

УДК 666.972.55

И. Ю. ПЕТРИК, В. Н. ГУБАРЬ, С. В. КОРНИЕНКО

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ Sika VISCO CRETE 5-600 N PL НА
ПОДВИЖНОСТЬ ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНЫХ ПАСТ С РАЗЛИЧНЫМ
СОДЕРЖАНИЕМ ЗОЛЫ-УНОСА ТЭС**

Аннотация. При исследовании цементно-зольных паст с различным содержанием золы взамен части портландцемента установлено, что на увеличение подвижности цементно-зольного теста и снижение его вязкости оказывает влияние добавка суперпластификатор Sika Visco Crete 5-600 N PL. Пластифицирующие добавки разрушают зольные и цементные флоккулы и оказывают стабилизирующее действие, препятствующее расслоению золоцементных композиций в результате седиментационных явлений. Также при возрастании содержания золы-уноса подвижность возрастает. Этот эффект связан со снижением трения в дисперсии между сферическими частицами золы, оптимизацией гранулометрического состава смеси цемента с золой, а также увеличением количества теста вяжущего.

Ключевые слова: суперпластификатор Sika Visco Crete 5-600 N PL, портландцемент, минеральные добавки, зола-уноса, цементно-зольные пасты, подвижность, вискозиметр Сутгарда.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Одной из важнейших проблем в производстве бетона и железобетонных изделий является экономия цемента при обеспечении высокого качества конструкций. Технология бетона к настоящему времени располагает широким набором приемов, позволяющих в конкретных условиях снижать удельный расход цемента без ухудшения строительно-технических свойств бетона. В последние годы с этой целью предложено в пластифицированных бетонных смесях использовать активные минеральные добавки и наполнители [1].

Активными минеральными или гидравлическими добавками называют природные и искусственные материалы, которые способны к химическому взаимодействию с продуктами твердеющего цемента, в результате чего обеспечиваются некоторые изменения в свойствах цемента [2].

Роль минеральной добавки в бетонной смеси: содержание дисперсных частиц в смеси не меняется (добавка вводится по объему взамен части цемента); вся вводимая добавка идет на увеличение содержания дисперсных частиц в смеси (взамен части мелкого заполнителя – кварцевого песка). Имеются также промежуточные варианты, когда добавка частично заменяет цемент, а частично песок. При этом пуццолановая активность проявляется при любых способах введения добавок, а микронаполняющий эффект, – лишь при росте содержания дисперсных частиц в смеси [3].

Первоначально минеральные добавки пользовались в композиционных вяжущих включением в портландцемент инертных или гидравлически активных компонентов. Использование добавок суперпластификаторов позволило существенно увеличить эффект, достигаемый при введении наполнителей. Высокодисперсные активные минеральные добавки в пластифицированных цементных системах с пониженным водосодержанием влияют на условия структурообразования и синтеза свойств бетонов. Суперпластификаторы обеспечивают высокую подвижность и связность бетонных смесей при низких значениях водоцементного отношения, длительную сохраняемость их свойств. В результате открывается новое направление в технологии бетона, реализующее значительные резервы экономии цемента, повышения прочности, улучшения ряда других свойств бетона [1].

Целью настоящей работы является установление влияния добавки Sika Visco Crete 5-600 N PL на подвижность цементно-зольных паст с различным содержанием золы-уноса ТЭС.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ

Исследованиями и практикой установлена эффективность введения сухих пылевидных зол при изготовлении цементно-зольных паст, бетонных и растворных смесей в качестве активных минеральных добавок и микронаполнителей.

Под термином «зола-уноса» (летучая зола) понимается тонкодисперсный минеральный порошок, образующийся во время сжигания порошкообразного угля на современных электростанциях в высокотемпературных топках (эксплуатационная температура около 1 400 °С). Летучие вещества и уголь сгорают, в то время как большинство таких минеральных включений в угле, как глины, кварц и шпат, расплавляются. Расплавленное вещество быстро транспортируется в низкотемпературные зоны, где оно затвердевает в виде сферических частиц. Часть минерального вещества агломерируется с образованием шлака, но большинство его улетает с потоком отходящих газов и улавливается электрофильтрами [4].

Применение золы-уноса улучшает свойства бетонных смесей и бетонов по нескольким направлениям: снижение расхода воды при обеспечении такой же подвижности смеси; увеличение объема теста вяжущего, что обеспечивает повышение удобоукладываемости; модифицирование состава продуктов гидратации цемента в результате пуццолановой реакции с гидроксидом кальция и связывания щелочей.

В составах обычных бетонов содержание золы-уноса, применяемой взамен части портландцемента, как правило, не превышает 15...20 %. Однако в этом случае не решаются проблемы повышения сульфатостойкости бетона, стойкости к щелочной коррозии заполнителей и термического трещинообразования [5].

Канадские ученые (V. M. Malhotra, P. K. Mehta [6, 7]) утверждают, что достижение бетонами высоких показателей физико-механических свойств и долговечности основывается на следующих принципах: расход золы взамен части портландцемента составляет не менее 50 % в составе вяжущего; расход портландцемента – не более 200 кг/м³; содержание воды затворения – не более 130 л/м³ (обязательное применение суперпластификатора).

Согласно [4], суперпластификаторы принадлежат к новому классу добавок, которые способны снизить водопотребность до 30 %. К преимуществам использования суперпластификаторов относят получение бетонных смесей с высокой удобоукладываемостью и производство высокопрочных бетонов при пониженном содержании воды и расходе цемента.

Одним из мировых лидеров по производству добавок для высокопрочных бетонов является концерн Sika. Добавка Sika Visco Crete 5-600 N PL предназначена для изготовления высококачественных бетонов и бетонных смесей с увеличенным временем сохранения подвижности. Она обеспечивает ускоренный набор ранней прочности бетона (возраст 3 суток) при увеличенном времени сохранения подвижности бетонной смеси (~ 90–120 мин.); высокое водоредуцирование (до 40 %); повышение прочности, водонепроницаемости и долговечности бетона или снижение расхода цемента при неизменных характеристиках бетона за счет высокого водоредуцирования; возможность изготовления высокоподвижных и самоуплотняющихся бетонных смесей [8].

ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении экспериментальных исследований использованы следующие материалы:

- вяжущее вещество: портландцемент (ПЦ) Амвросиевского комбината СЕМ I-42,5 N;
- минеральная добавка: зола-уноса (ЗУ) Зуевской ТЭС;
- суперпластификатор (СП): Sika Visco Crete 5-600 N PL.

Для исследования влияния добавки Sika Visco Crete 5-600 N PL на подвижность цементно-зольных паст с различным содержанием золы-уноса ТЭС запроектировано две серии составов (А – без суперпластификатора; Б – с добавлением суперпластификатора). В каждой серии предусмотрено по три состава, в которых замена части портландцемента золой-уносом составляет соответственно 0; 15 и 45 % (табл.).

Показатели подвижности цементно-зольных паст определяли с помощью вискозиметра Суттарда по расплыву цементно-зольной пасты (рис. 1).

Таблица – Состав цементно-зольных паст

Серия	№	ЗУ, %	В/(ПЦ+ЗУ) (В/Ц)	Расход материалов, г/л				Объем вяжущего, см ³
				В, мл	ПЦ	ЗУ	СП, мл	
А	1	0	0,2	140	700	–	-	491
	2	15			595	105		502
	3	45			385	315		524
Б	4	0		133	700	–	7	498
	5	15			595	105		509
	6	45			385	315		531



Рисунок 1 – Определение подвижности цементно-зольных паст

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ОБСУЖДЕНИЕ

При исследовании цементно-зольных паст с различным содержанием золы взамен части портландцемента установлено, что при небольшом содержании золы в составе цементной пасты частицы с различным по знаку электрокинетическим зарядом флокулируют вследствие кулоновского притяжения, что обуславливает снижение подвижности пасты (рис. 2).

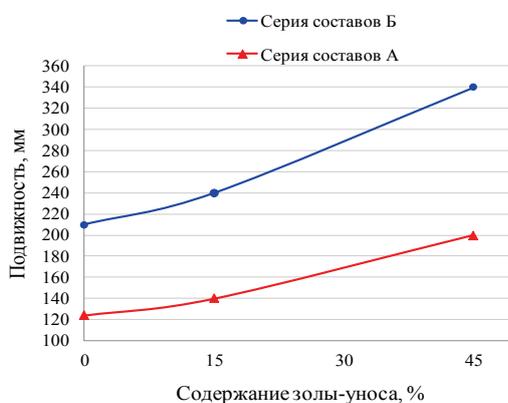


Рисунок 2 – Зависимость подвижности цементно-зольных паст от содержания золы-уноса ТЭС.

В случае, когда расход золы высокий, в цементно-зольной системе преобладает отрицательный интегральный заряд частиц, при этом происходит их электростатическое отталкивание, что обеспечивает повышение подвижности пасты [9]. Данный эффект связан также со снижением трения в дисперсии между сферическими частицами золы, оптимизацией гранулометрического состава смеси цемента с золой, а также увеличением количества вяжущей части в бетонной смеси (зола имеет меньшую истинную плотность, чем портландцемент) [10].

На увеличение подвижности цементно-зольной пасты и снижение ее вязкости оказывает влияние и добавка суперпластификатора Sika Visco Crete 5-600 N PL. Согласно [11], пластифицирующие добавки разрушают зольные и цементные флокулы и оказывают стабилизирующее действие, препятствующее расслоению золоцементных композиций в результате седиментационных явлений.

ВЫВОДЫ

1. Повышение подвижности цементно-золевой пасты с добавлением суперпластификатора Sika Visco Crete 5-600 N PL основано на совокупности электростатического и пространственного эффекта снижения трения компонентов цементно-золевой пасты.

2. При исследовании цементно-золевых паст с различным содержанием золы взамен части портландцемента установлено, что при возрастании содержания золы-уноса взамен части цемента подвижность возрастает. Этот эффект связан со снижением трения в дисперсии между сферическими частицами золы, оптимизацией гранулометрического состава смеси цемента с золой, а также увеличением количества вяжущей части.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цементные бетоны с минеральными наполнителями [Текст] / Л. И. Дворкин, В. И. Соломатов, В. Н. Выровой, С. М. Чудновский ; Под ред. Л. И. Дворкина. – К. : Будивэльник, 1991. – 136 с.
2. ГОСТ Р 56196-2014. Добавки активные минеральные для цементов. Общие технические условия [Текст]. – Взамен ГОСТ 25094-82 ; введен 01.01.1996 г. – М. : ИПК Издательство стандартов, 1996. – 17 с.
3. Каримов, И. Влияние тонкодисперсных минеральных наполнителей на прочность бетона [Текст] / И. Каримов // Экспозиция. – 2008. – 3/Б (60) апрель. – С. 35–38.
4. Добавки в бетон [Текст] : Справ. пособие / Р. Ф. Фельдман, М. Коллепарди [и др.] ; Под ред. В. С. Рамачандрана ; Пер с англ. Т. И. Розенберг и С. А. Болдырева ; Под ред. А. С. Болдырева и В. Б. Рагинова. – М. : Стройиздат, 1988. – 575 с.
5. Зайченко, Н. М. Бетоны с высоким содержанием золы для массивных железобетонных конструкций [Текст] / Н. М. Зайченко, А. И. Сердюк // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2013. – Вип. 2013-1(99) : Сучасні будівельні матеріали. – С. 137–144.
6. Malhotra, V. M. High-Performance, High-Volume Fly Ash Concrete [Текст] / V. M. Malhotra, P. K. Mehta. – Ottawa : Supplementary Cementing Materials for Sustainable Development Inc., 2002. – 101 p.
7. Mehta, P. K. High-Performance, High-Volume Fly Ash Concrete for Sustainable Development [Текст] / P. K. Mehta // Intern. Workshop on Sustainable Development and Concrete Technology, 20-21 May 2004 : Proc. / Edited by Kejin Wang. – Beijing (China) : Iowa State University, 2004. – P. 3–13.
8. Добавки в бетон. Технический каталог [Электронный ресурс]. – Building Trust Sika®. – 3-е издание, 2015. – 119 с. – Режим доступа: http://rus.sika.com/content/russia/main/ru/solutions_products/02/02a001/_jcr_content/parRight/download/file.res/Concrete%20catalogue.pdf.
9. Termkhajornkit, P. The fluidity of fly ash cement paste containing naphthalene sulfonate superplasticizer [Текст] / P. Termkhajornkit, T. Nawa // Cem. Concr. Res. – 2004. – Vol. 34, No. 6. – P. 1017–1024.
10. Naik, T. R. Use of industrial byproducts in cement based materials [Текст] / T. R. Naik, R. N. Kraus // Exploiting wastes in concrete : Proceedings International Conference (and Seminars) Held at the University of Dundee, Scotland, U.K. on 6–10 September 1999 / Edited by Ravindra K. Dhir and Trevor G. Jappy. – London : Thomas Telford, 1999. – P. 23–34.
11. Дворкин, Л. И. Эффективные цементно-золевые бетоны [Текст] : [Монография] / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин, Ю. А. Корнейчук. – Ровно : [б. и.], 1998. – 196 с. : ил. – Библиогр.: с. 192–193.

Получено 03.01.2017

І. Ю. ПЕТРИК, В. М. ГУБАР, С. В. КОРНІЄНКО
ВПЛИВ ДОБАВКИ SIKA VISCO CRETE 5-600 N PL НА РУХЛИВІСТЬ
ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНИХ ПАСТ З РІЗНИМ ВМІСТОМ ЗОЛИ-ВИНЕСЕННЯ
ТЕС
ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. При дослідженні цементно-золевих паст з різним вмістом золы замість частини портландцементу встановлено, що на збільшення рухливості цементно-золевого тіста і зниження його вязкості впливає добавка суперпластифікатор Sika Visco Crete 5-600 N PL. Пластифікувальні добавки руйнують золяні і цементні флокули і виявляють стабілізуючу дію, яка перешкоджає розшаруванню золоцементних композицій в результаті седиментаційних явищ. Також при зростанні вмісту золя-винесення рухливість зростає. Цей ефект пов'язаний зі зниженням тертя в дисперсії між сферичними частинками золя, оптимізацією гранулометричного складу суміші цементу з золою, а також збільшенням кількості в'язучого тіста.

Ключові слова: суперпластифікатор Sika Visco Crete 5-600 N PL, портландцемент, мінеральні добавки, золя-винесення, цементно-золяні пасты, рухливість, віскозиметр Суттарда.

IRINA PETRIK, VICTOR GUBAR, SERGEY KORNIENKO
THE INFLUENCE OF ADDITIVES SIKa VISCO CRETE 5-600 N PL ON THE
MOBILITY OF CEMENT-ASH PASTES WITH DIFFERENT CONTENTS OF FLY
ASH THERMAL POWER PLANT

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. Through studies of cement-ash pastes with different contents of ash to replace a portion of Portland cement it has been found out that the increase in the mobility of cement-fly ash dough and a reduction of its viscosity are influenced by the addition of superplasticizer Sika Visco Crete 5-600 N PL. Softening additives destroy ash and cement flocculi and have a stabilizing effect, preventing the stratification solacement compositions in the result of the sedimentation phenomena. The mobility increases in the process of fly ash content increasing. This effect was associated with a reduction in friction variance between the spherical ash particles, optimizing the grain size composition of the mixture of cement with fly ash, and an increase in the number of test binder.

Key words: superplasticizer Sika Visco Crete 5-600 N PL, Portland cement, mineral additives, fly ash, cement-fly ash pastes, mobility, viscosity Suttard.

Петрик Ирина Юрьевна – ассистент кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: высококачественные бетоны с повышенным содержанием золы-уноса ТЭС.

Губарь Виктор Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: неразрушающий контроль бетона строительных конструкций.

Корниенко Сергей Викторович – магистрант кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: бетоны на основе золы-уноса ТЭС с повышенными эксплуатационными свойствами.

Петрик Ірина Юрїївна – асистент кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: високоякісні бетоны з підвищеним вмістом золи-винесення ТЕС.

Губар Віктор Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: неруйнівний контроль бетону будівельних конструкцій.

Корнієнко Сергій Вікторович – магістрант кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: бетоны на основі золи-винесення ТЕС з підвищеними експлуатаційними властивостями.

Petrik Irina – assistant, Technologies of Building Constructions, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: high-quality concretes with high content of fly ash of thermal power plants.

Gubar Victor – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Technologies of Building Constructions, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: nondestructive testing of concrete building structures.

Kornienko Sergey – master's student, Technologies of Building Constructions, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: concrete based on fly ash of thermal power plants with high performance properties.