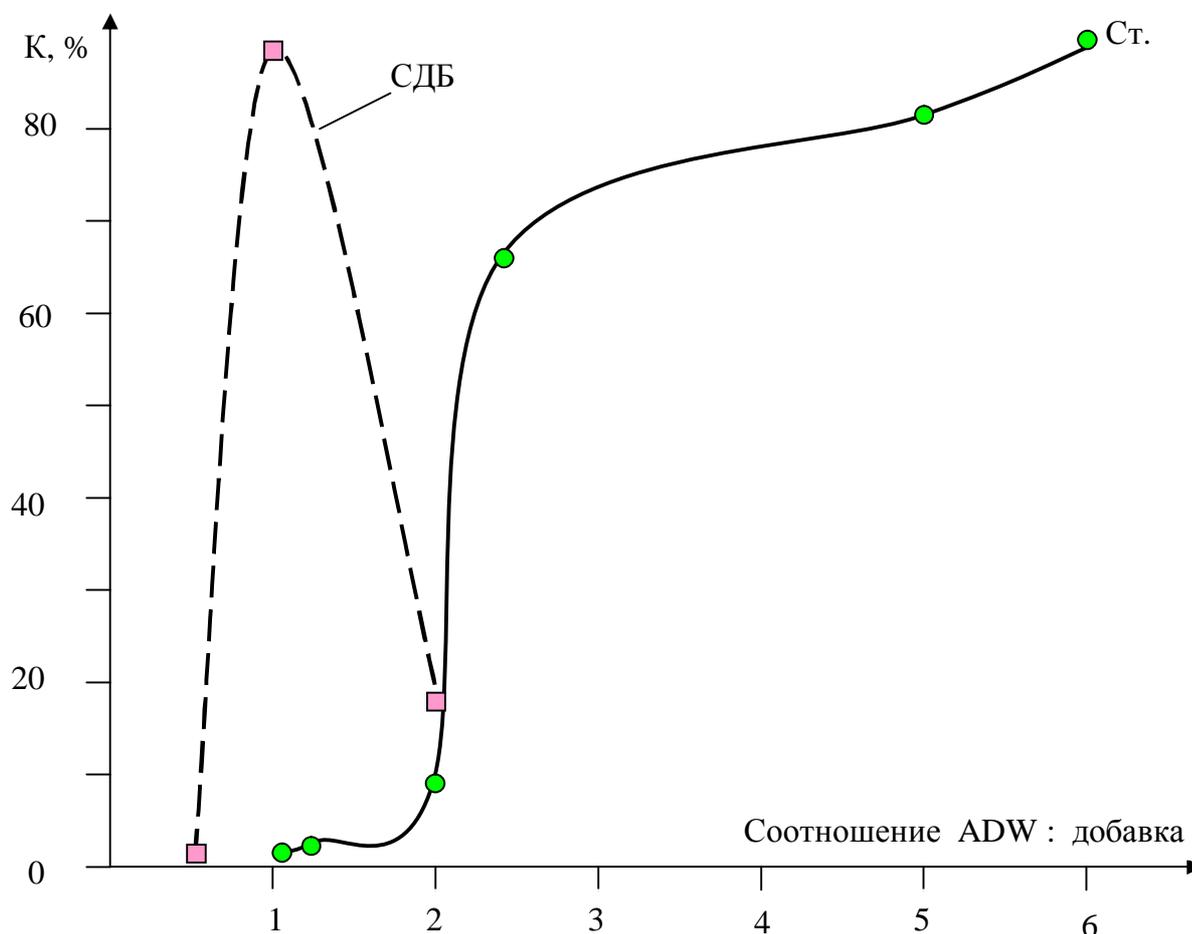


Рис. 2. Зависимость саморастекаемости бетонов от соотношения содержания ADW, стеарата магния и СДБ

Согласно авторам [4], бетонный раствор на основе высокоглиноземистого цемента показывает щелочной характер, т.к. цемент в бетонной смеси гидратируется и в раствор переходят ионы кальция и алюминия, являющиеся по сути потенциалоопределяющими ионами. В соответствии с правилом Шульце-Гарди [7,8] флокулирующее действие оказывают ионы электролитов, заряд которых противоположен заряду частиц твердой фазы, при этом сила флокулирующего действия растет с увеличением валентности ионов. Исходя из вышеизложенного введение карбоновой кислоты оказывает эффект дефлокулирующего действия (рис. 1). При этом наибольшее значение коэффициента саморастекаемости, соответствующее наилучшей текучести, по

мнению авторов, достигается путем расширения диффузного слоя воды в бетонном растворе и обеспечения максимального значения электрокинетического потенциала, что придает наибольшую агрегативную устойчивость бетонному раствору.

Таблица 4

Саморастекаемость бетонных масс с различным содержанием пластифицирующих и модифицирующих добавок

Стеарат магния	Борная кислота	ADW-1	СДБ	Карбоновая кислота	Коэффициент саморастекаемости, %
+	–	0,4	–	+	64,1
+	–	0,4	+	+	77,56
+	–	–	+	+	83,97
–	+	1	–	+	58,97
–	+	1	+	+	55,0
–	+	0,7	–	+	56,5
–	+	1	+	+	81,2

Из данных, представленных на рис. 2 и табл. 3 и табл. 4 следует, что при совместном использовании добавок наблюдается увеличение коэффициента саморастекаемости бетонных масс. Следует отметить, что уменьшение количества вводимого стеарата магния (рис. 2) способствует увеличению текучести бетонного раствора. Оптимальное количественное соотношение ADW к стеарату магния, соответствующее максимальному значению коэффициента саморастекаемости, составляет 1/6.

Следует отметить, что при введении добавки СДБ в стеаратсодержащие составы, отличающиеся проявлением тиксотропных свойств после 15 минут замешивания, бетонные растворы сохраняют способность к саморастеканию еще 40 минут после начала замешивания. Главной составной частью сульфитно-спиртовой барды и ее производных по [9], с точки зрения пластифицирующих свойств, являются лигносульфоновые кислоты и их соли. Согласно [6, 9] на поверхности цементных частиц образуются коллоидноадсорбционные слои (пленки) сульфолигнатов, отличающиеся гидрофильными свойствами и удерживающими вблизи поверхности цементных частиц значительное число молекул воды, частично связанной с поверхностью непосредственно молекулярными силами, частично заключенной в адсорбционном слое между молекулами сульфолигнатов. Возникающие таким образом адсорбционно-гидратные слои обеспечивают гидродинамическую смазку между час-

тицами. С другой стороны адсорбционные слои до некоторой степени затрудняют доступ воды к минералам цемента, тем самым оказывая замедляющее действие на процессы химического взаимодействия (гидратации и гидролиза) между цементом и водой.

Результаты измерения саморастекаемости бетонных масс свидетельствуют о лучшей текучести периклазосодержащего бетонного раствора на высокоглиноземистом цементе с добавлением стеарата магния в сравнении с борной кислоты. Предотвратить проявление тиксотропного поведения бетонных растворов предлагается путем введения добавки СДБ. Наиболее эффективным является применение комплексной добавки, включающей стеарат магния или борную кислоту, ADW-1, СДБ, карбоновую кислоту.

Список литературы: 1. *Krell Jorgen. Die Konsistenz von Zementleim, Mortel und Beton und ihre Zeitliche Veronderung.* Консистенция цементного теста, раствора и бетона и ее изменение во времени. // *Steinbruch und Sandgrube.* –1986. – № 12. – Р. 680 – 681. 2. *Пивинский Ю. Е., Ромашиин А.Г.* Кварцевая керамика. – М.: Металлургия, 1974. – 264 с. 3. *Кащеев И.Д., Стрелов К.К., Мамыкин П.С.* – М.: Интермет инжиниринг. – 2007. – 702 с. 4. Магнезиальные огнеупоры: [Справ. изд.] *Л.Б. Хорошавин, В.А. Перепилицын, В.А. Кононов.* – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – 576 с. 5. *Отрой С., Мазбан Р., Адиби М.Б., Никоо Х.А.* Факторы, влияющие на свойства алюмошпинельных саморастекающихся бетонов // *Новые огнеупоры.* – 2006. – № 6. – С. 54 – 58. 6. *Шестоперов С.В., Иванов Ф.М., Защепин А.Н. и др.* Цементный бетон с пластифицирующими добавками. – М.: Дориздат, 1952. – 107 с. 7. *Галинкер И.С., Медведев П.И.* Физическая и коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 1972. – 298 с. 8. *Воюцкий С.С.* Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1964. – 574 с. 9. *Рашинов В.Б., Розенберг Т.И.* Добавки в бетон. – М.: Стройиздат. – 190 с.

Поступила в редколлегию 11.09.08