

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.276.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК**

аттестационное дело №
решение диссертационного совета от **26.12.2025** года, протокол № 33

О присуждении Фроловой Марии Аркадьевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Физико-химические основы получения и рационального использования механоактивированного сапонитсодержащего порошка при производстве строительных композитов» по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия принята к защите 26 сентября 2025 г. (протокол заседания № 20) диссертационным советом 24.2.276.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, приказ № 544/нк от 01.07.2019 г. с изменениями приказа № 910/нк от 25.09.2025 г.

Соискатель Фролова Мария Аркадьевна, «27» февраля 1983 года рождения, в 2005 году окончила государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Архангельский государственный технический университет» по специальности «Инженерная защита окружающей среды и рациональное природопользование».

Диссертацию на соискание учёной степени кандидата химических наук на тему «Окисление лигнинных веществ в присутствии катализатора – пероксидазы из корней хрена» защитила в 2010 г. в совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.008.02, созданном на базе Архангельского государственного технического университета, **работает** в должности заведующего кафедрой «Материаловедения, реставрации и экологии в строительстве» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова».

Диссертация выполнена на кафедре «Материаловедения, реставрации и экологии в строительстве» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» и кафедре «Строительного материаловедения, изделий и конструкций» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор Лесовик Валерий Станиславович, работает в должности заведующего кафедрой «Строительного материаловедения, изделий и конструкций» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

1. Пухаренко Юрий Владимирович – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», профессор-консультант кафедры технологии строительных материалов и метрологии;

2. Румянцева Варвара Евгеньевна – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», проректор по науке и инновациям;

3. Саламанова Мадина Шахидовна – доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова», профессор кафедры технологии строительного производства

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный архитектурно-строительный университет» (г. Казань) **в своем положительном отзыве**, подписанном Сулеймановым Альфредом Мидхатовичем, доктором технических наук (специальность 05.23.05 – «Строительные материалы и изделия»), профессором, заведующим кафедрой «Строительные материалы», **указала, что** диссертационная работа Фроловой Марии Аркадьевны на тему «Физико-химические основы получения и рационального использования механоактивированного сапонитсодержащего порошка при производстве строительных композитов» представляет собой завершённую научную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение и изложены новые научно-обоснованные технологические решения, которые вносят значительный вклад в развитие строительного материаловедения и отрасли, связанной с производством строительных материалов.

На основании вышеизложенного, диссертационная работа своей актуальностью, сформулированной научно-обоснованной гипотезой, задачами, научной новизной, доказательностью основных положений, достоверностью, теоретической и практической значимостью полученных результатов в полной мере соответствует требованиям п.п. 9-11, 13, 14, установленным Положением о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г., в действующей редакции) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор, **Фролова Мария Аркадьевна**, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Соискатель имеет 132 работы по теме диссертации, из них: 32 – в российских журналах, входящих в перечни рецензируемых научных изданий и международных реферативных баз, рекомендованных ВАК РФ; 24 – в зарубежных изданиях, индексируемых в базах Scopus и Web of Science, приравненных к K1–K2. Издано 3

монографии. Получено 5 патентов на изобретения.

Общий объем научных работ – 136,60 печ. л., личный вклад – 77,89 печ. л.
Общий объем работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 81,68 печ. л., личный вклад – 46,45 печ. л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

В отечественных журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий и международные реферативные базы данных и системы цитирования, рекомендованных ВАК РФ

1. **Фролова, М.А.** Кристаллохимическая характеристика сапонита и серпентина: возможный критерий направленности процесса модификации / М.А. Фролова, Е.В. Королёв, А.М. Айзенштадт, Г.А. Гарамов // Строительные материалы. – 2025. - №5. – С.52-59. DOI:10.31659/0585-430X-2025-835-5-52-59. **K1, SA(pt), УБСЗ**

2. **Фролова, М.А.** Оценка качества механоактивации строительных песков с использованием различных параметров / М.А. Фролова, В.С. Лесовик, А.М. Айзенштадт, М.В. Морозова // Обогащение руд. – 2025. - №2. – С. 38-44. DOI: 10.17580/or.2025.02.06. **K2, SA(pt), Scopus, УБСЗ**

3. **Фролова, М.А.** Влияние на поверхностную активность пластификатора минеральной тонкодисперсной сапонитсодержащей добавки / М.А. Фролова, В.С. Лесовик, Т.А. Дроздюк // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2025. – №4. – С. 35-41. DOI: 10.34031/2071-7318-2025-10-4-35-413. **K1**

4. **Фролова, М.А.** Энергетическая модель активации поверхности минеральных компонентов строительных композиционных материалов / М.А. Фролова, Е.В. Королёв // Строительные материалы. – 2025. – №1-2. – С. 72-78. DOI:10.31659/0585-430X-2025-832-1-2-72-78. **K1, SA(pt), УБСЗ**

5. **Фролова, М.А.** Потенциометрический метод определения гидравлической активности кварцсодержащих порошков /М.А. Фролова, В.С. Лесовик, М.В. Морозова, Т.Н. Орехова // Нанотехнологии в строительстве. – 2025. – № 17(1). – С. 32–41. DOI:10.15828/2075-8545-2025-17-1-3-41. – EDN: WPDJVA. **K1, SA(pt), Scopus, WoS(ESCI), УБСЗ**

6. **Айзенштадт, А.М.** Исследование возможности использования отвальных хвостов предприятия АО «Севералмаз» для производства минеральной добавки к цементным вяжущим / А.М. Айзенштадт, М.В. Морозова, **М.А. Фролова**, А.М. Тюрин // Обогащение руд. – 2024. – №3. С. 42-48. DOI:10.17580/or.2024.03.07 **K2, SA(pt), Scopus, УБСЗ**

7. **Орехова, Т.Н.** Свойства сапонитсодержащего материала – отхода горноперерабатывающей промышленности Архангельской алмазоносной провинции / Т.Н. Орехова, **М.А. Фролова**, М.Н. Сивальнева, В.В. Строкова, А.М. Тюрин // Региональная архитектура и строительство. – 2024. – 4(61). – С. 29-39. **K1, УБСЗ**

8. **Айзенштадт, А.М.** Сапонитсодержащие отходы горно-обогатительных предприятий – сырьевой резерв индустрии строительных материалов / А.М. Айзенштадт, М.В. Морозова, **М.А. Фролова**, В.Е. Данилов, Т.А. Дроздюк, А.М. Тюрин // Экология и промышленность России. – 2024. – Том 28. – №7. – С. 20-25. DOI:10.18412/1816-0395-2024-7-20-25. **K1, GeoRef, Scopus, УБСЗ**

9. **Орехова, Т.Н.** Влияние механической и тепловой обработки на характеристики сапонитсодержащего материала / Т.Н. Орехова, М.Н. Сивальнева, **М.А. Фролова**, В.В. Строкова, Д.О. Бондаренко // Записки Горного института. – 2024. – <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/16487>. EDN VZGFOR. **GeoRef, Scopus,**

WoS(ESCI), УБС1

10. **Фролова, М.А.** Концептуальные аспекты конструирования минеральных порошковых композиций из сырья природного и техногенного происхождения / М.А. Фролова // *Строительные материалы*. – 2024. – №12. – С. 28-33. DOI:10.31659/0585-430X-2024-831-12-28-33. *K1, CA(pt), УБС3*

11. *Айзенштадт, А.М.* Модификационные превращения сапонитсодержащего материала при механическом помоле / А.М. Айзенштадт, **М.А. Фролова**, В.Е. Данилов, Т.А. Дроздук, М.А. Малыгина // *Строительные материалы*. – 2023. – № 7. – С. 54–59. DOI:10.31659/0585-430X-2023-815-7-54-59. *K1, CA(pt), УБС3*

12. *Соколова, Ю.В.* Потенциометрический метод оценки пуццолановой активности высокодисперсных материалов / Ю.В. Соколова, А.М. Айзенштадт, **М.А. Фролова**, А.А. Шинкарук, Т.А. Махова // *Нанотехнологии в строительстве*. – 2023. – Т. 15. – № 4. – С. 349–358. DOI:10.15828/2075-8545-2023-15-4-349-358. *K1, CA(pt), Scopus, WoS(ESCI), УБС2*

13. **Фролова, М.А.** Методические особенности определения удельной поверхностной энергии минеральных кварцсодержащих порошков / М.А. Фролова // *Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова*. – 2022. – № 8. – С. 17–26. DOI:10.34031/2071-7318-2022-7-8-17-26. *K1*

14. **Фролова, М. А.** Аспекты определения агрегативной стабильности водных суспензий минеральных порошков для строительных композитов / М.А. Фролова // *Нанотехнологии в строительстве*. – 2022. – Т. 14. – №1. – С. 5–10. DOI:10.15828/2075-8545-2022-14-1-5-10. *K1, CA(pt), Scopus, WoS(ESCI), УБС2*

15. *Морозова, М.В.* Фазово-структурная гетерогенность и активность поверхности порошков полиминеральных песков / М.В. Морозова, А.М. Айзенштадт, М.В. Акулова, **М.А. Фролова** // *Нанотехнологии в строительстве*. – 2022. – Т. 14. – № 2. – С. 89–95. DOI:10.15828/2075-8545-2022-14-2-89-95. *K1, CA(pt), Scopus, WoS(ESCI), УБС2*

16. *Малыгина, М.А.* Структурная модификация сапонит-содержащего материала при его механическом диспергировании / М.А. Малыгина, А.М. Айзенштадт, Т.А. Дроздук, **М.А. Фролова**, М.А. Пожилов // *Строительные материалы*. – 2022. – №9. – С. 32-38. DOI:10.31659/0585-430X-2022-806-9-32-38. *K1, CA(pt), УБС3*

17. *Айзенштадт, А.М.* Основные критерии оптимизации режимных параметров механического помола сапонит-содержащего материала для последующего получения магнезиального цемента / А.М. Айзенштадт, М.А. Малыгина, **М.А. Фролова**, Т.А. Дроздук, М.А. Пожилов // *Строительство и техногенная безопасность*. – 2022. – №29(79). – С. 167-174. *K2*

18. *Морозова, М.В.* Оценка возможности использования порошков полиминеральных кремнеземсодержащих песков в качестве гидрофобизирующего покрытия / М.В. Морозова, А.М. Айзенштадт, М.В. Акулова, **М.А. Фролова**, А.В. Шаманина // *Нанотехнологии в строительстве*. – 2021. – 13 (4). – С. 222–228. DOI:10.15828/2075-8545-2021-13-4-222-228. *K1, CA(pt), Scopus, WoS(ESCI), УБС2*

19. *Дроздук, Т.А.* Минераловатный композит с использованием сапонитсодержащих отходов горнодобывающей промышленности / Т.А. Дроздук, А.М. Айзенштадт, **М.А. Фролова**, Рама Шанкер Верма // *Строительные материалы и изделия*. – 2020. – Том 3. – №3. – С. 21-27. DOI:10.34031/2618-7183-2020-3-3-21-27. *K1, CA(pt), УБС4*

20. *Дроздук, Т.А.* Оценка пригодности базальтов для производства минерального волокна / Т.А. Дроздук, А.М. Айзенштадт, Т.А. Махова, **М.А. Фролова** //

Промышленное и гражданское строительство. – 2018. – № 7. – С. 52-56. *K1*

21. **Фролова, М.А.** Алюмосиликатное вяжущее на основе сапонитсодержащих отходов алмазодобывающей промышленности / М.А. Фролова, М.В. Морозова, А.М. Айзенштадт, А. С. Тутыгин // Строительные материалы. – 2017. – № 7. – С. 68–70. *K1, CA(pt), УБСЗ*

22. **Дроздюк, Т.А.** Оценка активности минерального связующего на основе сапонит-содержащего материала / Т.А. Дроздюк, А.М. Айзенштадт, **М.А. Фролова**, А.А. Носуля // Строительные материалы. – 2016. – № 9. – С. 76-79. *K1, CA(pt), УБСЗ*

23. **Дроздюк, Т.А.** Неорганическое связующее для минеральной теплоизоляции / Т.А. Дроздюк, А.М. Айзенштадт, А.С. Тутыгин, **М.А. Фролова** // Строительные материалы. – 2015. – № 5. – С. 86-89. *K1, CA(pt), УБСЗ*

24. **Морозова, М.В.** Использование сапонит-содержащих отходов в качестве компонента сухой строительной смеси для мелкозернистых бетонов с улучшенными эксплуатационными характеристиками / М.В. Морозова, А.М. Айзенштадт, **М.А. Фролова**, Т.А. Махова // Academia. Архитектура и строительство. – 2015. – № 4. – С. 137-141. *K1, УБСЗ*

25. **Тутыгин, А.С.** Проектирование состава строительных композитов с учетом термодинамической совместимости высокодисперсных систем горных пород / А.С. Тутыгин, А.М. Айзенштадт, В.С. Лесовик, **М.А. Фролова** // Строительные материалы. – 2013. – № 3. – С. 74-76. *K1, CA(pt), УБСЗ*

26. **Абрамовская, И.Р.** Энергетика высокодисперсных композитов горных пород / И.Р. Абрамовская, А.М. Айзенштадт, **М.А. Фролова**, Л.А. Вешнякова, А.С. Тутыгин // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2013. – № 3. – С. 56-65. *K1, CA(pt), Scopus, WoS(ESCI), УБСЗ*

27. **Вешнякова, Л.А.** Оптимизация состава высокодисперсных композитов строительных растворов / Л.А. Вешнякова, А.М. Айзенштадт, **М.А. Фролова**, Е.А. Грунова, А.Н. Долинин // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2013. – № 5. – С. 13-20. (ИФ – 0,973) *K1, CA(pt), Scopus, WoS(ESCI), УБСЗ*

28. **Лесовик, В.С.** Поверхностная активность горных пород / В.С. Лесовик, **М.А. Фролова**, А.М. Айзенштадт // Строительные материалы. – 2013. – № 11. – С. 71-74. *K1, CA(pt), УБСЗ*

29. **Вешнякова, Л.А.** Оценка энергетического состояния сырья для получения строительных материалов / Л.А. Вешнякова, **М.А. Фролова**, А.М. Айзенштадт, В.С. Лесовик, О.Н. Михайлова, Т.А. Махова // Строительные материалы. – 2012. – № 10. – С. 21-23. *K1, CA(pt), УБСЗ*

30. **Айзенштадт, А.М.** Проектирование состава нано- и микроструктурированных строительных композиционных материалов / А.М. Айзенштадт, Т.А. Махова, **М.А. Фролова**, А.С. Тутыгин, А.А. Стенин, М.А. Попова // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 10. – С. 14-18. *K1*

31. **Фролова, М.А.** Применение термодинамического подхода к оценке энергетического состояния поверхности дисперсных материалов / М.А. Фролова, А.С. Тутыгин, А.М. Айзенштадт, Т.А. Махова, Т.А. Пospelова // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2011. – № 6. – С. 13-23. *K1, CA(pt), Scopus, WoS(ESCI), УБСЗ*

32. **Фролова, М.А.** Критерий оценки энергетических свойств поверхности / М.А. Фролова, А.С. Тутыгин, А.М. Айзенштадт, В.С. Лесовик, Т.А. Махова, Т.А. Пospelова // Наносистемы: физика, химия, математика. – 2011. – № 2 (4). – С. 120-125. *K1, CA(pt), Scopus, WoS(ESCI), УБСЗ*

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

33. *Ayzenshtadt, A.M.* Characteristics of polymineral powders of the mining and processing plant of severalmaz JSC / A.M. Ayzenshtadt, V.E. Danilov, **M.A. Frolova**, A.O. Belyaev, A.M. Tyurin, P.A. Maryandyshev and V.Yu. Samofalov // *Inorganic Materials: Applied Research*. – 2025. – Vol. 16. – № 1. – P. 81–87. DOI:10.1134/S2075113324701375. (*Scopus (a) Q3, WoS(SCIE)(a)Q4, YBC3, K1*)

34. *Ayzenshtadt, A.M.* Physical and Chemical Characteristics of the Surface of Powders of Saponite-Containing Material after Its Mechanical Dispersion / A.M. Ayzenshtadt, V.V. Stroikova, V.V. Nelyubova, M.A. Malygina, and **M.A. Frolova** // *Inorganic Materials: Applied Research*. – 2025. – Vol. 16. – № 3. – P. 744–752. DOI: 10.1134/S2075113325700613. (*Scopus (a) Q3, WoS(SCIE)(a)Q4, YBC3, K1*)

35. *Ayzenshtadt, A.M.* Structural Modification of Fine Powders of Overburden Rocks of Saponite-Containing Bentonite Clay / A.M. Ayzenshtadt, E.V. Korolev, M.A. Malygina, T.A. Drozdyuk and **M.A. Frolova** // *Inorganic Materials: Applied Research*. – 2024. – Vol. 15. – № 3. – P. 766–771. DOI:10.1134/S2075113324700199. (*Scopus (a) Q3, WoS(SCIE)(a)Q4, YBC3, K1*)

36. **Frolova, M.A.** Mineral Powders: Activity and Specific Surface Area / M.A. Frolova, A.M. Ayzenshtadt, V.E. Danilov and T.A. Makhova // *Inorganic Materials: Applied Research*. – 2024. – Vol. 15. – № 1. – P. 1–7. DOI:10.1134/S2075113324010131. (*Scopus (a) Q3, WoS(SCIE)(a)Q4, YBC3, K1*)

37. *Ayzenshtadt, A.M.* Control of Physical and Chemical Processes at the Phase Boundary in the Formation of Building Composites / A.M. Ayzenshtadt, **M.A. Frolova**, Y.V. Sokolova, T.A. Drozdyuk // *Digital Technologies in Construction Engineering. Lecture Notes in Civil Engineering*. – 2022. – vol. 173. – P. 209-215. DOI:10.1007/978-3-030-81289-8_27. (*Scopus Q4*)

38. *Morozova, M.V.* Possible Approach to the Production of Active Silica-Containing Powders / M.V. Morozova, M.V. Akulova, A.M. Ayzenshtadt, **M.A. Frolova** // *Digital Technologies in Construction Engineering. Lecture Notes in Civil Engineering*. – 2022. – vol. 173. – P. 183-189. DOI:10.1007/978-3-030-81289-8_24. (*Scopus Q2*)

39. *Drozdyuk, T.* Preliminary study on the mechanical activation and high-temperature treatment of saponite-containing tailings generated during kimberlite ore dressing / T. Drozdyuk, **M. Frolova**, A. Ayzenshtadt, R.K. Calay, A.A. Jhatial // *Appl. Sci*. – 2022. – 12. – 4957. DOI: 10.3390/app12104957. (*Scopus Q4*)

40. *Ayzenshtadt, A.M.* Possible Approach to Estimating the Dispersion Interaction in Powder Systems / A.M. Ayzenshtadt, E.V. Korolev, T.A. Drozdyuk, V.E. Danilov and **M.A. Frolova** // *Inorganic Materials: Applied Research*. – 2022. – Vol. 13. – № 3. – P. 793 – 799. DOI: 10.1134/S2075113322030029. (*Scopus (a) Q3, WoS(SCIE)(a)Q4, YBC3, K1*)

41. *Shamanina, A.V.* Aspects of Determining the Surface Activity of Dispersed Systems Based on Mineral Powders / A.V. Shamanina, V.M. Kononova, V.E. Danilov, **M.A. Frolova** and A.M. Ayzenshtadt // *Inorganic Materials: Applied Research*. – 2022. – Vol. 13. – № 1. – P. 194 –199. DOI: 10.1134/S2075113322010336. (*Scopus (a) Q3, WoS(SCIE)(a)Q4, YBC3, K1*)

42. *Ayzenshtadt, A.M.* Possible criterion for evaluating the compatibility of components in the building mixtures / A.M. Ayzenshtadt, A.A. Shinkaruk, **M.A. Frolova** // *Lecture Notes in Civil Engineering*. – 2021. – Vol. 95. – P. 280–286. DOI:10.1007/978-3-030-54652-6_42. (*Scopus Q4*)

43. *Morozova, M.V.* Determination of energy parameters of sands by the example of deposits in Arkhangelsk oblast / M.V. Morozova, M.V. Akulova, **M.A. Frolova**, Y.A.

- Shchepochkina // *Inorganic Materials: Applied Research*. – 2021. – T. 12. – №4. – P. 897-900. DOI: 10.1134/S2075113321040298. (*Scopus (a) Q3, WoS (SCIE)(a) Q4, YBC3, K1*)
44. *Morozova, M.V.* Surface Activity of the Fine Disperse Systems on the Basis of Construction Sands / M.V. Morozova, M.V. Akulova, **M.A. Frolova** // *Innovations and Technologies in Construction. BUILDINTECH BIT 2020. Lecture Notes in Civil Engineering*. – 2020. – Vol. 95. – P. 206-212. DOI:10.1007/978-3-030-54652-6_31. (*Scopus Q4*)
45. *Ayzenshtadt, Arcady M.* Energy Interpretation of a Kinetic Model of Topochemical Reactions / Arcady M. Ayzenshtadt, Yulia V. Sokolova, Victor E. Danilov, **Maria A. Frolova** // *Solid State Technology*. – 2020. – Vol. 63. – No. 6. – P. 2530-2541. (*Scopus Q4*)
46. *Morozova, M.* Synthesis of Low-Base Calcium Silicates in Concrete Modified by Microdispersed Saponite-Containing Component / M. Morozova, **M. Frolova**, T. Makhova // *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM*. – 2019. – Vol. 19(6.1). – P. 427-434. (*Scopus*)
47. *Sokolova, Y. V.* Kinetic description of heterogeneous processes using surface tension as an information parameter / Y. V. Sokolova, A.M. Ayzenshtadt, **M.A. Frolova**, V.V. Strokova // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2019. – Vol. 1400 (077053). DOI:10.1088/1742-6596/1400/7/077054. (*Scopus*)
48. *Drozdyuk, T. A.* Effect of thermal modification of saponite-containing material on energy properties of its surface / T.A. Drozdyuk, A.M. Ayzenshtadt, **M.A. Frolova** // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2019. – Vol. 1400 (077053). DOI:10.1088/1742-6596/1400/7/077056. (*Scopus*)
49. *Sokolova, Yulia* Energy characteristics of finely dispersed rock systems/ Yulia Sokolova, Arkady Ayzenshtadt, **Maria Frolova**, Valeria Strokova and Vadim Kobzev // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. – 2018. – 365. – 032036. DOI: 10.1088/1757-899X/365/3/032036. (*Scopus*)
50. *Drozdyuk, Tatiana* Thermal insulation composite with the use of mining waste / Tatiana Drozdyuk, Arkady Ayzenshtadt, **Maria Frolova** and Anna Nosulya // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. – 2018. – 365. – 032062. DOI:10.1088/1757-899X/365/3/032062. (*Scopus*)
51. *Morozova, M.V.* Phase-structural irregularity of the mechanically activated saponite-containing material surface / M.V. Morozova, **M.A. Frolova**, T.A. Makhova and V.S. Lesovik // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2018. – Vol. 1038. – Number 1 (012139). DOI:10.1088/1742-6596/1038/1/012139. (*Scopus*)
52. *Danilov, V.E.* Dispersion Interactions as Criterion of Optimization of Cementless Composite Binders / V. E. Danilov, A.M. Ayzenshtadt, **M. A. Frolova**, A.S. Tutygin // *Inorganic Materials: Applied Research*. – 2018. – Vol. 9. – № 4. – P. 767–771. DOI:10.1134/S2075113318040093. (*Scopus (a) Q3, WoS(SCIE)(a)Q4, YBC3, K1*)
53. *Morozova, M.V.* Sorption-desorption properties of saponite-containing material / M.V. Morozova, **M.A. Frolova** and T.A. Makhova // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2017. – Vol. 929. – Number 1. – P. 012111. DOI:10.1088/1742-6596/929/1/012111. (*Scopus*)
54. *Drozdyuk, T.* Basalt fiber insulating material with a mineral binding agent for industrial use / T. Drozdyuk, A. Aizenshtadt, A. Tutygin and **M. Frolova** // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2016. – Vol. 124.- No.1. – P. 1-4. DOI:10.1088/1757-899X/124/1/012123. (*Scopus*)
55. *Lesovik, Valery* «Green» Composites for North-Arctic Region Development / Valery Lesovik, Arcady Ayzenshtadt, **Maria Frolova**, Ruslan Lesovik and Valeriya Strokova

//The Open Ecology Journal. – 2014. – № 7. – P. 32-36.
DOI:10.2174/1874213001407010032. (*Scopus, Q3*)

56. *Lesovik, V.S.* Peculiarities of composition materials for architectonical geonics / V.S. Lesovik, V.M. Vorontsov, **M.A. Frolova**, Y.V. Degtev, R.I. Fironov // Research Journal of Applied Sciences. – 2014. – 9 (12). – P. 1149-1152. DOI:10.3923/rjasci.2014.1149.1152. (*Scopus*)

Объекты интеллектуальной собственности

57. Пат.2829450 С1 Российская Федерация МПК G01N 3/08. Способ определения параметров набухания сапонитсодержащего материала и устройство к испытательной машине для его определения / И.Н. Иванов, А.М. Тюрин, В.Е. Данилов, А.О. Беляев, **M.A. Фролова**, А.М. Айзенштадт, П.А. Марьяндышев; заявитель и патентообладатель Акционерное общество «Севералмаз» – № 2024110657. Заявл. 18.04.2024. Оpubл. 30.10.2024. – Бюл. № 31. – 17 с.

58. Пат.224463 U1 Российская Федерация МПК G01N 15/14. Модульное устройство для определения содержания взвешенных частиц в коллоидных системах / И.Н. Иванов, А.М. Тюрин, В.Е. Данилов, **M.A. Фролова**, А.М. Айзенштадт, П.А. Марьяндышев; заявитель и патентообладатель Акционерное общество «Севералмаз» – № 2024103560. Заявл. 13.02.2024. Оpubл. 26.03.2024. – Бюл. № 9. – 9 с.

59. Пат.2810425 С1 Российская Федерация МПК C02F 1/52, B01D 21/01. Способ осветления сапонитовой глинистой суспензии / И.Н. Иванов, В.Ю. Самофалов, А.М. Тюрин, В.В. Коленченко, Ю.Г. Хабаров, В.А. Вешняков, А.А. Фролов, **M.A. Фролова**; заявитель и патентообладатель Акционерное общество «Севералмаз» – № 2023121445. Заявл. 16.08.2023. Оpubл. 27.12.2023. – Бюл. № 36. – 7 с.

60. Пат.122584 U1 Российская Федерация, МПК B01D 21/02. Устройство для моделирования процесса осветления технологической воды на предприятиях горнодобывающей промышленности / А.С. Тутыгин, А.М. Айзенштадт, **M.A. Фролова**, А.А. Шинкарук, К.В. Дроздук; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова» (САФУ). -№ 2012118342/05. Заявл. 03.05.2012. Оpubл. 10.12.2012. – Бюл. № 34. – 8 с.

61. Пат.2791976 С1 Российская Федерация МПК G01N 33/38, G01N 3/00, G01N 13/00. Способ определения активности цемента / А.В. Шаманина, А.А. Зуев, А.М. Айзенштадт, **M.A. Фролова**, В.Е. Данилов; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова» (САФУ). – № 2022111347. Заявл. 26.04.2022. Оpubл. 15.03.2023. – Бюл. № 8. – 7 с.

Монографии

62. *Тутыгин, А.С.* Природные сырьевые материалы строительного назначения в Северо-Арктическом регионе. Минерально-сырьевая база Архангельской области / А.С. Тутыгин, **M.A. Фролова**, С.Е. Аксенов, Т.А. Махова, И.Ю. Заручевных, А.М. Айзенштадт, А.Л. Невзоров, В.С. Лесовик. – Архангельск: Изд-во С(А)ФУ, 2011. – 148 с.

63. *Фролова, M.A.* Основы термодинамики поверхности наноситом на основе горных пород для строительных композитов / M.A. Фролова, А.М. Айзенштадт, А.С. Тутыгин. – Архангельск: Изд-во С(А)ФУ, 2013.- 115 с.

64. *Айзенштадт, А.М.* Элементы физикохимии поверхности высокодисперсных систем / А.М. Айзенштадт, В.С. Лесовик, М.А. Фролова, А.С. Тутыгин. – Архангельск: Изд-во С(А)ФУ, 2015. – 145 с.

В диссертации отсутствуют достоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты исследования.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

1. Местникова Алексея Егоровича, доктора технических наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, профессора кафедры «Прикладной механики и строительного материаловедения» ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова (СВФУ)», замечания:

1. Требуется пояснений вопрос, связанный с возможной корректировкой модели механоактивации минерального сырья при изменении, например, вещественного состава сырьевого материала или размольного аппарата.

2. В автореферате используется название минерала «сапонит» для обозначения исследуемого сырьевого материала (например, в названии таблицы 2). При этом в тексте над данной таблицей написано «...для исследуемого сапонитсодержащего материала, исходя из его элементного состава (табл. 2)...».

3. В таблице 9 во втором столбце единица измерения лишняя, т.к. все показатели с размерностями уже указаны в первом столбце.

2. Федюка Романа Сергеевича, доктора технических наук (2.1.5 – Строительные материалы и изделия), профессора, профессора военного учебного центра ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ)», замечания:

1. Подписи на термограммах (рисунок 5) нечитаемы.

2. На дифрактограммах (рисунок 4) показательнее было бы не просто указать аморфную и кристаллическую составляющие, но и подписать минеральную составляющую.

3. Пчельникова Александра Владимировича, доктора технических наук (2.1.5 – Строительные материалы и изделия), доцента, заведующего кафедрой надежности и ремонта машин ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», замечания:

1. Насколько применимы и масштабируемы результаты полученного исследования в рамках использования сапонитового сырья других месторождений с учетом их физических и энергетических характеристик?

2. Из материалов автореферата (стр. 13-15) неясно, как определялось изменение фрактальной размерности минеральных компонентов (кварцевого песка и сапонитсодержащего материала) при их измельчении в планетарной шаровой мельнице. Как получены значения D_s в таблице 1 на стр.14 и рис. 1 а, б?

4. Бурьянова Александра Федоровича, доктора технических наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), доцента, исполнительного директора НО «Российская Гипсовая Ассоциация», замечания:

1. На странице 7 автореферата в последнем пункте научной новизны работы указано, что механоактивация МСП до адсорбционной удельной поверхности не ниже 1500 м²/кг обеспечивает переход трехслойной структуры сапонита в

двухслойную, характерную для серпентина. Однако приведенное на странице 16 в таблице 3 значение адсорбционной удельной поверхности для исходного МСП уже составляет 7342 м²/кг. Возможно, в данном пункте имелась ввиду не адсорбционная удельная поверхность, а определенная методом газопроницаемости, так как согласно таблице 5 на странице 22 и пояснениям на странице 23 только после преодоления временной рамки в 20 минут измельчения ССМ его значение удельной поверхности (по газопроницаемости) начинает превышать 1500 м²/кг и происходит преобразование структуры сапонита. Так ли это?

2. К сожалению, в тексте автореферата встречаются технические ошибки (например, стр. 17 – на рисунке 2 ось абсцисс обозначена как «Р» и предположительно показывает долю МСП в системе, поскольку ни в подрисуночной подписи, ни в тексте рядом нет расшифровки этого символа).

5. Крамар Людмилы Яковлевны, доктора технических наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, профессора кафедры «Строительные материалы и изделия» ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», замечания:

1. При проведении исследования состав гидратных фаз цементного камня с добавками и без них довольно надежно и эффективно можно установить рентгенофазовым анализом, а результаты микроскопии, данные на рис. 10, и другие методы могут только дополнительно это подтвердить.

2. Из автореферата следует, что для повышения прочности и морозостойкости предлагаемых изделий предполагается оптимизация В/Ц отношения, чаще его снижения, и активности механоактивированного сапонитсодержащего порошка (МСП). Каким способом проводится такая оптимизация в настоящей работе и применяются ли для этого современные добавки суперпластификаторы?

6. Логаниной Валентины Ивановны, доктора технических наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, заведующего кафедрой «Управление качеством» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», замечания:

1. Из текста автореферата неясно, проводили ли исследования оценки упруго-пластических свойств мелкозернистых бетонов с использованием МСП. Какова область применения таких бетонов?

7. Урхановой Ларисы Алексеевны, доктора технических наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, профессора кафедры градостроительства ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», замечания:

1. Основным активным компонентом минерального нанодисперсного модификатора является сапонит, который выделяется из суспензии оборотной воды. Поэтому для характеристики представительности используемого минерального сырья необходимы данные о возможных, например, сезонных изменениях его содержания.

8. Стародубцевой Тамары Никаноровны, доктора технических наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), доцента, профессора кафедры промышленного транспорта, строительства и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф.

Морозова», замечания:

1. На странице 14 автореферата в формулах (2) и (3) присутствует показатель ρ_m , которого нет в пояснении к формуле ниже (вместо него есть ρ_0), кроме того единицы измерения показателей не приведены.

2. Номер для обозначения поликристаллического кварца (КК) в таблице 4 на странице 19 не совпадает с номером, указанным в тексте на этой странице в конце первого абзаца (номер 4 в таблице и номер 2 в тексте – A_{m02}).

3. В четвертом абзаце на странице 28 указано, что технология получения МСП включает последовательные стадии предварительного грубого помола, сушки и последующей механоактивации. Но, исходя из принципиальной технологической схемы получения МСП (рисунок 12), последовательность операций другая: обезвоживание продукта (в туннельной сушилке), затем стадия грубого помола в молотковой дробилке, затем стадия финишного помола в помольном комплексе.

9. Славчевой Галины Станиславовны, доктора технических наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), доцента, профессора кафедры «Технологии строительных материалов изделий и конструкций» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет (ВГТУ)», замечания:

1. Требуется пояснения, почему МСП использовался только для модифицирования мелкозернистых бетонов. Возможно ли использование МСП в качестве модификаторов для других видов цементных бетонов, например, тяжелых или макропористых?

10. Скрипниковой Нелли Карповны, доктора технических наук (05.23.08 – Технология и организация промышленного и гражданского строительства), профессора кафедры «Прикладной механики и материаловедения» ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», замечания:

1. Сапонитсодержащие отходы могут иметь непостоянный химический и минералогический состав, что может влиять на стабильность свойств МСП. В автореферате не полностью освещены методы контроля и корректировки технологических параметров при изменении состава исходного сырья.

2. В разделе практического применения целесообразно было бы дополнительно осветить аспекты масштабируемости и устойчивости производства высокодисперсного порошка на промышленных установках.

3. Рисунки 1, 5, 11 автореферата имеют слишком мелкий масштаб, затрудняющий восприятие материала.

11. Чулковой Ирины Львовны, доктора технических наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, профессора кафедры «Промышленное и гражданское строительство» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», замечания:

1. Чем можно объяснить (рис. 2 автореферата), что область термодинамической совместимости компонентов при содержании МСП в интервале 3-6 масс. %? Точки пересечения в интервале 3-5 %.

2. На с. 18 автореферата последнее предложение: «... сочетание компонентов в которой дает максимальную по значению величину A ». Как установить, что это максимальное значение? К какому значению стремится количественно, можете назвать?

3. В таблице 4 на с. 19 не расшифрованы названия порошков: КЗ, К и КК.

12. Федоркина Сергея Ивановича, доктора технических наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, заведующего кафедрой «Строительного инжиниринга и материаловедения» института «Академии строительства и архитектуры» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», замечания:

1. Исследование стало бы более насыщенным, если бы в автореферате были приведены сравнительные данные об использовании различных типов механоактиваторов для получения МСП.

2. На наш взгляд, автору необходимо было расширить количество видов строительных материалов, получаемых с применением МСП.

13. Бондарева Бориса Александровича, доктора технических наук (05.21.01 – Технология и машины лесного хозяйства и лесозаготовок, 05.21.05 – Технология и оборудование деревообрабатывающих производств), профессора кафедры «Строительного материаловедения и дорожных технологий» ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», замечания:

Замечаний по автореферату нет.

Все отзывы положительные.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью в данной отрасли науки ученых, обладающих научными достижениями и глубокими профессиональными знаниями по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия, которой соответствует диссертация, владеющих методами исследования, используемых автором, способных дать объективное заключение, проявить высокую научную принципиальность и требовательность, что подтверждается значительным количеством их публикаций, а также сформулированными замечаниями и изложенными выводами в отзывах на диссертационную работу. **Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный архитектурно-строительный университет» (КГАСУ) является одним из ведущих строительных университетов России. Важная роль отводится в КГАСУ научно-исследовательской и научно-производственной деятельности, реализующей приоритетные направления строительного комплекса страны, включая проблемы архитектуры и градостроительства, строительных конструкций, строительного материаловедения, строительных технологий и техники, экологической безопасности строительства и другие. Одной из областей научно-исследовательской деятельности научной школы КГАСУ является разработка перспективных направлений использования вторичных ресурсов и промышленных отходов для создания строительных материалов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная концепция количественной оценки энергетических параметров дисперсного материала при его механическом измельчении, позволяющая оптимизировать выбор минерального сырья для получения реакционно активных порошков, используемых в производстве строительных композитов различного функционального назначения. Показано, что для порошковых систем склонность к управляемым трансформационным

преобразованиям (химической модификации, адгезии, сорбции и пр.) определяется величиной энергетического поверхностного потенциала, а формирование системных эффектов при контактном взаимодействии частиц на границе раздела фаз зависит от первичной составляющей такого контактного взаимодействия, которая связана с силами дисперсионной природы;

предложена научная гипотеза, заключающаяся в необходимости разработки научно обоснованных методов количественной оценки энергетического потенциала механоактивированных порошковых систем и дисперсионного взаимодействия частиц на границе раздела фаз, что позволит управлять процессом получения активных минеральных дисперсий и реализовать новый принцип конструирования композитов с формированием синергетического эффекта, основанного на подборе компонентов дисперсных фаз с учетом их межчастичного взаимодействия. Сформулированная научная гипотеза была подтверждена при разработке физико-химических основ получения и рационального использования механоактивированных сапонитсодержащих порошковых систем при производстве строительных материалов различного назначения;

доказана эффективность использования разработанного физико-химического подхода, позволяющего рационально использовать механоактивированный сапонитсодержащий порошок, полученный в процессе механоактивации твердой фазы, выделенной из суспензии оборотной воды процесса обогащения кимберлитовых руд, при производстве строительных композитов, заключающегося в последовательной оценке: энергетических параметров сырьевых компонентов; результативности механоактивации материалов, определяемой по критериям активности поверхности и фрактальной размерности; характера функциональной взаимосвязи между характеристиками компонентов системы, участвующих в процессах структурообразования;

введены критерии и методические приемы их количественного определения, позволяющие обосновать выбор дисперсных компонентов, композиция из которых способствует проявлению системного синергетического эффекта при достижении максимальной консолидации композиции и активации процессов структурообразования, в качестве которых предложено использовать аналоговую величину постоянной Гамакера и термодинамическую совместимость компонентов. Для оценки эффективности процесса механоактивации минерального сырья введено понятие активности поверхности порошков, которое характеризует долю общего запаса генетически обусловленной потенциальной энергии системы, перешедшей в свободную поверхностную энергию при механическом помоле.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в расширение теоретических представлений о получении, прогнозировании свойств и определении областей применения механоактивированных компонентов, полученных из минерального сырья как природного, так и техногенного происхождения, а также создании минеральных композиций на их основе за счет использования методов оценки термодинамической совместимости компонентов. Дополнены теоретические и методологические основы проектирования строительных композитов неорганической природы путем реализации нового принципа их конструирования, ключевыми факторами которого являются константа Ван-дер-Ваальсового

взаимодействия и управляемая активация приповерхностных слоев взаимодействующих компонентов. Разработана и научно обоснована методическая база проведения исследований в этом направлении;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных физико-химических методов исследования, стандартных методик экспериментальных исследований и обработки их результатов, что позволило получить воспроизводимые и согласующиеся между собой экспериментальные данные, а также новые зависимости, не противоречащие современным научным представлениям;

изложены доказательства правомочности применимости разработанной энергетической модели оценки механоактивации по критериям активности поверхности и фрактальной размерности. Установлена корреляционная взаимосвязь активности поверхности с теплотой гидратации и фазово-структурной неоднородностью дисперсного материала;

предложены термодинамические модели, определяющие характер функциональной взаимосвязи между степенью измельчения, величиной изменения свободной поверхностной энергии и значением удельной поверхности порошковых минеральных систем. Адекватность действия моделей продемонстрирована на системе «механоактивированный сапонитсодержащий порошок (МСП) – полиминеральный песок», при этом установлено, что для данной системы существует область термодинамической совместимости компонентов, которая характеризуется активизацией процессов структурообразования и, как следствие, самопроизвольной консолидацией зерен в системе «клинкерные минералы – вода – модификатор – наполнитель»;

изучено влияние водосорбционной активности МСП, как минерального модификатора для мелкозернистых бетонов, на процессы структурообразования композита, заключающееся в: пластифицирующем действии МСП на этапе приготовления бетонной смеси; связывании гидроксида кальция, выделяющегося при гидратации клинкерных минералов, с образованием гидросиликатов кальция второй генерации на этапе набора прочности; пролонгированной дегидратации сапонита с выделением связанной воды и ее участием в процессах гидратации в более поздние сроки твердения бетона;

обоснована и экспериментально подтверждена эффективность применения МСП в качестве вяжущего при производстве теплоизоляционных и конструктивно-теплоизоляционных композиционных минераловатных изделий, получаемых на основе базальтового волокна. Предложен механизм структурообразования термостойкого сапонит-базальтового материала, заключающийся в последовательно протекающих при высокотемпературной обработке процессах дегидратации слоистых алюмосиликатов и последующей перекристаллизации в минералы группы оливина. Трансформация минеральных фаз МСП обеспечивает адгезионное связывание базальтовых волокон с формированием прочного стекловолоконистого композиционного материала;

предложен и экспериментально подтвержден механизм кристаллохимических трансформаций сапонит-серпентин-форстерит-магнезит, который заключается в последовательно протекающих процессах удаления из кристаллической решетки сапонита свободной воды при температурном воздействии, механоактивации до

удельной поверхности $1500 \text{ м}^2/\text{кг}$, обжига (при $700\text{--}800 \text{ }^\circ\text{C}$), финишного помола и повторного обжига полученного полуфабриката. Данный факт открывает перспективы использования МСП в качестве сырья для производства магнезиального цемента.

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

разработаны и внедрены методы и критерии оценки эффективности физико-химических процессов, протекающих при механоактивации компонентов, и математические модели, описывающие параметры структуры сырьевых материалов, определяющие свойства строительных композитов; технология получения механоактивированного сапонитсодержащего порошка с удельной поверхностью не менее $300 \text{ м}^2/\text{кг}$, влажностью не более 3%, плотностью не менее $1250 \text{ кг}/\text{м}^3$; составы мелкозернистых бетонов с использованием МСП в качестве минеральной модифицирующей добавки, позволяющие получать бетоны с пределом прочности при сжатии до 73 МПа, морозостойкостью не ниже F300 и водонепроницаемостью до W10; составы и технологические параметры получения сапонит-базальтовых минеральных композиций, получаемых на основе базальтового волокна, позволяющие получать теплоизоляционный композит с плотностью $40\text{--}43 \text{ кг}/\text{м}^3$, коэффициентом теплопроводности $0,039\text{--}0,040 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, сжимаемостью 22–25%, влажностью не более 1%; составы и технологические параметры сапонит-базальтовых конструкционно-теплоизоляционных композитов с плотностью $679\text{--}835 \text{ кг}/\text{м}^3$, прочностью на сжатие $1,6\text{--}3,8 \text{ МПа}$, коэффициентом теплопроводности $0,104\text{--}0,137 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, водопоглощением 25–27%, морозостойкостью 25–35 циклов;

определены перспективные области применения: МСП в технологиях производства широкого спектра строительных материалов и изделий; теоретических результатов исследований в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Строительство», аспирантов – по направлению «Техника и технологии строительства»;

созданы система практических рекомендаций и алгоритм использования механоактивированного сапонитсодержащего порошка в практике производства строительных материалов различного функционального назначения; пакет нормативных документов, обеспечивающих внедрение результатов диссертационной работы;

представлены рациональные области использования МСП в технологиях производства широкого спектра строительных материалов и изделий (огнеупорная керамика, магнезиальный цемент, глинопорошок для буровых растворов), по технологии изготовления которых имеется значительный научный задел.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном метрологически аттестованном современном научно-исследовательском оборудовании, с необходимым количеством проведенных экспериментов, обеспечивающих адекватность и воспроизводимость результатов и их статистической обработкой;

теория построена на фундаментальных основополагающих законах и теориях физической химии, строительного материаловедения, общей теории структурообразования и формирования свойств строительных материалов,

полиструктурной теории композиционных материалов, закона сродства структур, термодинамики поверхности и поверхностных явлений;

идея базируется на системном анализе научной литературы; теоретическом обосновании предлагаемых решений; методическом обосновании комплекса исследований, касающихся физико-химических основ процесса получения и использования механоактивированных минеральных порошков и согласуется с экспериментальными данными по теме диссертации, опубликованными в отечественных и зарубежных изданиях;

использованы данные научных исследований известных российских и зарубежных ученых по генетически обусловленным кристаллохимическим характеристикам минерального сырья природного и техногенного происхождения, получению механоактивированных порошков и особенностям структурообразования при их применении в качестве добавок при изготовлении композитов строительного назначения;

использованы современные методики сбора и обработки информации: методы математической статистики и методики обработки информации с получением аналитических уравнений; достаточное количество повторений экспериментов; сравнение полученных разными методами анализа результатов, подтверждающих их сходимость.

Личный вклад соискателя состоит в: разработке физико-химических основ получения и рационального использования механоактивированного сапонитсодержащего порошка при производстве строительных композитов путем реализации нового принципа конструирования композитов, базирующегося на количественной оценке энергетического потенциала механоактивированных порошковых систем и взаимодействия частиц на границе раздела фаз; постановке и проведении теоретических и экспериментальных исследований; разработке методик исследования и обработке результатов; обобщении и интерпретации результатов, формулировании выводов, рекомендаций для использования результатов и перспективных направлений продолжения исследований; подготовке основных публикаций по результатам исследований; проведении апробации результатов работы. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Фролова М. А. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию значимости проведенных исследований и полученных результатов.

Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученых степеней. Диссертация Фроловой Марии Аркадьевны соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени доктора наук п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований, изложены научно обоснованные технологические решения, направленные на разработку строительных композитов различного функционального назначения с использованием механоактивированного сапонитсодержащего порошка, с учетом совокупности его генетически, кристаллохимически и энергетически обусловленных характеристик.

На заседании 26 декабря 2025 года диссертационный совет принял решение за решение научной проблемы создания единой научной концепции получения, оценки качества и рационального применения механоактивированного минерального сырья для повышения эффективности строительных композитов различного функционального назначения, получаемых с использованием порошковых систем, как структуроформирующего элемента, решение которой вносит существенный вклад в развитие современных ресурсо- и энергосберегающих технологий промышленности строительных материалов и страны в целом присудить Фроловой М. А. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 9 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 18 членов, входящих в состав совета, проголосовали: за - 15, против - 0.

Председатель
диссертационного совета

Учёный секретарь
диссертационного совета



Валерий Анатольевич Уваров

Денис Юрьевич Суслов

26.12.2025 г.