

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ВО
«Сибирский государственный
автомобильно-дорожный
университет (СибАДИ)»,
док-р пед.наук
Жигадло А.П.
« 06 » « 05 » 2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Бодякова Александра Николаевича

на тему: «Технология стабилизации шлака для щебня оснований
автомобильных дорог», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные
материалы и изделия

Актуальность темы диссертации

Актуальность рассматриваемой работы обусловлена реализацией стратегических программ, национальных проектов и необходимостью восстановления инфраструктурных объектов в приграничных зонах СВО, включающих разветвлённую сеть автомобильных дорог. При этом отмечается дефицит качественных каменных материалов, связанный с истощением запасов, экологическими требованиями и законодательными ограничениями. Высокий спрос на сырьё для дорожно-строительных материалов остается не решенным.

Один из путей решения этой проблемы — использование крупнотоннажных отходов металлургического производства, таких как шлаки. Однако широкое применение металлургических шлаков затруднено из-за непостоянства свойств и низких физико-механических показателей основных шлаков.

Перевод этого вида отходов в категорию высококачественного техногенного сырья возможен благодаря разработке технологии кристаллохимической стабилизации шлака с использованием в качестве стабилизаторов так же отходов производства. Это, в свою очередь, позволит сократить количество, накапливаемого в отвалах, техногенного сырья, и

расширить номенклатуру каменных материалов для дорожного строительства.

В этой связи, тема диссертационного исследования Бодякова А.Н. является своевременной и актуальной, представляет как теоретический, так и практический интерес.

Работа выполнена при финансовой поддержке в форме: гранта Фонда содействия инновациям по программе «УМНИК» проект № 15227ГУ/2020; Стипендии президента № СП-1960.2022; программы «Приоритет-2030»; гранта РНФ 23-19-00796.

Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа включает введение, пять глав, заключение, список литературы и приложения. Диссертация изложена на 180 страницах машинописного текста, включающего 27 таблиц, 53 рисунка, список литературы из 175 источников, 10 приложений.

Работа имеет логичную и последовательную структуру. Изложенные в главах результаты экспериментов соответствуют заявленной цели и задачам исследования. Положения, выносимые на защиту, отражают рассматриваемую автором проблему.

В диссертационном исследовании выполнен обобщенный анализ отечественных и зарубежных исследований и практических данных по стабилизации шлаков, обосновано повышение эксплуатационных характеристик и стоимости конструкций автомобильных дорог путем замены входящих в него материалов. Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено технологическое решение, обеспечивающее получение высокопрочного каменного материала для дорожного строительства в виде стабилизированного шлака.

Предложен механизм фазо- и структурообразования шлака в процессе кристаллохимической стабилизации шлакового расплава. Установлены закономерности влияния рецептурно-технологических параметров получения стабилизированного шлака. Разработана технология стабилизации, включающая гранулирование пыли дуговых сталеплавильных печей и введение гранулированной пыли в шлаковый расплав на стадии его слива.

Степень достоверности и обоснованности научных положений, выводов

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечены глубоким анализом значительного объёма научной информации по изучаемому вопросу, проведением комплексных экспериментов на высоком технологическом уровне с учётом нормативных документов и с использованием современного сертифицированного и поверенного оборудования.

Научные положения и выводы основаны на применении современных научно обоснованных и признанных методов, а также сопровождаются иллюстрациями в виде фотографий, таблиц, рисунков, графиков и расчётов. Полученные результаты обладают высокой воспроизводимостью и согласованностью и не противоречат общепринятым данным и исследованиям других учёных.

Научная новизна

Научная новизна выводов и положений, сформулированных в диссертации, заключается в следующем:

1. Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено технологическое решение, обеспечивающее получение высокопрочного каменного материала для дорожного строительства в виде стабилизированного шлака, заключающееся в кристаллохимической стабилизации шлакового расплава дисперсными отходами электрометаллургического производства. Введение 2–5 % стабилизатора в виде гранулированной пыли дуговых сталеплавильных печей (ДСП) в состав шлакового расплава обеспечивает получение каменных материалов пригодных как для дорожного строительства, так и для строительной отрасли в целом.

2. Предложен механизм фазо- и структурообразования шлака в процессе кристаллохимической стабилизации шлакового расплава. Стабилизирующий эффект достигается за счет присутствия в составе вводимых компонентов ионов кальция, калия, натрия, марганца, встраивающихся в кристаллическую структуру минералов, за счет чего образуются твердые растворы, понижающие температуру полиморфных превращений. Это позволяет предотвратить силикатный γ -распад за счет фиксации полиморфной структуры C_2S в высокотемпературных α - и β -

модификациях. В результате формируется материал с прочными связями, устойчивыми с течением времени, обеспечивающими повышение физико-механических характеристик шлака.

3. Установлены закономерности влияния рецептурно-технологических параметров получения стабилизированного шлака, а именно состава, концентрации пыли дуговых сталеплавильных печей и способа ее введения на реологические свойства расплава, определяющие условия гидродинамического слияния вводимых компонентов при кристаллохимической стабилизации самораспадающихся металлургических шлаков.

Значимость полученных автором результатов для развития науки и производства

Дополнены теоретические представления о процессах фазо- и структурообразования при формировании каменного материала в результате кристаллохимической стабилизации шлакового расплава пылью дуговых сталеплавильных печей. Установлены закономерности влияния состава и концентрации стабилизаторов на комплекс физико-механических свойств каменных материалов из стабилизированного шлака и их структурные особенности.

Установлены рецептурно-технологические параметры получения стабилизированного шлака путем кристаллохимической стабилизации шлакового расплава пылью дуговых сталеплавильных печей, обеспечивающие получение высокопрочного каменного материала с маркой по прочности М1200, по морозостойкости F50, по истираемости ИП, устойчивостью структуры УС1, что позволяет классифицировать его как шлаковый щебень, пригодный для строительства и реконструкции автомобильных дорог в качестве оснований и покрытий.

Разработана технология стабилизации, включающая гранулирование пыли ДСП и введение в шлаковый расплав на стадии его слива.

Предложены альтернативные конструкции и произведен расчет дорожных одежд с применением полученного шлакового щебня.

Апробация результатов работы

Промышленная апробация технологии стабилизации шлака осуществлялась в электросталеплавильном цехе на базе дочернего

предприятия АО «ОЭМК им А.А. Угарова» – ООО «Уралметком – Оскол» при выплавке стали на стадии слива шлакового расплава.

Для масштабного внедрения результатов работы разработаны нормативные документы: рекомендации по использованию отходов электрометаллургического производства для получения высокопрочных каменных материалов для дорожного строительства; стандарт организации СТО 02066339–054–2023 «Гранулированный стабилизирующий агент на основе пыли дуговых сталеплавильных печей. Технические условия»; СТО 02066339–055–2023 «Высокопрочные каменные материалы из стабилизированного металлургического шлака. Технические условия»; технологический регламент на получение стабилизированного шлака с использованием стабилизатора в виде пыли дуговых сталеплавильных печей.

Теоретические положения, результаты научно-исследовательской работы и промышленного внедрения используются в учебном процессе при подготовке бакалавров по направлению 08.03.01 – «Строительство» образовательных программ «Автомобильные дороги и аэродромы», «Экспертиза и технологии перспективных материалов»; магистров направлений 08.04.01 – «Строительство» образовательных программ «Автомобильные дороги» и «Дорожно-строительные материалы и технологии»; специалистов по направлению 08.05.02 – «Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей» профиль «Строительство (реконструкция), эксплуатация и техническое прикрытие автомобильных дорог».

Основные положения диссертационной работы были представлены на: Международном молодежном форуме «Образование. Наука. Производство» (Белгород, 2018, 2020, 2021, 2022, 2023); Региональной научно-практической конференции по программе «УМНИК» (Белгород, 2019); Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова (Белгород, 2021, 2023); VII Конференции рынок щебня России (Москва, 2021); Международной научно-практической конференции «Наукоемкие технологии и инновации (XXV научные чтения)» (Белгород, 2023); Международной научно-технической конференции «Современные тренды в строительстве: проблемы и пути их решения», посвященная 80-летию государственного и политического деятеля КР Насирдина Исанова (Бишкек, Кыргызская Республика, 2023).

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Результаты, полученные в рамках диссертационной работы Бодякова А.Н., представляют интерес для использования: в производстве – при стабилизации шлакового расплава на электросталеплавильных предприятиях, а также на дорожно-строительных предприятиях для строительства, ремонта и реконструкции автомобильных дорог. Возможность применения полученных результатов и технологических решений в различных регионах РФ не вызывает сомнений.

Кроме того, полученные данные могут быть использованы в учебном процессе при подготовке специалистов, бакалавров и магистров по направлениям «Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей» и «Строительство».

Замечания по диссертационной работе

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Производилась ли оценка пористости щебня из стабилизированного шлака и его абсорбционная способность? Указанные параметры имеют весомое значение при рассмотрении возможности использования разработанного материала в составе дорожно-строительных композитов, в частности на основе битумного вяжущего.
2. Как выровнять химический состав шлаков?
3. Имеется несоответствие при описании процесса стабилизации шлака: на с. 101 (образование из двухкальциевого силиката $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ при замещении SiO_2 на Fe_2O_3); на с. 104 (образование $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ в результате реакции присоединения к двухкальциевому силикату Fe_2O_3).
4. Соискателем указано, что «Стабилизирующий компонент вводится на поверхность шлакового расплава и в струю в виде гранул или в виде мешков, наполненных гранулами». При этом в описании отсутствует пример осуществления способа с использованием мешков, наполненных гранулами в лабораторных условиях. В этой связи сложно оценить преимущества и недостатки обоих перечисленных способов.
5. В главе, описывающей технико-экономическое обоснование работы, отсутствуют данные об оценке экономического эффекта на производственном предприятии от утилизации его отходов. Кроме того, интерес представляет и оценка влияния утилизации техногенных отходов на снижение экологической нагрузки на природу района, в котором находится производственное предприятие.

6. Некорректно обозначены степени окисления химических элементов на с.75 диссертации.

7. В тексте работы имеются опечатки и редакторские недочеты.

Несмотря на указанные замечания, работа в целом производит положительное впечатление и соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Соответствие диссертации научной специальности

Диссертационная работа Бодякова А.Н. соответствует паспорту научной специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия, в части: п. 1 – «Разработка и развитие теоретических и методологических основ получения строительных материалов неорганической и органической природы с заданным комплексом эксплуатационных свойств, в том числе специальных и экологически чистых»; п. 7–«Развитие, совершенствование и разработка новых энергосберегающих и экологически безопасных технологических процессов и оборудования для получения строительных материалов и изделий различного назначения»; п. 9 –«Разработка составов и совершенствование технологий изготовления эффективных строительных материалов и изделий с использованием местного сырья и отходов промышленности, в том числе повторного использования материалов от разборки зданий и сооружений».

Заключение по диссертационной работе

Диссертация Бодякова Александра Николаевича на тему «Технология стабилизации шлака для щебня оснований автомобильных дорог» является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложено научно обоснованное технологическое решение, обеспечивающее получение высокопрочного каменного материала для дорожного строительства в виде стабилизированного шлака, заключающееся в кристаллохимической стабилизации шлакового расплава дисперсными отходами электрометаллургического производства, имеющее существенное значение для повышения эффективности строительных работ.

По актуальности затронутых вопросов, научной новизне, теоретической и практической значимости, числу публикаций диссертация соответствует критериям, установленным в п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842(в действующей редакции

Правительства Российской Федерации от 25.01.2024), предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Бодяков Александр Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия.

Отзыв на диссертацию, автореферат и диссертационная работа рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Промышленное и гражданское строительство» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)» (протокол № 8 от 6 мая 2024 г.).

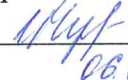
Присутствовало на заседании: всего -18 человек (из них: 2 доктора наук).

Результаты голосования «за» - 18, «против» - нет, «воздержалось» - нет.

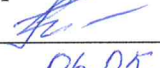
Зав. кафедрой «Промышленное и гражданское строительство» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», канд. техн. наук (по специальности 2.1.5. (05.23.05) Строительные материалы и изделия), доцент

 Марина Алексеевна Ращупкина

Профессор кафедры «Промышленное и гражданское строительство» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», д-р техн. наук, (по специальности 2.1.5. (05.23.05) Строительные материалы и изделия), профессор

 Ирина Львовна Чулкова
06.05.2024

Доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», канд. техн. наук (по специальности 2.1.5. (05.23.05) Строительные материалы и изделия), доцент

 Вера Дмитриевна Галдина
06.05.2024

Сведения о ведущей организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»

Почтовый адрес: 644080, Россия, Омская область, г. Омск, пр. Мира, д.5, Тел.: 8 (3812) 90-94-59, Факс: 8 (3812) 90-94-59, E-mail: info@sibadi.org, Веб-сайт: www.sibadi.org

