

«УТВЕРЖДАЮ»
Врио проректора по научной работе
С.Н. Гончарова
« 15 » _____ 2024 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»**

Диссертация «Композиционные цементы, активированные обогащенными золошлаковыми смесями, и торкрет-бетоны на их основе» выполнена в Дальневосточном федеральном университете (далее – ДВФУ).

В период подготовки диссертации соискатель Панарин Игорь Иванович работал в военном учебном центре при ДВФУ в должности доцента.

В 1987 году окончил Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала инженерных войск А.И. Прошлякова по специальности «Командная тактическая, машины инженерного вооружения», решением Государственной экзаменационной комиссии от 23 июля 1987 года Панарину Игорю Ивановичу присвоена квалификация инженера по эксплуатации машин инженерного вооружения (диплом ПВ №566808).

Панарин И.И. 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 (приказ о прикреплении №12-23-229 от 22.05.2018, приказ об отчислении №12-23-245 от 21.05.2021). 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 (технические науки).

Научный руководитель – Федюк Роман Сергеевич, доктор технических наук, доцент, профессор военного учебного центра при ДВФУ.

Диссертация была обсуждена на заседании Инженерно-строительного отделения Инженерного департамента Политехнического института ДВФУ 23 января 2024 г. протокол № 5.

В дискуссии приняли участие: Макарова Наталья Валентиновна, доцент, кандидат технических наук; Фарафонов Александр Эдуардович, доцент, кандидат технических наук; Гуляев Владимир Трофимович, доцент, кандидат технических наук; Козин Андрей Владимирович, доцент.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Актуальность темы исследования

Строительная отрасль требует применения эффективных материалов, обеспечивающих возрастающие требования при проектировании, строительстве, эксплуатации и ремонте зданий и сооружений различного назначения. Также при этом необходимо решать проблемы, связанные с экологической безопасностью за счет привлечения для производства строительных материалов различных отходов, в том числе техногенных, к которым относятся золошлаковые смеси. В настоящее время широкое применение получили торкрет-бетоны, позволяющие в кратчайшие сроки обеспечить ремонт и обновление зданий и сооружений. В качестве вяжущего для изготовления торкрет-бетонов традиционно используется цемент, однако, с учетом значительной экологической нагрузки от цементной промышленности, достижение улучшенных эксплуатационных характеристик можно добиться только в случае применения композиционных вяжущих материалов с учетом рационально подобранных водовяжущего отношения и гранулометрии компонентов. Поэтому создание составов и технологии торкрет-бетонов на базе композиционных цементов с улучшенным набором свойств, позволяющим обеспечить быстрое и надежное обновление существующих зданий и сооружений, является актуальной научной задачей.

2. Личный вклад автора 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.

3. Достоверность и обоснованность научных результатов обеспечена примененным аппаратом математического планирования экспериментов с использованием системы взаимодополняющих теоретических и экспериментальных исследований, базирующихся на стандартизированной методологии, а также аттестованном и поверенном современном лабораторном оборудовании. Приведенные в диссертации результаты не противоречат опубликованным научным трудам отечественных и зарубежных исследователей в области строительного материаловедения.

4. Научная новизна работы.

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 с низким значением отскока (<8%) 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 коагуляции 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.

Впервые выявлены закономерности влияния различных факторов (состава и пропорции исходных компонентов, параметров их помола) на повышение комплекса эксплуатационных характеристик ремонтных материалов: водопроницаемости более W16, водопоглощение менее 6 мас. %, морозостойкости выше F300. 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.

5. Практическая ценность работы

В развитие теории бетоноведения получены 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 композиционные цементы 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.

6. Ценность научных работ соискателя.

Изучено влияние состава на свойства и строение модифицированных цементных композитов.

Разработаны композиционные вяжущие для бетонов повышенной ударной стойкости.

Осуществлено повышение ударной вязкости торкрет-бетона.

Повышена динамическая прочность торкрет-бетонов.

7. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Основные результаты представлены в 12 работах, в т.ч. в 3 научных статьях в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, 3 статьях из журналов, входящих в базы данных Scopus и Web of Science, получены 3 патента на изобретение.

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.

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.

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.

В изданиях, индексируемом 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. Клюев, 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. Клюев, 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.

8. Соответствие диссертации научной специальности

Диссертация **И.И. Панарина** «Композиционные цементы, активированные обогащенными золошлаковыми смесями, и торкрет-бетоны на их основе» представлена на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. – «Строительные материалы и изделия».

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.1.5. – «Строительные материалы и изделия»: 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. 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». Таким образом, диссертация по содержанию соответствует специальности 2.1.5. – «Строительные материалы и изделия», по которой совету предоставлено право проведения защит диссертаций.

9. Соответствие диссертации п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней».

Диссертация соответствует п. 9 – 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» потому что в ней содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития строительных материалов и изделий, работа написана автором

самостоятельно и обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку, основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях, требования к которым установлено Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, количество публикаций в которых излагаются основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук больше 2, также в диссертации имеются ссылки на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов.

Диссертация «Композиционные цементы, активированные обогащенными золошлаковыми смесями, и торкрет-бетоны на их основе» Панарина Игоря Ивановича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. – «Строительные материалы и изделия».

Заключение принято на заседании Инженерно-строительного отделения Инженерного департамента Политехнического института ДВФУ.

Присутствовало на заседании 21 чел. Результаты голосования: «за» – 21 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 5 от «23» января 2024 г.

Председательствующий
на заседании Инженерно-строительного
отделения кандидат технических наук,
доцент, директор Инженерно-
строительного отделения Инженерного
департамента Политехнического
института ДВФУ

Фарафонов
Александр Эдуардович


иник отдела
зводства
21
2024 г.