

УДК 666.972.16, 691.32
doi: 10.18101/ 978-5-9793-0898-2-63-69

ПРИМЕНЕНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ГУСИНООЗЕРСКОЙ ГРЭС ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ

© *Урханова Л. А.*, доктор технических наук, профессор
Восточно-Сибирский государственный университет
технологий и управления
Россия, г. Улан-Удэ
E-mail: urkhanova@mail.ru

© *Лхасаранов С. А.*, кандидат технических наук,
Восточно-Сибирский государственный университет
технологий и управления
Россия, г. Улан-Удэ
E-mail: urkhanova@mail.ru

© *Мижидон Ч. Б.*, Восточно-Сибирский государственный университет
технологий и управления
Россия, г. Улан-Удэ
E-mail: urkhanova@mail.ru

© *Данзанов Д. В.*, Восточно-Сибирский государственный университет
технологий и управления
Россия, г. Улан-Удэ
E-mail: urkhanova@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы получения композиционных вяжущих для производства бетона для шлакоблоков с использованием золы уноса Гусиноозерской ГРЭС. Получены составы композиционных вяжущих с суперпластификаторами С-3 и SikaViscocrete. Показано, что механизм действия этих добавок на свойства композиционных вяжущих проявляется в диапазоне до 15 нм. Разработаны составы бетона для шлакоблоков класса по прочности В3,5, морозостойкости F50-100.

Ключевые слова: портландцемент, зола уноса, золошлаковая смесь, суперпластификатор, электростатический и стерический эффекты, физико-механические свойства, бетон.

В последнее время в России экологическим аспектам развития техники и технологии стали уделять более пристальное внимание, в

связи с чем активно возобновилась работы, связанные с вопросами утилизации золы уноса тепловых электростанций строительной индустрией. Современный комплексный подход решения поставленных задач требует также дополнительной разработки и внедрения ресурсосберегающих технологий, подразумевающих широкое использование попутных продуктов промышленности, призванных существенно сократить энергоемкость производства цемента и бетона без принципиального изменения технологии.

Известно, что цемент является самым дорогим компонентом бетонной смеси, от стоимости которого зависит стоимость самого бетона. Вопрос экономии цемента для производства бетонных и железобетонных изделий и конструкций является одним из важных вопросов современного строительства. Повышение качества бетонов требует применения вместо обычного ПЩ новых композиционных вяжущих (КВ), обладающих улучшенными физико-механическими характеристиками. В соответствии с этим была исследована возможность получения КВ с использованием золы уноса Гусиноозерской ГРЭС. Композиционные вяжущие получали совместным помолом золы уноса (10, 30, 50%) с портландцементом в стержневом виброистирателе до удельной поверхности 450-500 м²/кг. Для снижения водопотребности композиционных вяжущих, полученных при совместном помоле, были использованы добавки суперпластификаторы (СП), традиционно используемые в технологии цемента и бетона, на основе сульфированных нафталин-формальдегидных поликонденсатов — С-3 и на основе поликарбоксилатов — SikaViscocrete. Количество добавок было определено по рекомендациям их производителей и составило 0,7% от массы вяжущего для добавки С-3 и 0,3% для SikaViscocrete. Механизм действия данных добавок при воздействии на цементную систему проявляется в диапазоне до 100 нм, поскольку частицы добавок, адсорбируясь на поверхности цементных зерен, создают структурированный слой и воздействуют путем электростатического (С-3) и стерического (SikaViscocrete) эффектов.

Исследования показали, что использование золы уноса в составе композиционных вяжущих приводит к изменению нормальной густоты, сроков схватывания и физико-механических показателей (табл. 1, рис. 1).

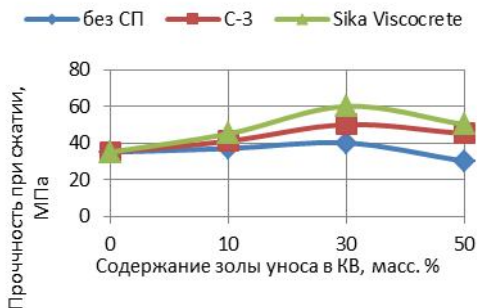
При совместном помоле наибольшие показатели получены при содержании золы уноса 30%. Тем не менее, увеличение содержания

зола уноса до 50% позволяет существенно сэкономить материальные затраты на получение вяжущего и бетона на его основе, и может быть целесообразным при технико-экономическом обосновании. Замена части портландцемента на золу уноса при их совместном помоле приводит к частичному диспергированию зерен цемента. Это способствует существенному увеличению числа активных центров в единице объема клинкера и зерен кремнезема минерального наполнителя в композиционном вяжущем. Зола при ее помоле с цементом выступает в качестве активного компонента, участвуя в процессах структурообразования композиционного вяжущего и повышая тем самым физико-механические свойства вяжущего.

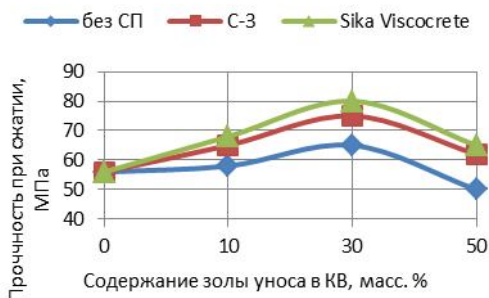
Таблица 1

Характеристики композиционных вяжущих с применением золы уноса Гусиноозерской ГРЭС

Показатель	КВ без СП при содержании золы, масс. %			КВ сС-3 при содержании золы, масс. %			КВ сSika Viscocrete при содержании золы, масс. %			ПЦ
	10%	30%	50%	10%	30%	50%	10%	30%	50%	
Нормальная густота, %	30	31	32	30	28	27	27	25	24	28
Сроки схватывания, мин:										
Начало	110	120	130	130	140	150	140	150	160	90
Конец	255	265	270	290	300	310	300	320	330	245



а



б

Рис. 1. Прочность при сжатии композиционных вяжущих в возрасте: а — 3 сут, б — 28 сут

Введение в состав КВ добавок С-3 и SikaViscocrete способствует повышению прочности при сжатии на 10-15%, при этом суперпластификатор на основе поликарбоксилатов — SikaViscocrete показал более высокие результаты. Помимо водоредуцирующего эффекта, который способствует повышению физико-механических характеристик, суперпластификаторы существенно влияют на процессы, происходящие в цементной системе путем различных эффектов. Учитывая их различную химическую природу, механизм действия суперпластификатора С-3 основан на электростатическом эффекте, а SikaViscocrete — на стерическом эффекте (рис. 2) [1-4]. Полученные результаты свидетельствуют о том, что химические добавки суперпластификаторы в значительной степени влияют на свойства и структуру адсорбционного и диффузного слоев цементных частиц и проявляются в диапазоне до 15 нм [4].

В механизме действия СП на основе сульфированных нафталинформальдегидных поликонденсатов адсорбционные слои из молекул СП увеличивают величину дзета-потенциала на поверхности частиц вяжущего. В механизме влияния СП на основе поликарбоксилатов роль дзета-потенциала меньше, при этом взаимное отталкивание частиц вяжущего обеспечивается за счет линейной формы полимерных цепей СП [1-3]. Как отмечает автор исследования [4], силы стерического отталкивания начинают проявлять себя на расстоянии примерно 11 нм, а эластичность боковых цепей полимера на рас-

стоянии 5,5 нм. Выполненные расчеты показывают, что размер молекулы С-3 составляет 2,3 нм [4]. Таким образом, суперпластификатор SikaViscocrete на основе поликарбоксилатов благодаря пространственно-сетчатому строению молекул, в меньшей степени влияют на замедление процессов твердения вяжущих и обладают большей водоредуцирующей способностью.

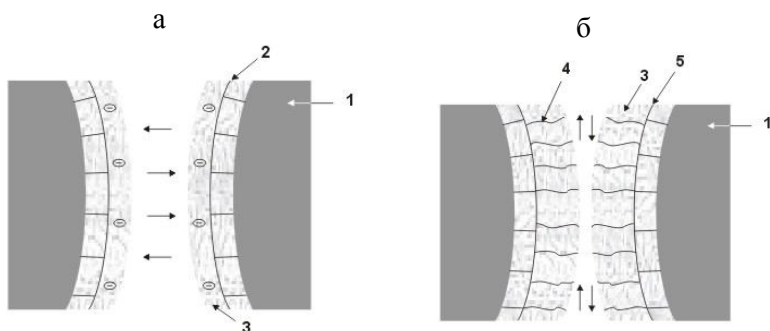


Рис. 2. Электростатический (а) и стерический (б) эффекты: 1 — частицы цемента; 2 — молекулярная цепь; 3 — адсорбционный слой; 4 — поперечная полимерная цепь; 5 — продольная полимерная цепь [3]

При промышленном производстве композиционных вяжущих возможно использование эффективных помольных агрегатов, например, центробежно-эллиптической мельницы, шаровой планетарной мельницы, где при оптимальных энергозатратах передается достаточное количество энергии обрабатываемым материалам для повышения их реакционной способности и получения заданных свойств. При подборе составов бетонов для шлакоблоков были использованы составы композиционных вяжущих с суперпластификатором SikaViscocrete (табл. 2).

При снижении расхода вяжущего до 200 кг (цемент + зола уноса) на 1 куб. м. (соотношение вяжущее : заполнитель — 1:8) были получены бетоны с классами по прочности: В7,5 — для вяжущих, полученных совместным помолом, причем наибольшая прочность получена при содержании золы уноса в вяжущем 50% (состав №3).

Анализируя данные, можно отметить, что в исследуемых составах повышение морозостойкости наблюдается у составов, характеризующихся высокими физико-механическими характеристиками.

При введении в бетонную смесь золы уноса, помимо улучшения технологических показателей бетонной смеси, происходят изменения в процессах структурообразования вяжущего и улучшение характера пористости. Зола уноса способствует улучшению взаимодействия заполнителя и вяжущего, изменению структуры контактной зоны, снижению содержания открытых пор в объеме бетона. Высокие показатели морозостойкости были получены в составах бетонов для шлакоблоков при содержании золы уноса 50% (состав №3).

Таблица 2

Составы бетонов для шлакоблоков на смешанных вяжущих (совместный помол, механическое смешивание) при соотношении «вяжущее-золошлаковая смесь — 1:8»

№ п/п	Расход материалов на 1 м ³ бетона, кг				Ср. плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа в возрасте, сут			класс бетона	Марка по морозостойкости
	ПЦ	ЗУ	ЗШС	Вода		3	7	28		
1	180	20	1630	80	1920	4,7	5,7	9,1	B7,5	F75
2	140	60	1630	80	1950	5,0	7,5	9,6	B7,5	F75
3	100	100	1630	80	2030	4,7	7,1	12,6	B7,5	F100

Статья подготовлена в рамках выполнения проектной части государственного задания в сфере научной деятельности № 13.892.2014/К по теме «Получение новых композиционных материалов из расплавов горных пород и золошлаковых отходов в плазменнодуговом реакторе и исследование их физико-технических и эксплуатационных свойств» ВСГУТУ.

Литература

1. Ohta A., Sugiyama T., Tanaka Y. Fluidizing Mechanism and Application of Polycarboxylate-Based Superplasticizers // Proceedings Fifth CANMET/ACI Int. Conference. Rome, Italy, 1997, SP 173-19.
2. Uchikawa H., Hanehara Sh. Influence of Characteristics of Sulfonic Acid-Based Admixture on Interactive Force between Cement Particles and Fluidity of Cement Paste. // Proceedings Fifth CANMET/ACI Int. Conference. Rome, Italy, 1997, SP173-2.

3. Каприелов С. С. Батраков В. Г., Шейнфельд А. В. Модифицированные бетоны нового поколения: реальность и перспектива // Бетон и железобетон. — 1999. — № 6. — С. 6-10.

4. Юхневский П.И. О механизме пластификации цементных композиций добавками // Строительная наука и техника: научно-технический журнал. — 2010. — № 1-2. — С. 64 — 69.

USE OF SLAG AND ASH WASTE OF GUSINOOZERSK THERMAL POWER PLANT FOR COMPOSITE BINDERS

L. A. Urkhanova, Doctor of Engineering Sciences, Professor,
East Siberia State University of Technology and Management,
Ulan-Ude, Russia,
E-mail: urkhanova@mail.ru

S. A. Lkhasaranov, Ph.D, East Siberia State University
of Technology and Management,
Ulan-Ude, Russia

Ch. B. Mizhidon, East Siberia State University
of Technology and Management,
Ulan-Ude, Russia

D. V. Danzanov East Siberia State University
of Technology and Management,
Ulan-Ude, Russia

The article discusses how to obtain composite binders for the production of concrete blocks using the fly ash of Gusinoozersk TPP. Compositions of binders were obtained with super plasticizers C-3 and Sika Viscocrete. It is shown that the mechanism of action of these additives on the properties of the composite binders appears in the range up to 15 nm. Compositions for concrete blocks were developed with strength class 3,5 MPa and frost resistance F50-100.

Keywords: Portland cement, fly ash, slag and ash mixture, super plasticizer, electrostatic and steric effects, physical-mechanical properties, concrete