

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждения
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.20
по диссертации Панарина Игоря Ивановича
на соискание ученой степени кандидата технических наук

О присуждении Панарину Игорю Ивановичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Композиционные цементы, активированные обогащенными золошлаковыми смесями, и торкрет-бетоны на их основе» по специальности 2.1.5. - «Строительные материалы и изделия» принята к защите 8 мая 2024 года (протокол заседания № 3) диссертационным советом Д ПНИПУ 05.20, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от 5 октября 2022 года №94-О, в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым — четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 1792-р.

Соискатель Панарин Игорь Иванович, 1966 года рождения, в 1987 году окончил Тюменское высшее военно-инженерное командное училище им. маршала инженерных войск А.И. Прошлякова и ему присуждена квалификация инженер по эксплуатации машин инженерного вооружения по специальности «Командная тактическая, машины инженерного вооружения».

В период с 2018 по 2021 г. был прикреплен к Дальневосточному федеральному университету для подготовки диссертации на соискание ученой

степени кандидата наук сроком на три года. В 2023 году зачислен в Дальневосточный федеральный университет в качестве экстерна для прохождения промежуточной аттестации – сдачи кандидатских экзаменов на срок 6 месяцев по научной специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Работает доцентом в Военном учебном центре при Дальневосточном федеральном университете.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Дальневосточный федеральный университет».

Научный руководитель – Федюк Роман Сергеевич, доктор технических наук (научная специальность: 2.1.5. - Строительные материалы и изделия), доцент, профессор Военного учебного центра при Дальневосточном федеральном университете.

Официальные оппоненты:

Казанская Лилия Фаатовна, доктор технических наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), доцент, и.о. заведующего кафедрой «Строительные материалы и технологии» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», (г. Санкт-Петербург);

Удодов Сергей Алексеевич, кандидат технических наук (05.23.05 – «Строительные материалы и изделия»), доцент, доцент кафедры производства строительных конструкций и строительной механики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВО «КубГТУ»), (г. Краснодар).

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный

исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ) (г. Москва) в своём положительном отзыве, подписанном Самченко Светланой Васильевной, доктором технических наук по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов», профессор, заведующий кафедрой «Строительное материаловедение» НИУ МГСУ и Ларсен Оксаной Александровной, кандидатом технических наук по специальности 2.1.5. – «Строительные материалы и изделия», доцент кафедры «Строительное материаловедение» НИУ МГСУ, утверждённом проректором НИУ МГСУ Тер-Мартirosян А.З. указала, что анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод, что диссертация Панарина Игоря Ивановича на тему «Композиционные цементы, активированные обогащенными золошлаковыми смесями, и торкрет-бетоны на их основе» является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, в которой содержится научно обоснованное технологическое решение, направленное на создание эффективных композиционных цементов, активированных обогащенными золошлаковыми смесями, и торкрет-бетонов на их основе. Работа обладает научной новизной, теоретической и практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют значение для развития отрасли знаний в области получения торкрет-бетонных смесей на основе композиционных цементов посредством энергосберегающих технологических процессов. Диссертационная работа полностью соответствует паспорту специальности 2.1.5. – «Строительные материалы и изделия» и соответствует критериям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции Правительства Российской Федерации), предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Панарин Игорь Иванович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. – «Строительные материалы и изделия». По научному содержанию и по

форме изложения материала диссертационная работа Панарина Игоря Ивановича является законченной научно-квалификационной работой, выполненной самостоятельно, по объему, содержанию, научной новизне, практической ценности отвечает всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842) и требованиям Порядка присуждения ученых степеней в ПНИПУ (решение Ученого совета ПНИПУ, протокол №3 от 25 ноября 2021 г.), утвержденном приказом ректора ПНИПУ от 9 декабря 2021 г., предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор Панарин Игорь Иванович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. – «Строительные материалы и изделия».

Основные результаты обсуждались на многочисленных международных конференциях, опубликованы в 12 статьях, в том числе в 3 статьях в центральных рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, 3 статьях из научных баз Web of Science и Scopus. Получено 3 патента РФ на изобретения. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах. Наиболее значительные работы:

В журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ

1. Лесовик, В.С. Торкрет-бетоны и инъекционные растворы для комплексного ремонта подземных сооружений / В.С. Лесовик, Р.С. Федюк, **И.И. Панарин** // Academia. Архитектура и строительство. - № 1. - 2023. - С. 89–95. (К1)

2. Лесовик, В.С. Влияние состава на свойства и строение модифицированных цементных композитов / В.С. Лесовик, Р.С. Федюк, Ю.Л. Лисейцев, **И.И. Панарин**, В.В. Воронов // Строительные материалы. - 2022. - №9. - С. 39-49. (К1)

3. **Панарин, И.И.** Усиление конструкций подземных сооружений торкрет-бетоном / И.И. Панарин, Р.С. Федюк, Д.С. Меркулов // Строительные материалы и изделия. - 2022. - Том 5. № 6. - С. 5-18. (К2)

В изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science

4. *Auyesbek, S.* Man-Made Raw Materials for the Production of Composite Silicate Materials Using Energy-Saving Technology / S. Auyesbek, N. Sarsenbayev, A. Abduova, B. Sarsenbayev, S. Uderbayev, Z. Aimenov, G. Kenzhaliyeva, U. Akishev, T. Aubakirova, G. Sauganova, E. Emanov, O. Kolesnikova, **I. Panarin** // Journal of Composites Science. - 2023. – Vol. 7. – 124.

5. **Panarin, I.I.** Low-permeability cement materials for underground structures / I.I. Panarin, O.I. Litvinets, V.E. Okhotkina, I.V. Moskovaya // AIP Conference Proceedings. - 2023. - Vol. 2758. - 020021.

6. *Muratov, B.* Physico-chemical Study of the Possibility of Utilization of Coal Ash by Processing as Secondary Raw Materials to Obtain a Composite Cement Clinker / B. Muratov, A. Kolesnikov, S. Shapalov, S. Syrlybekkyzy, I. Volokitina, D. Zhunisbekova, G. Takibayeva, F. Nurbaeva, T. Aubakirova, L. Nurshakhanova, **I. Panarin** // Journal of Composites Science. - 2023. – Vol. 7. – 234.

В рецензируемых российских изданиях, включенных в базу РИНЦ

7. **Панарин, И.И.** Перспективы развития материалов для подземных сооружений / И.И. Панарин // Инженерное дело на Дальнем Востоке России: Мат-лы VII Всеросс. науч.-практ. конференции. - Владивосток: ВУЦ ДВФУ. - 2023. - С. 9-11.

8. *Таскин, А.В.* Строительные материалы и минеральные вяжущие вещества на основе гидратированных золошлаковых отходов углесжигающих электростанций и отходов углеобогащения / А.В. Таскин, Т.Г. Черкасова, Р.С. Федюк, В.И. Петухов, Д.Р. Федотов, Н.Д. Кулаков, Е.А. Матвеев, **И.И. Панарин** // Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Технические науки. - 2023. - Том 14. № 4. - С. 201-206.

9. *Примчук, А.Г.* Способ обогащения золошлаковых смесей тепловых электростанций для производства строительных вяжущих / А.Г. Примчук, Р.С. Федюк, **И.И. Панарин**, П.Г. Козлов, С.В. Вавренюк // Химия. Экология. Урбанистика : матер. всерос. науч.-практ. конф. (с междунар. участием) : в 4 т. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2023. - С. 256-261.

Объекты интеллектуальной собственности

10. Пат. 2786125 РФ, МПК, С04В28/04. Бетонная смесь / Р.С. Федюк, **И.И. Панарин**, Ю.Л. Лисейцев, В.В. Потапов, ФГАОУ ВО ДВФУ. – 2022101932; заявл. 28.01.2022, опубл. 19.12.2022, Бюл. №35.

11. Пат. 2801028 РФ, МПК, С04В38/02. Бетонная смесь / В.С. Лесовик, С.В. Ключев, Р.В. Лесовик, Сяо Вэньсюй, Р.С. Федюк, **И.И. Панарин**, ФГБОУ ВО БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2023106793; заявл. 22.03.2023, опубл. 01.08.2023, Бюл. №22.

12. Пат. 2806396 РФ, МПК, В03В9/04. Способ обогащения золошлаковых смесей тепловых электростанций для производства строительных вяжущих / В.С. Лесовик, С.В. Ключев, Р.В. Лесовик, Сяо Вэньсюй, Р.С. Федюк, **И.И. Панарин**, П.Г. Козлов, ФГБОУ ВО БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2023114115; заявл. 30.05.2023, опубл. 31.10.2023, Бюл. №31.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются компетентными учеными в технической области науки, имеющими публикации в соответствующей сфере исследования, а ведущая организация имеет широко известные достижения в данной отрасли науки и способна определить научную и практическую ценность диссертации, а также соответствием п.22 и п.24 Положения о присуждении ученых степеней.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

решена важная научная задача, заключающаяся в разработке составов и технологии получения композиционного цемента и торкрет-бетона на его основе с использованием местного сырья и отходов промышленности (золошлаковых отходов ТЭЦ и бетонного лома);

предложено научно обоснованное технологическое решение получения торкрет-бетона на композиционном цементе, заключающееся в применении техногенных ресурсов на основе отходов промышленности (золошлаковых

смесей) и строительства (бетонного лома от разборки зданий и сооружений), активированных и гомогенизированных в вибрационной мельнице, которое позволяет управлять процессами структурообразования за счет сродства структур и формирования высокопрочных новообразований. Разработанная торкрет-бетонная смесь имеет низкое значение отскока ($<8\%$) и обеспечивает уплотнение и упрочнение адгезионной контактной зоны с базовым материалом бетонной стены, приводя к более эффективной передаче нагрузок между слоями и увеличивая общую несущую способность всей конструкции;

установлено, что введение алюмосиликатной составляющей золошлаковой смеси, полученной ее двухступенчатым обогащением, в состав композиционного цемента, вследствие пуццолановой реакции (на наноуровне - до 50 нм), формирования центров кристаллизации новообразований (на микроуровне - 50-100 нм) и кольматации мезо- и макропор (на макроуровне - 0,1-1 мкм) способствует управлению структурообразованием цементного камня с формированием его высокопрочной микроструктуры;

обоснован механизм управления структурообразованием высокоплотного (показатель средней размерности открытых капиллярных пор $\lambda=0,052$, показатель однородности размеров открытых капиллярных пор $\alpha=0,856$) бетонного композита, основанный на комплексном эффекте компонентов композиционного цемента (алюмосиликатной составляющей и бетонного лома, подобранных и подготовленных по авторской технологии), рационального состава и гранулометрии. При усилении несущих железобетонных стен торкрет-бетоном на композиционных цементах адгезия между базовым и ремонтным слоями стены возрастает в 1,5 раза по сравнению с традиционным торкрет-бетоном;

выявлены закономерности влияния различных факторов (состава и пропорции исходных компонентов, параметров их помола) на повышение комплекса эксплуатационных характеристик ремонтных материалов: марки по водонепроницаемости до W16, водопоглощения менее 6 мас. %, марки по морозостойкости выше F₁₃₀₀. Научно обоснованы зависимости между

количеством введенных алюмосиликатов из обогащенной золошлаковой смеси (до 35 мас. %), физико-механическими свойствами и характеристиками поровой структуры цементных композитов, в частности снижается показатель средней размерности открытых капиллярных пор в 4 раза и повышается показатель однородности размеров открытых капиллярных пор в 3 раза, что способствует существенному повышению прочностных свойств и эксплуатационных характеристик торкрет-бетонов;

предложена рабочая гипотеза о том, что использование композиционных цементов (КЦ), содержащих в своем составе алюмосиликатное сырье техногенного происхождения (являющееся регулятором структурообразования на нано-, микро и макроуровнях), для изготовления торкрет-бетонов позволит обеспечить совокупность необходимых свойств несущих стен железобетонного сооружения.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

получены в развитие теории материаловедения новые данные о технологических способах получения торкрет-бетонных смесей на основе композиционных цементов посредством энергосберегающих технологических процессов (усовершенствованы параметры флотации, магнитной сепарации и измельчения);

разработаны рецептуры композиционных цементов класса ЦЕМ V 52.5 с использованием обогащённой золошлаковой смеси, замещающей портландцементный клинкер до 65 мас. %;

предложены составы торкрет-бетонных смесей на основе композиционных цементов с применением ранее не используемых сырьевых ресурсов (алюмосиликатной составляющей обогащенной золошлаковой смеси, полученной по разработанной технологии), обеспечивающих создание высокоплотной упаковки гидратных новообразований, что в свою очередь способствует росту ранней прочности торкрет-бетонов на сжатие до 62%, на растяжение при изгибе – до 49%, коэффициента ударной вязкости – до 80%;

предложена энергоэффективная технология (50 кВт·ч на 1 м³)

получения алюмосиликатной составляющей КЦ путем обогащения золошлаковой смеси, включающего ее флотацию и магнитную сепарацию. При замещении обогащенной золошлаковой смесью портландцементного клинкера более 35 мас. %, она является регулятором структурообразования композиционного цемента, повышая физико-механические свойства и эксплуатационные характеристики композитов на его основе.

Теоретические, практические и экспериментальные исследования автора позволили усовершенствовать научно-технологические основы создания цементных композиционных материалов для зданий и сооружений.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

доказано, что разработанные материалы имеют высокий потенциал для ремонта железобетонных сооружений, что подтверждено при выполнении работ по усилению 5 подвальных помещений в многоэтажных жилых домах и 5 подземных переходов в г. Владивостоке и г. Артеме. Кроме того, ООО «СЗ Патрокл» заинтересовано в приобретении торкрет-бетонов, разработанных при подготовке диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук для применения их при ремонте железобетонных сооружений в г. Владивостоке. Ремонт планируется в 2024 г. с годовой потребностью 10 000 м³ торкрет-бетонной смеси;

выявлено, что разработанные материалы имеют высокий потенциал для ремонта железобетонных сооружений, позволяющий обеспечить быстрое и надежное усиление существующих зданий и сооружений, что является на порядок более экономически выгодным по сравнению с новым строительством;

перспективность разработок диссертации подтверждена результатами апробации торкрет-бетонов на промышленных мощностях ООО «Артемспецстрой» и ООО «Специализированный застройщик УНР 2020», где опытные образцы подверглись всесторонним испытаниям. Подписаны протоколы о намерениях совместной работы и использования результатов;

для внедрения полученных алюмосиликатов в качестве активных минеральных добавок в композиционные цементы был открыт производственный цех на базе ООО «Артемспецстрой» по обогащению золошлаковой смеси с годовой производительностью 10 000 т.;

подготовлены технологические регламенты на изготовление композиционных цементов и эффективных материалов для железобетонных сооружений, технические условия на продукцию и рекомендации по их применению. Важность применения вторичных ресурсов подтверждается вступившим в силу с 1 марта 2024 г. распоряжением Правительства РФ № 2094-р от 2023 г.;

применяются в учебном процессе теоретические и практические положения диссертационного исследования при подготовке специалистов по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений», а также бакалавров и магистров по направлениям подготовки 08.03.01 и 08.04.01 «Строительство», в том числе, при выполнении научно-исследовательских и выпускных квалификационных работ в ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»;

широкомасштабное внедрение результатов диссертационной работы позволит получить значительный экономический эффект и защитить население от негативного воздействия природных и техногенных аномальных воздействий.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

использование современных методов исследования и высокоточного испытательного оборудования является важным фактором, обеспечивающим высокую достоверность результатов. Проведение экспериментов в соответствии с установленными стандартными методиками позволяет получить надежные данные. Кроме того, применение математических статистических методов для обработки и оптимизации результатов исследований позволяет получить более точные и объективные выводы. Анализ статистических данных позволяет выявить закономерности и

тенденции, а также оценить степень достоверности полученных результатов. Положительные результаты опытно-промышленного внедрения разработанных материалов также свидетельствуют об их надежности и технической эффективности. Успешное применение материалов на практике с демонстрацией высоких показателей в реальных условиях подтверждает их высокую достоверность и применимость. В целом, комбинация современных методов исследования, экспериментальных работ, математической статистики и опытно-промышленного внедрения позволяет обеспечить высокую достоверность результатов и повышает уверенность в полученных данных и разработанных материалах.

теория построена на основных положениях теории твердения бетонов в присутствии добавок разной природы.

идея базируется на проведенном аналитическом обзоре научно-технической литературы, фундаментальных и прикладных исследованиях отечественных и зарубежных ученых, на анализе практики, обобщении передового опыта.

проведено системное изучение структуры и свойств сырьевых материалов и цементных композитов. Для создания ремонтных составов использовались теоретические положения закона сродства структур. Физико-механические свойства сырья и разработанных на его основе материалов определялись с применением стандартных методов исследования, используя при этом физико-химические методы анализа, лазерную гранулометрию, рентгенофазовый и дифференциально-термический анализ, растровую электронную микроскопию и т.д. Современные программные продукты использовались для изучения влияния разработанных материалов на защитные характеристики объектов;

установлено качественное и количественное соответствие некоторых авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике.

Личный вклад соискателя состоит в формулировании идеи исследования и создании для нее теоретической базы; непосредственном участии в разработке и внедрении строительных материалов; планировании и осуществлении комплекса эмпирических исследований с дальнейшей обработкой экспериментальных результатов; публикации результатов.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования: предложенная в работе научно-техническая концепция создания материалов плотной структуры может быть использована как методологическая база для проектирования композитов строительного назначения с улучшенными технологическими и эксплуатационными характеристиками. Это позволит эффективно решать прикладные задачи снижения энерго- и ресурсоемкости производства и повышения качества строительных материалов.

Разработанные подходы рационального выбора сырьевых материалов и технологических решений подготовки некондиционного сырья техногенного происхождения с использованием дезинтеграции, флотации, магнитной сепарации, термической обработки, механоактивации и т.д. могут стать концептуальной основой для синтеза цементных композитов для обеспечения заданных физико-механических и технологических параметров рабочих смесей и консолидированных матриц композитов.

Теоретические положения, результаты научно-исследовательской работы и промышленного внедрения могут быть использованы в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Строительство», специалистов по специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений» а также являться основой для программ опережающей переподготовки кадров и повышения квалификации персонала образовательных и производственных организаций.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, диссертация Панарина Игоря Ивановича, представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о

присуждения ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ, принятого Ученым советом ПНИПУ, протокол №3 от 25 ноября 2021 г., в которой обоснованы подходы к выбору эффективных способов получения высокоактивных дисперсных компонентов полиминерального вяжущего и их оценки с учетом специфики сырья, а также рационального применения с учетом технологических особенностей производства материалов.


В диссертационной работе Панарина Игоря Ивановича на основе выполненных автором экспериментов изложены новые научно обоснованные технологические решения и разработки, имеющие существенное значения для развития отрасли строительного материаловедения Российской Федерации.

На заседании 10 июля 2024 года диссертационный совет Д ПНИПУ.05.20 принял решение, присудить Панарину И.И. ученую степень кандидата технических наук (протокол заседания № 7).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.1.5. - Строительные материалы и изделия (отрасль науки – технические), из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – нет.

Председатель диссертационного совета

Д ПНИПУ 05.20

доктор технических наук, 

О.А. Маковецкий

Ученый секретарь диссертационного совета

Д.ПНИПУ 05.20

кандидат технических наук, 

М.О. Карпушко

12 июля 2024 года