

ВСТ

2019

Журнал
издается
с 1944 года

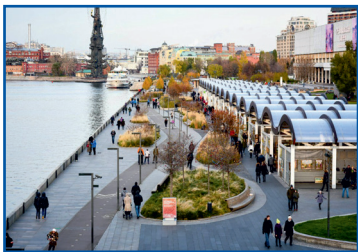
7

(1019)

Ежемесячное издание материалов
по техническому регулированию в строительстве



с. 4.



с. 20.

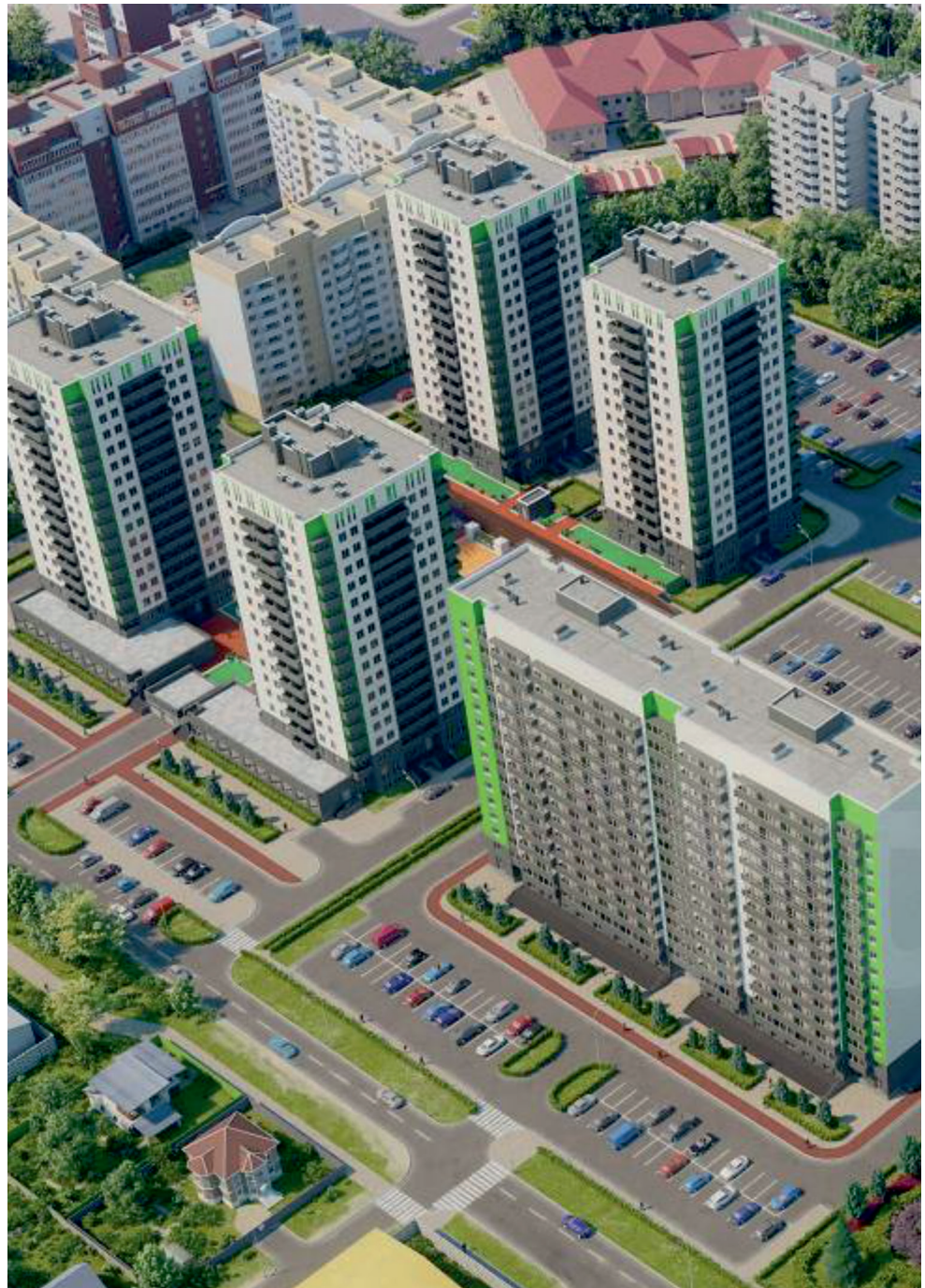


с. 33.



с. 60.

**В СОВЕТЕ ПО
СТРОИТЕЛЬСТВУ
СТРАН СНГ**



БСТ

Бюллетень
строительной
техники

№ 7 (1019) 2019

Журнал издается с 1944 года

Ежемесячный научно-технический,
производственный и иллюстрированный
журнал материалов
по техническому регулированию
в строительстве

Межправительственного совета
по сотрудничеству в строительной
деятельности стран СНГ,

Министерства строительства и ЖКХ РФ,
Федерального автономного учреждения
«Федеральный центр нормирования,
стандартизации и технической оценки
соответствия в строительстве»,
Российского союза строителей

Учредитель и издатель:
ИЗДАТЕЛЬСТВО «БСТ»

Главный редактор
Т.М. ШПИЛЕВА,
почетный строитель России

Редакционный совет:

Римшин В.И., докт. техн. наук
(председатель)
Басин Е.В., докт. экон. наук
Баршова Л.С., канд. хим. наук
Беккер А.Т., докт. техн. наук
Гарев А.Н., канд. техн. наук
Ерофеев В.Т., докт. техн. наук
Золотков А.С., докт. техн. наук
Михеев Д.В., канд. экон. наук
Мясников А.Д., почетный строитель России
Пилышенко В.М., докт. техн. наук
Умаров У.Х., канд. техн. наук
Шпилев Б.Е., канд. экон. наук
(зам. председателя)
Шубин И.Л., докт. техн. наук

Почтовый адрес издательства:
107996, Москва,
ул. Кузнецкий мост, 21/5, к. 5060

Тел./факс: (495) 626-04-76
E-mail: BSTmag@co.ru
Адрес в Интернете: www.bstmag.ru

Подшивной индекс в каталоге
Агентства «Роспечать» – 70083

Подписано в печать: 05.07.2019
Формат 60×90 1/8
Тираж
Цена договорная

Г. с. обл. – г. Тюмень

Перепечатка, публикация и использование в
какой-либо форме опубликованных в журнале
«БСТ» материалов, в том числе в электронном
виде (размещение в Интернете, копирование на
электронные и другие носители), а также вклю-
чение в состав других произведений и сборников
с целью перепродажи без письменного согласия
Издательства запрещены.

За содержание и достоверность сведений в рекламных
объявлениях ответственность несет рекламодатель.

Журнал зарегистрирован
Министерством Российской Федерации
по делам печати, телерадиовещания
и средств массовых коммуникаций.
Свидетельство:
ПИ № 77-17072 от 26.12.2003.

Отпечатано в типографии ООО «ТРЕК ПРИНТ»

© Издательство «БСТ», 2019

ЖУРНАЛ ВХОДИТ В ПЕРЕЧЕНЬ ВАК

СОДЕРЖАНИЕ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

<i>В Межправительственном совете</i>	4
<i>В Правительстве РФ</i>	6
<i>В Росприроднадзоре</i>	6
<i>Лента новостей</i>	7, 21, 46, 50

НАУКА 2.1

Техническое нормирование в строительстве

В.Ф. Степанова; Н.К. Розенталь; Г.В.Чехний. Изменение №1 к СП 72.13330.2016 «СНиП 3.04.03-85 Защита строительных конструкций...»	12
О.А. Король; М.Ю.Мажирин. Анализ развития организационных форм и методологических подходов к реализации программы...	14

Градостроительство

М.Я. Вильнер. Об основных типах территориальных объектов	16
В.Ф. Касьянов; В.М. Толмачева; Н.В. Амелина и др. Социальный опрос как один из важнейших элементов комплексного подхода...	19
Е.А. Король; А.Д. Хорунжий. Структурный анализ объектов капитального строительства в условиях развития территории мегаполиса	22

Безопасность среды обитания

Е.И. Макарова; М.С. Абу-Хасан; М.П. Федоров и др. Применение геоэкозащитных технологий при строительстве автомобильных дорог	25
В.А. Жила; К.К. Саркисов. Безопасность использования бытовых газовых приборов	28

Технология и организация строительства

В.В. Егоров; М.С. Абу-Хасан; Л.Р. Куправа и др. Оценка напряженно деформированного состояния структурной плиты и ее оптимизация	37
Р.Р. Казарян; А.М.Путинцева; П.И.Андреева. О некоторых аспектах организации бесперебойного движения транспортных средств. Часть 1	40
С.В. Самченко; Танг Ван Лам; Нгуен Зоан Тунг Лам. Повышение активности золошлаковых отходов активаторами твердения	42

Энергоэффективность и экология

М.В. Шершнева. Расчет индекса качества геоэкозащиты поризованных минеральных строительных	45
М.В. Шершнева; М.Ю. Никольская. Геоэкозащита от воздействия органических загрязнений транспорта с использованием...	47
М.В. Шершнева; Д.В. Анпилов. Основные аспекты выбора геоэкозащитных материалов для осуществления строительной...	49

Надежность строительных конструкций

В.В. Егоров; Ю.А. Беленцов; М.С. Абу-Хасан и др. Обеспечение надежности и качества контроля сборных железобетонных конструкций...	51
Е.Г. Пахомова; С.В. Дубраков; К.О. Дубракова. Устойчивость рамно-стержневых коррозионно-повреждаемых железобетонных конструктивных систем	54
А.Я. Астахова; А.Н. Леонтьев; М.И. Максимов. Пластические деформации в сферических оболочках при действии локальных нагрузок	57

Информационные технологии

К.С. Петров; Д.Р. Льянов; Г.А. Радчук и др. Преимущество использования технологии информационного моделирования в условиях...	60
--	----

Практикум молодого и будущего ученого

Д.Р. Льянов. Использование ВЕМ-технологий для создания энергоэффективного будущего	62
К.С. Петров; Е.С. Питык; А.Ю. Чернокужничникова. Система индикаторов умного города как показатель развития городов в России	64

«БСТ+» ЗОЛОТАЯ КНИГА 29 – 36

ДЕЛОВАЯ ИНФОРМАЦИЯ II, III, IV с. обл.

BST

Byulleten'
stroitel'noj
tehniki

№ 7 (1019) 2019

The journal has been published since 1944

The monthly scientific and technical, production and illustrated journal of materials on technical regulation in construction of Intergovernmental Council for cooperation in construction activity of the CIS countries, the Ministry of Construction Industry, Housing and Utilities Sector of the Russian Federation, the Federal autonomous institution «Federal center of norm setting, standardisation and technical conformity assessment in construction», the Russian union of builders

Founder and publisher:
BST PUBLISHING HOUSE

Editor-in-chief
T.M. SHPILEVA,
Honorary Builder of Russia

Editorial council:
Rimshin V.L., Doctor of Sciences (Engineering) (chairman)
Basin E.V., Doctor of Sciences (Economic)
Barinova L.S., Candidate of Sciences (Chemistry)
Bekker A.T., Doctor of Sciences (Engineering)
Garaev A.N., Candidate of Sciences (Engineering)
Erofejev V.T., Doctor of Sciences (Engineering)
Zolotkov A.S., Doctor of Sciences (Engineering)
Mikheev D.V., Candidate of Sciences (Economic)
Myasnikov A.D., Honorary Builder of Russia
Piliipenko V.M., Doctor of Sciences (Engineering)
Umarov U.H., Candidate of Sciences (Engineering)
Shpilev B.E., Candidate of Sciences (Economic) (deputy chairman)
Shubin I.L., Doctor of Sciences (Engineering)

Postal address of the publishing house:
107996, Moscow,
Kuznetsky most St., 21/5, of. 5060

Ph./fax: (495) 626-04-76
E-mail: BSTmag@co.ru
Internet address: www.bstmag.ru

Subscription index in the catalog of
Rospechat Agency – 70083

Sent for the press: 05.07.2019
Format: 60x90 1/8
Edition
Price: contractual

On the front page of the cover – Tyumen

Reprint, publication and usage of published in the journal BST materials in any other form, including electronic form (placement on the Internet, copying on electronic and other media) and inclusion in the structure of other works and collections for the purpose of resale without written consent of the Publishing house are forbidden.
The responsibility for data in advertisements is on the advertiser.

The journal is registered by the Ministry of the Russian Federation for the press, TV and radio broadcasting and means of mass communications.

Certificate:
PI № 77-17072 of 26.12.2003.

Printed in printing house «TrackPrint»

THE JOURNAL IS INCLUDED INTO THE LIST
OF THE HIGHEST CERTIFYING COMMISSION

CONTENTS

OFFICIAL SECTION

<i>In the Intergovernmental Council</i>	4
<i>In the Government of the Russian Federation</i>	6
<i>In the Federal Service for Natural Resources Supervision</i>	6
<i>News line</i>	7, 21, 46, 50

SCIENCE 2.1

Technical regulation in construction

V. F. Stepanova; N.K. Rosenthal; G.V. Chekhniy. Change №1 to SP 72.13330.2016 «SNiP 3.04.03-85 protection of building structures and structures from corrosion»	12
O.A. Korol; M.Yu. Mazhirin. Analysis of the development of organizational forms and methodological approaches to the implementation of the program...	14

Town planning

M.Y. Vilner. About the main types of territorial objects	16
V.F. Kasyanov; V.I. Danilchenko; V.M. Tolmacheva et al. Social survey as one of the most important elements of an integrated approach...	19
E.A. Korol; A.D. Khorunzhiy. Structural analysis of objects of capital construction in the conditions of development of the territory of megapolis	22

Safety of the habitat

E.I. Makarova; M.S. Abu-Khasan; M.P. Fedrov et al. The use of geo-protective technologies in the construction of roads	25
V.A. Gila; K.K. Sarkisov. Safety of use of household gas appliances	28

Technology and organization of construction

V.V. Egorov; M.S. Abu-Khasan; L.R. Kuprava et al. Assessment of a stressed deformed state of a structural plate and its optimization	37
R.R. Kazaryan; A.M. Putintseva; P.I. Andreeva. Aspects of the organization of uninterrupted vehicle movements. Part 1	40
S.V. Samchenko; Tang Van Lam; Nguyen Doan Tung Lam. Increase of activity of ash and slag waste by hardness	42

Energy efficiency and environment

M.V. Shershneva. Calculation of quality index of geo-protection of porous mineral building systems with geo-protective properties	45
M.V. Shershneva; M.Yu. Nikolskaya. Geo-protection from the effects of organic pollution of transport using building structures	47
M.V. Shershneva; D.V. Anpilov. The main aspects of the selection of geo-protective materials for construction and economic activities	49

Reliability of building structures

V.V. Egorov; Yu. A. Belentsov; M.S. Abu-Khasan, et al. Ensuring the reliability and quality control of prefabricated iron concrete structures with using...	51
E. G. Pakhomova; S. V. Dubrakov; K.O. Dubrakova. Stability of frame-sting corrosion-damaged reinforced concrete systems	54
A.Ya. Astakhova; A.N. Leontyev; M.I. Maksimov. Plastic deformations in thin spherical shells under the action of concentrated loads	57

Information technology

K.S. Petrov; D.R. Lyanov; G.A. Radchuk et al. The advantage of using information modeling technology in modern construction	60
---	----

The workshop of the young and future scientist

D.R. Lyanov. Using BEM technologies to create an energy efficient future	62
K.S. Petrov; E.S. Pityk; A.Yu. Chernoknizhnikova et al. The system of smart city indicators as an indicator of urban development in Russia	64

GOLD BOOK

29 – 36

BUSINESS INFORMATION

II, III, IV p. of the cover

УДК 666.97

Повышение активности золошлаковых отходов активаторами твердения

С.В. Самченко, докт.техн.наук, проф.;
Танг Ван Лам, аспирант;
Нгуен Зоан Тунг Лам, магистр

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный
университет» (НИУ МГСУ)

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию свойства золошлакового отхода (ЗШО) с добавлением активаторов твердения. В результате проведенных исследований было доказано, что золошлаковый отход, характеризующийся высокой дисперсностью, имеет сроки схватывания, близкие к срокам схватывания рядового портландцемента. Кроме того, при использовании активаторов твердения ЗШО (CaO и CaSO₄·2H₂O) установлено, что наибольшее активизирующее действие оказывает оксид кальция. При добавлении его к тонкоизмельченному золошлаковому отходу практически не изменяются сроки схватывания, но повышается прочность твердеющего камня.

Ключевые слова: золошлаковый отход, активатор твердения, оксид и сульфат кальция, нормальная плотность, сроки схватывания, прочность на сжатие и на растяжение при изгибе.

Increase of activity of ash and slag waste by hardness

S.V. Samchenko, Doctor of Engineering Sciences, Professor;
Tang Van Lam, Postgraduate student;

Nguyen Doan Tung Lam, Master
Moscow State University of Civil Engineering
(National Research University)

Abstract. This paper presents the properties of ash and slag waste with the addition of hardening activators. Based on the conducted studies results showed that ash and slag waste, which is characterized by high dispersion, was proved to have time of setting similar to that of ordinary Portland cement. In addition, when using the activators of hardening of ash and slag waste (calcium oxide and calcium sulphate) it was found that calcium oxide has the most activating effect. Furthermore, when added to its finely ground ash-slag waste, the setting time remains almost unchanged, but the strength of the hardening sample tested increases.

Key words: ash and slag waste, hardness activator, calcium oxide and sulphate, normal density, time of setting, compressive and flexural strength.

В настоящее время одним из важных направлений развития цементной промышленности является производство эффективных строительных материалов с высокими показателями строительно-технических свойств. Большое разнообразие строительных конструкций, особенности их возведения и существенные отличия условий эксплуатации, а также разные виды агрессивных воздействий, действующие на эти конструкции, вызвали необходимость создания цементов со специальными техническими свойствами [1].

Организация производства таких специальных цементов оказалась возможной благодаря развитию технологии производства цемента и науки, связанной с ним. В настоящее время, на основе многочисленных исследований зарубежных и отечественных ученых, организовано и построено промышленное производство многих специальных портландцементов: быстротвердеющего, тампонажного, высокопрочного, пуццоланового, сульфоалюминатного, гидротехнического, дорожного и других [2]. Они получили широкое распространение при строительстве гидроэлектростанций, автомобильных дорог и аэродромов, морских и океанских сооружений, при промышленном производстве сборных обычных и преднапряженных железобетонных конструкций наземных и подземных сооружений и др. [3, 4].

Несмотря на успехи, достигнутые в области создания специальных цементов с различными добавками на основе промышленных отходов [5, 6], весьма актуальным остается улучшение экологической ситуации и дальнейшее развитие рационального использования техногенных материалов в производстве строительных материалов [7].

Несмотря на многочисленные исследования в этой области [8-13] многие вопросы повышения активности отходов, и в частности золошлаковых в зависимости от условий твердения вяжущих, а также в присутствии различных добавок,

остаются еще невыясненными. Поэтому целью работы является повышение активности золошлаковых отходов посредством введения активаторов твердения.

Материалы и методы исследования. При выполнении работы в качестве исходных материалов использовали: золошлаковый отход (ЗШО), представляющий собой продукт высокотемпературной обработки минеральной части углей. Химический состав золошлакового отхода представлен в табл. 1.

Химический состав
золошлакового отхода

Таблица 1

Потери при прокаливании	Содержание оксидов, масс. %							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	TiO ₂	R ₂ O
32...39,6	43...58	22...28	4...15	5...10	0,5...3	0,22	0,58...1,2	1,61

Согласно приведенным данным, золошлаковый отход содержит большое количество SiO₂, то есть по своей природе является кислым. Модуль основности ЗШО M_о = 0,12, при низком содержании CaO данный золошлаковый отход относится к скрытоактивным золам.

Золошлаковый отход по своему минералогическому составу представлен аморфной и кристаллической фазами. Аморфная фаза представлена алюмосиликатным стеклом и аморфизованным глинистым веществом. Кристаллическая фаза содержит в равных количествах муллит, гематит и алюминат кальция, образовавшиеся при сжигании топлива, а также измененные зерна кварца, полевые шпаты и другие термически устойчивые минералы исходного топлива.

Большинство частиц ЗШО (80-85%) имеют сферическую форму и гладкую остеклованную фактуру поверхности частицы неправильной формы, которых в золе 15...20%. Размер сферических частиц колеблется от нескольких микрон до 30 мкм, а частицы неправильной формы имеют размеры 50...60 мкм.

В качестве активаторов твердения использовали реактив оксид кальция CaO марки х.ч.д. и двуводный сульфат кальция $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ марки ч.д.

Методология работы включала:

1. Определение нормальной густоты и сроков схватывания золошлакового и цементного теста согласно ГОСТ 310.3-76 Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема (с Изменением № 1).

2. Определение активности золошлакового отхода по прочности на сжатие осуществлялось на малых образцах.

2.1 Изготовление образцов из теста нормальной густоты.

Образцы – балочки размером $1 \times 1 \times 3$ см формовались из золошлакового и цементного теста при постоянном водотвердом отношении (В/Т) по следующей методике. Для формования двенадцати балочек сухие порошки золошлака и цемента в количестве 100 г затворялись необходимым количеством воды до получения теста нормальной густоты и перемешивались в течение трех минут. Полученное тесто заливало в ячейки формы, предварительно смазанной небольшим количеством машинного масла. Штыковали, встряхивали, после чего поверхность зачищали ножом вровень с краями формы. Далее образцы твердели в воздушно – влажных условиях, и расформовывались через 24 ± 1 часа, затем помещались в воду для последующего твердения.

2.2. Испытание ЗШО-образцов на малых образцах.

Определение прочностных характеристик золошлакового камня при изгибе осуществлялось на испытательной машине Р - 05 (погрешность измерений составляет $\pm 0,1$ МПа). Определение прочности на сжатие производилось на гидравлическом прессе П-10 (погрешность измерений составляет $\pm 0,2$ МПа). Испытания проводились на 1, 3, 7, 14 и 28 сутки твердения на шести образцах-балочках размером $1 \times 1 \times 3$ см, прочность на сжатие - соответственно на двенадцати половинках этих же образцов.

Результаты испытаний. Золошлаковые отходы входят в

число минеральных добавок, которые добавляются в бетон в относительно больших количествах, обычно от 20 до 80% массы цемента. В данной работе использовались скрытоактивные кислые ЗШО, не обладающие самостоятельными вяжущими свойствами, поэтому для их нормального твердения нужны так называемые активаторы твердения [8]. Для изучения активности золошлаковых отходов и ее повышения активаторами твердения были составлены смеси из золошлакового отхода, оксида кальция, двуводного гипса, а также смеси активаторов. Исследуемые в работе составы представлены в табл. 2.

Составы золошлаковых смесей

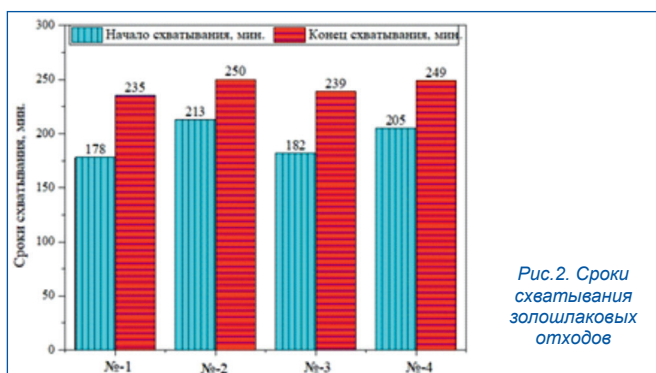
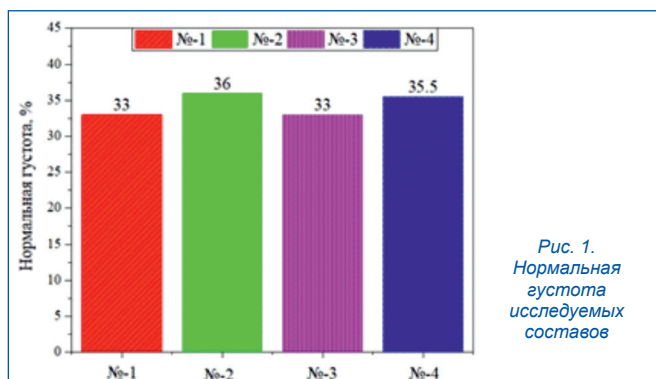
Содержание	ЗШО	ЗШО + 10% CaO	ЗШО + 10% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	ЗШО + 5% CaO + 5% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
№ состава	№-1	№-2	№-3	№-4

На первом этапе работы было определено влияние активаторов твердения на водопотребность и сроки схватывания при нормальной густоте золошлаковых отходов с щелочным (CaO) и сульфатным ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) активаторами твердения. Результаты проведенных испытаний представлены в табл.3. На рис. 1 и 2 для наглядности приведено сравнение полученных данных.

Свойства золошлаковых смесей

Таблица 3

Свойства	№ исследуемых составов			
	№-1	№-2	№-3	№-4
Нормальная густота, %	33	36	33	35,5
Сроки схватывания золошлаковых отходов, мин.:				
+ начало схватывания	178	213	182	205
+ конец схватывания	235	250	239	249



На следующем этапе исследования определяли прочностные свойства золошлакового отхода с добавлением активаторов твердения.

Экспериментальные результаты испытаний ЗШО образцов представлены в табл. 4, а на рис. 3 и 4 представлена кинетическая зависимость нарастания прочности от времени твердения.

Физико-механические свойства золошлаковых отходов

Таблица 4

№ составов	Предел прочности при изгибе, МПа				Предел прочности при сжатии, МПа				
	1 сут.	3 сут.	7 сут.	28 сут.	1 сут.	3 сут.	7 сут.	14 сут.	28 сут.
№-1	0	0,84	1,5	5,73	0	0	0,25	6,3	7,6
№-2	0	0,88	3,78	5,95	0	0	3	10,8	11,95
№-3	0	0,3	0,51	1,35	0	0	0,35	2,6	2,9
№-4	0	0,22	2,1	5,6	0	0	0,65	6,1	7,6

Обсуждение результатов. Как видно из представленных данных (рис. 1), оксид кальция (щелочной активатор) увеличивает водопотребность золошлакового отхода, в то время как при использовании сульфатного активатора ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) повышение водопотребности не отмечается. Использование смеси щелочного и сульфатного активаторов твердения также приводит к повышению водопотребности для получения теста нормальной густоты из золошлакового отхода. Поскольку используемые в данной работе ЗШО не обладают способностью

к непосредственному взаимодействию с водой, повышенное количество воды требуется для образования гидроксида кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ из оксида кальция CaO .

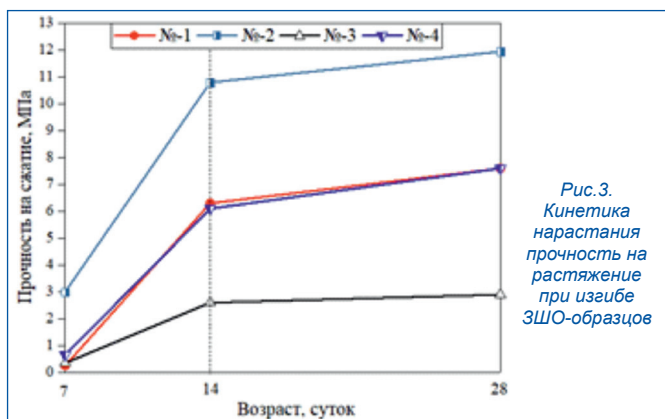


Рис. 3. Кинетика нарастания прочности на растяжение при изгибе ЗШО-образцов

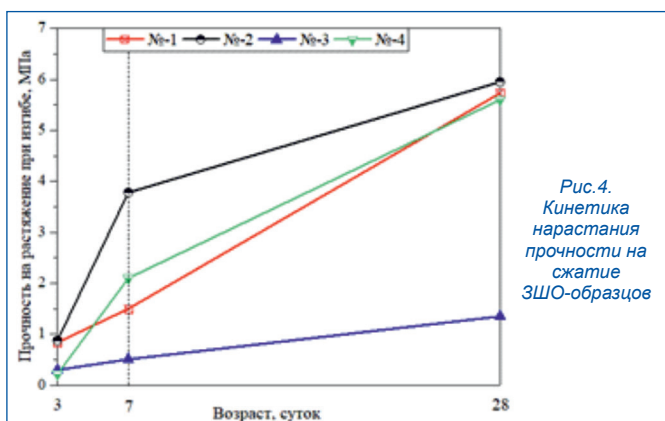
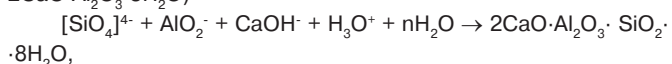
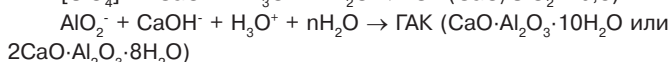
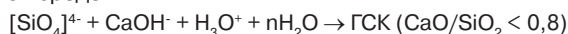


Рис. 4. Кинетика нарастания прочности на сжатие ЗШО-образцов

Из приведенных на рис. 2 результатов следует, что золошлаковый отход, обладающий высокой дисперсностью и способностью к пуццолановой активности, то есть способностью при обычных температурах связывать гидроксид кальция, за счет аморфной составляющей может схватываться и твердеть, при этом его сроки схватывания близки к срокам схватывания рядового портландцемента. При добавлении к золошлаковому отходу активатора твердения щелочного типа и его смесь с сульфатом кальция (составы №2 и №4) сокращают сроки схватывания с 57 мин. до 37 и 44 мин. соответственно. Сульфатный активатор твердения (состав №3) практически не изменяет сроки схватывания.

Изменения консистенции золошлакового теста с постепенной потерей им пластичности и превращением в камневидное тело связаны с физико-химическими процессами, протекающими в тесте в результате пуццолановой активности алюмосиликатного стекла, а также аморфизованного глинистого вещества типа метакаолинита и аморфных оксидов кремния (SiO_2) и оксида алюминия (Al_2O_3). Реакционная способность по отношению к гидроксиду кальция у них различна и связана с их структурным строением. Несмотря на это пуццолановые реакции протекают по следующим ионным схемам реакций в водной среде:



где ГСК – низкоосновный гидросиликат кальция переменного состава;

ГАК – гидроалюминат кальция гексагонального габитуса.

Способность при обычных температурах золошлаковых отходов связывать гидроксид кальция с образованием нерастворимых соединений приводит к их накоплению и дает возможность гидравлического твердения смеси оксида кальция с активаторами твердения.

Как показали исследования (табл. 4, рис. 3 и 4), прочностные характеристики на сжатие исследуемых составов к семи суткам становятся существенными, что свидетельствует об активности золошлакового отхода.

Введение в состав ЗШО сульфатного активатора твердения несущественно влияет на прочностные характеристики, а добавление добавки смешанного типа влияет в меньшей степени, чем добавление чистого оксида кальция. Поэтому при введении золошлакового отхода в состав специальных цементов, следует добавлять оксид кальция, в качестве активатора твердения.

Закключение. Активность золошлаковых отходов может быть повышена активаторами твердения щелочного типа. При необходимости повышенного введения сульфата кальция, как это происходит при получении расширяющихся цементов, золошлаковый отход следует активизировать добавками смешанного типа на основе оксида кальция и сульфата кальция. Полученные результаты позволяют рекомендовать золошлаковый отход, характеризующийся высокой дисперсностью, в качестве активной добавки для получения специальных цементов. Аморфные компоненты золошлакового отхода, обладающие так называемой пуццолановой активностью, то есть способностью при обычных температурах связывать гидроксид кальция с образованием нерастворимых соединений, обуславливают возможность гидравлического твердения вяжущих из смесей цемента с золошлаковым отходом и активаторами твердения извести или смеси извести с двухводным гипсом.

Литература.

- Кузнецова Т.В., Кривобородов Ю.Р., Самченко С.В. Химия, состав и свойства специальных цементов /В сборнике: Химия и химическая технология на рубеже тысячелетий материалы научно-практической конференции. Томский политехнический университет (ТПУ). 2000. С. 96-98.
- Гусев Б.В., Кривобородов Ю.Р. Самченко С.В. Технология портландцемента и его разновидности. Москва: НИУ МГСУ, 2016. 112 с.
- Svetlana V. Samchenko, Dmitriy A. Zorin Use sulfiferous cements in construction // E3S Web of Conferences 33, 02070 (2018) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183302070>.
- Харченко И.Я., Харченко А.И., Алексеев В.А., Баженов М.А. Применение расширяющихся цементов для фибробетона при строительстве подземных сооружений // Вестник МГСУ. 2017. Том 12(3 (102)). С. 334-340.
- Ekaterina Potapova, Yury Krivoborodov, Svetlana Samchenko, Tamara Kouznetsova. Effective ecological building materials based on activated ash-cement mixtures // 18 International Multidisciplinary Scientific Geo Conference SGEM 2018. Section: 26. Green Buildings Technologies and Materials, Vol. 18, P. 149-156.
- Svetlana Samchenko, Irina Kozlova, Olga Zemskova. Use of industrial waste in the production of foam concrete based on slag Portland cement // 18 International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. Section: 26. Green Buildings Technologies and Materials, Vol. 18, P. 451-458.
- Танг Ван Лам, Булгаков Б.И., Александрова О.В., Ларсен О.А. Возможность использования зольных остатков для производства материалов строительного назначения во Вьетнаме // Журнал «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова». 2017. №06. С. 06-12, DOI: 10.12737/article_5926a059214ca0.89600468.
- Кривобородов Ю.Р., Бурлов А.Ю., Бурлов И.Ю. Применение вторичных ресурсов для получения цементов // Строительные материалы. 2009. №2. С. 44-45.
- Гусев Б.В., Ин И.Л.С., Кривобородов Ю.Р. Активация твердения шлакопортландцемента // Технологии бетонов. 2012. № 7-8 (72-73). С. 21-24.
- Трофимов Б.Я., Горбунов С.П., Крамар Л.Я., Жуков И.В., Башев В.А., Иванов Ф.М., Капкин М.М. Использование отхода производства ферро // Бетон и железобетон. 1987. № 4. С. 39.
- Баженов Ю.М., Алимов Л.А., Воронин В.В. Структура и свойства бетонов с наномодификаторами на основе техногенных отходов. Москва, Издательство АСВ – 2013, 204 с.
- Дмитриев Н.С., Ларсен О.А., Александрова О.В. Исследование пуццолановой активности активных минеральных добавок различного происхождения /В сборнике: СТРОИТЕЛЬСТВО-2016 Материалы II Брянского международного инновационного форума. 2016. С. 40-43.
- Танг Ван Лам, Нео Суан Хунг, Булгаков Б. И., Александрова О.В., Ларсен О.А., Орехова А.Ю., Тюрина А.А. Использование золошлаковых отходов в качестве дополнительного цементующего материала // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 8. С. 19-27. DOI: 10.12737/article_5bd58455b5832.12667511.
- Патинов В.Б., Ребиндер Т.И. Добавки в бетон. М., Стройиздат. 1989. 188 с.