

УДК 666.9

ПРИМЕНЕНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ СМЕСЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**А. Хамидов¹, А.А. Ёкубов², И. Умаров³**

Наманганский инженерно-строительный институт, Узбекистан

e-mail: architectmardon@gmail.com

В статье рассмотрены вопросы использования золо-шлаковых смесей при производстве строительных материалов, приведены результаты исследований по определению физико-механических характеристик растворов, приготовленных из различных составов.

Ключевые слова: Бетон, вяжущее, цемент, золо-шлаковые смеси, пластифицирующие добавки, сульфитно-дрожжевая барда, супер-пластификаторы, наномодификаторы, наночастицы, прочность.

THE USE OF ASH AND SLAG MIXTURES IN THE PRODUCTION OF BUILDING MATERIALS

A. Khamidov, A. Yakubov, I. Umarov

Namangan Institute of Civil Engineering, Uzbekistan

e-mail: architectmardon@gmail.com

The article discusses the use of ash and slag mixtures in the production of building materials, presents the results of studies to determine the physical and mechanical characteristics of solutions prepared from various compositions.

Keywords: Concrete, binder, cement, ash and slag mixtures, plasticizing additives, sulfite-yeast bard, super-plasticizers, nanomodifiers, nanoparticles, strength.

В настоящее время при работе тепловых электростанций образуются в большом объеме золо-шлаковые отходы (ЗШО), отрицательно воздействующие на окружающую среду, их накопление также приводит к загрязнению грунтовых вод и земельных ресурсов. Необходимо отметить, что ЗШО не вывозятся с территории ТЭС. Они, соединяясь с оборотными, водами, образуют гидропульпы.

Территории, отведенные под ЗШО, становятся непригодными для использования в сельском хозяйстве или для других целей, становятся зонами отчуждения.

Для создания зон отходов (золоотвалов) для золо-шлаковых примесей (ЗШП) в ТЭС, работающих на углях приведенные затраты, платежи на экологию, инвестиционные расходы составляют 5-7% от стоимости вырабатываемой электроэнергии.

В частности, для создания новых золоотвалов расходы могут составить 2-4 миллиарда рублей, для строительства ограждающих дамб более 1 миллиарда рублей, эти расходы оплачиваются потребителями энергии и тепла.

Обеспечение экологической безопасности ТЭС – это утилизация ЗШП.

В большинстве развитых странах уделяется большое внимание использованию ЗШП для производства строительных материалов: в Германии и в Дании используется около 100%, в США, Великобритании, Польше и в Китае – около 50-70%. Однако в странах СНГ только 8-10% ЗШП подвергается утилизации и используется при производстве строительных материалов.

На рынке товаров основные потребители ЗШО – строительная индустрия и промышленность строительных материалов. Использование ЗШП уменьшает себестоимость строительных материалов (цемента, сухих строительных смесей, бетона, строительных растворов и др.) минимум на 15-30%.

Таблица 1. – Эффективное использование золо-шлаковых смесей [1]

Направление использования	Вид золошлаковых отходов	Эффект использования — технический
Тяжелый бетон (в т. ч. гидротехнический)	Зола ТЭС и ЗШС заменитель части цемента	Экономия цемента 15...30 %; улучшение удобоукладываемости бетонной смеси; повышение коррозионной стойкости бетона; снижение тепловыделения при твердении
Легкие бетоны на пористых заполнителях	Зола ТЭС — мелкий заполнитель	Экономия 10...20 % цемента; снижение плотности бетона на 100...300 кг/м ³ по сравнению с керамзитобетоном на кварцевом песке
Ячеистый бетон	Зола ТЭС — заменитель песка и компонент смешанного вяжущего	Снижение расхода электроэнергии; уменьшение толщины стен по сравнению с кирпичными в 1,5...2 раза
Плотный силикатный бетон	Тоже	Экономия извести на 10...20 %, песка — на 20...30%; снижение средней плотности изделий на 150...300 кг/м ³
Строительные растворы	Зола ТЭС — заменитель части цемента, извести и песка	Снижение расхода цемента или извести на 30...50 кг/м ³ , песка — на 200...300 кг; повышение удобоукладываемости; уменьшение водоотделения
Портландцемент (с минеральными добавками, пуццолановый; шлакопортландцемент)	Золы и шлаки ТЭС — активные минеральные добавки	Экономия клинкера 15...60 %; снижение расхода топлива на 30...40 %, электроэнергии — на 10... 15 %; повышение коррозионной стойкости цемента; снижение тепловыделения при твердении
Известковые вяжущие вещества	Золы и шлаки — как компоненты вяжущего взамен песка	Снижение расхода извести на 30...60 %, топлива — в 2...2,5 раза, электроэнергии на 50...60%
Цементный клинкер	Зола ТЭС — взамен глинистого компонента сырьевой смеси	Сокращение расхода топлива на 10... 15 %; снижение расхода основных сырьевых материалов на 20...30 %
Обжиговый глинозольный керамзит	Золы и шлаки ТЭС — основное сырье	По сравнению с керамзитовым гравием сокращается расход топлива на 60...70 %, электроэнергии на 10... 15 %
Безобжиговый зольный гравий	Золы и шлаки ТЭС — основной компонент сырьевой смеси	По сравнению с керамзитовым гравием сокращается расход топлива на 60...70 %, электроэнергии на 10... 15 %

При производстве бетонных смесей и строительных растворов в качестве минеральной добавки, частично заменяющей цемент, а также для частичной или полной замены мелкого заполнителя могут использоваться зола-унос и золошлаковый материал. Наиболее эффективно применение золы-уноса в бетонах низких классов (до В20), в частности в бетонах, применяемых для строительства плотин, фундаментов, оснований.

Количество вводимой золы колеблется от 30 до 90 кг на 1 м³ бетонной смеси. Качество применяемой в бетонах и строительных растворах золы-уноса должно соответствовать требованиям ГОСТ 25818–91, золошлакового материала – ГОСТ 25592–91. ГОСТ 25818–91 распространяется на золу-унос, которая применяется в качестве компонента для изготовления тяжелых, легких, ячеистых бетонов и строительных растворов, а также в качестве тонкомолотой добавки для жаростойких бетонов и минеральных вяжущих для приготовления смесей и грунтов в дорожном строи-

тельстве. Для изготовления тяжелых и легких бетонов, строительных растворов золы-унос применяют для снижения расхода цемента и заполнителей, улучшения технологических свойств бетонных и растворных смесей, повышения качества бетонов и растворов [2]. Недостаточный объём использования ЗШП объясняется следующими их недостатками – повышенное содержание зол (до 53%), пористость (до 1600 м²/кг), повышенное водопотребность, приводящая к снижению прочности строительных материалов и изделий на их основе.

Необходимо отметить, что совместный помол цементного клинкера и ЗШО приводит не только к уменьшению фракции цемента, но и к повышению их удельной поверхности, что увеличивает взаимодействие цементных частиц с водой. Однако, помол смесей снижает эффективность производства, а также использование ЗШО в бетонных смесях приводит к увеличению водопотребности, что приводит к снижению прочности бетонов.

На кафедре «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» Наманганского инженерно-строительного института под руководством профессора А.Хамидова проводятся научно-исследовательские работы для получения строительных материалов на основе золо-шлаковых примесей.

Для этих целей из различных компонентов (таблица 2) приготовлены образцы размером 40х40х40 мм. В качестве добавок использован пластификатор – сульфитно-дрожжевая барда (СДБ). Водоцементное отношение принято 0,5. В качестве эталона использован портландцемент марки 400 (без добавок). После 28-суточного твердения в нормальных условиях, образцы испытаны в лабораторных условиях для определения физико-механических характеристик. В исследованиях использованы результаты научных работ В.С.Прокопеца [3].

В таблице 2 приведены результаты исследований по определению физико-механических характеристик растворов, приготовленных из различных составов.

Таблица 2. – Физико-механических характеристики образцов

№	Содержание компонентов в вяжущем, %				Плотность, г/см ³	Время схватывания, начало- конец, мин. - час.	Предел прочности после 28-суточного твердения, МПа	
	Цемент (М400)	Зола	Шлак	Добавки			при сжатии	растяжении при изгибе
1	100	-	-	-	3,1	45 - 10	40,2	6,2
2	70	30	-	-	3,2	50 - 11	34,8	3,2
3	27	40	30	3	3,04	52 - 11	39,5	6,4
4	36	40	20	4	3,05	53 - 13	40,7	6,5
5	47	29	19	5	3,07	55 - 14	41,5	6,6

Из таблицы видно, что при добавлении в состав растворной смеси только золы (2 состав) уменьшает его прочность.

При добавлении в состав растворной смеси кроме золы, шлака и добавок показатели образцов выше (по сравнению с 1 составом). Но, необходимо отметить, что в этом составе отсутствуют крупные заполнители [4].

Перспективные направления снижения водопотребности смесей – это использование пластифицирующих добавок (СДБ, суперпластификаторы С-3 и др.) и наномодификаторов (углеродные астралены, фуллероны и нанотрубки, оксиды металлов, известь, наночастицы и др.).

Введение в состав бетона пластифицирующих добавок и наномодификаторов улучшает их физико-механические характеристики, повышает прочность и величину модуля упругости, водонепроницаемость, и морозостойкость, снижает значения предельной деформации усадки [5].

Применение наномодификаторов для улучшения свойств бетонов на основе золошлаковых смесей открывает широкие возможности целенаправленного управления экономическими, технологическими и физико-механическими свойствами бетонов.

Выводы. Использование ЗШП при производстве строительных материалов в настоящее время является весьма актуальной как с экономической так и с экологической точки зрения. Цементные растворы на золошлаковых отходах имеют достаточную прочность и могут быть использованы для приготовления бетонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Notify me of followup comments via e-mail: Н.Пастухов. Помощь технолога практика. Как сделать качественный и недорогой бетон и строительные материалы?
2. Copyright © 2012 - ООО ЭнергоЗолоРесурс.
3. В.С. Прокопец. Использование золо-шлаковых отходов для бетонов. // Вестн. СибАДИ. - 2008. - Вып.7. - С.22-30.
4. А. Хамидов. Исследование производства строительных материалов на основе золошлаковых примесей. Материалы Республиканской научно-практической конференции «Вопросы конструкционной и сейсмической безопасности зданий и сооружений в современном строительстве». Узбекистан, Наманган, 11-12 апреля 2017 года.
5. А. Хамидов. Определение свойств бетона на основе золо-шлаковых отходов. Материалы международной конференции «Инновации в строительстве, энергосберегающие технологии и сейсмическая безопасность конструкций сооружений», г.Наманган, 7-8 ноября 2019 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 29–30 апреля 2021 г.)

Текстовое электронное издание

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2021

1 – дополнительный экран – сведения об издании

УДК 72:624/628+69(082)

Одобрено и рекомендовано в качестве электронного издания
Советом инженерно-строительного факультета (протокол № 8 от 27.10.2021 г.)

Редакционная коллегия:

Д. Н. Лазовский (председатель), А. А. Бакатович, Е. Д. Лазовский,
Л. М. Парфенова, Ю. В. Вишнякова, Р. М. Платонова, Е. Г. Кремнева, А. М. Хаткевич

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ

[Электронный ресурс] : электрон. сб. ст. III междунар. науч. конф., Новополоцк, 29–30 апр. 2021 г. / Полоц. гос. ун-т ; Редкол.: Д. Н. Лазовский (председ.) [и др.]. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2021. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-779-2.

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Проанализированы организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса.
Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018 г.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

№ госрегистрации 3671815379

ISBN 978-985-531-779-2

©Полоцкий государственный университет, 2021

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Архитектурно-строительный комплекс: Проблемы, перспективы, инновации» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 29–30 апреля 2021 г.)

Технический редактор *И. Н. Чапкевич*.

Компьютерная верстка *А. А. Прадидовой, С. Е. Рясовой*.

Компьютерный дизайн обложки *Е. А. Балабуевой*.

Подписано к использованию 16.11.2021.

Объем издания: 13 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 736.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>