

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.276.01,
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 КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от **23.12.2025** года, протокол № 9

О присуждении Старченко Сергею Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка и коллоидно-химические свойства суперпластифицирующей и структурообразующей комплексной добавки на основе флороглюцинфурфурольного олигомера и нано-SiO₂» по научной специальности 1.4.10. Коллоидная химия принята к защите 16 октября 2025 г. (протокол заседания № 8) диссертационным советом 24.2.276.01, 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 № 105/нк от 11.04.2012 г., с изменениями приказ № 1140/нк от 25.11.2025 г.

Соискатель Старченко Сергей Александрович, 9 января 1997 года рождения. В 2020 г. окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» с присвоением квалификации «Магистр» по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность». В 2024 г. окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки», направленность «Коллоидная химия» (технические науки).

Соискатель работает в филиале АО «Верофарм» (г. Белгород) в должности старшего химика лаборатории аналитических исследований (с 10.05.2018 г. по настоящее время).

Диссертация выполнена на кафедре «Теоретическая и прикладная химия» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент, **Полужтова Валентина Анатольевна**, работает в должности профессора кафедры «Теоретическая и прикладная химия» в ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

1. Проскурина Виктория Евгеньевна – доктор химических наук (специальность 02.00.11 – «Коллоидная химия»), доцент, профессор кафедры «Физическая и коллоидная химия» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»;

2. Соколовский Павел Викторович – кандидат технических наук (специальность 02.00.11 – «Коллоидная химия»), старший научный сотрудник лаборатории экологических исследований и разработок ФГБУН Института органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», (г. Воронеж) **в своем положительном отзыве**, подписанным Артамоновой Ольгой Владимировной, доктором технических наук (специальность 05.23.05 – «Строительные материалы и изделия»), доцентом, профессором кафедры химии и химической технологии материалов и Рудаковым Олегом Борисовичем, доктором химических наук (научная специальность 02.00.02 – «Аналитическая химия»), профессором, заведующим кафедрой химии и химической технологии материалов, **указала, что диссертация** Старченко Сергея Александровича на тему: «Разработка и коллоидно-химические свойства суперпластифицирующей и структурообразующей комплексной добавки на основе флороглюцинфурфурольного олигомера и нано-SiO₂» является завершённой научно-квалификационной работой, содержащей решение **актуальной научной задачи** по разработке, установлению особенностей синтеза и изучению коллоидно-химических свойств комплексной органоминеральной добавки на основе флороглюцинфурфурольного олигомера и наночастиц диоксида кремния как суперпластифицирующей и структурообразующей добавки в высококонцентрированных минеральных суспензиях, имеющей

существенную значимость для развития соответствующей отрасли науки – коллоидной химии дисперсных строительных материалов. Полученные в диссертации результаты, научные положения и сформулированные выводы обоснованы, достоверны, обладают новизной, имеют теоретическую и практическую значимость. Текст написан автором самостоятельно, грамотным техническим языком, графический материал выполнен на высоком уровне. По актуальности затронутых вопросов, научной новизне и практической значимости, числу публикаций диссертация соответствует требованиям, изложенным в пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 в действующей редакции), предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Старченко Сергей Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.10. Коллоидная химия.

Соискатель имеет 11 опубликованных научных работ по теме диссертации, в том числе: 3 – в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий из международных реферативных баз данных, рекомендованных ВАК РФ; 2 – в иных изданиях, индексируемых в базе данных Scopus. Получен 1 патент РФ на изобретение, 2 свидетельства о регистрации ноу-хау. Общий объем работ – 5,67 печ.л., авторский вклад – 4,45 печ.л. Общий объем работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 3,58 печ.л., авторский вклад – 2,88 печ.л. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты исследования.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

В журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий из международных реферативных баз данных, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Старченко, С.А.** Реологические свойства и структурообразование минеральной суспензии с комплексной органоминеральной добавкой / С.А. Старченко, В.А. Полуэктова, Н.А. Шаповалов, Е.П. Кожанова // Chemical Bulletin. – 2024. – Т. 7. – № 4. – С. 48–63. – DOI: 10.58224/2619-0575-2024-7-4-48-63. (CA(pt)).

2. **Старченко, С.А.** Получение комплексной органоминеральной добавки на основе флороглюцинфурфурольного олигомера и наночастиц диоксида кремния / С.А. Старченко, В.А. Полуэктова, Н.А. Шаповалов, Е.П. Кожанова // Нанотехнологии в строительстве. – 2024. – Т. 16. – № 5. – С. 447–462. – DOI: 10.15828/2075-8545-2024-16-5-447-462. (CA(pt), WoS(ESCI), Scopus Q3).

3. **Полуэктова, В.А.** Регулирование агрегативной устойчивости бинарных полимерминеральных дисперсий / В.А. Полуэктова, Н.А.

Шаповалов, Н.И. Черкашина, Е.П. Кожанова, **С.А. Старченко** // Нанотехнологии в строительстве. – 2023. – Т. 15. – № 3. – С. 258–266. – DOI: 10.15828/2075-8545-2023-15-3-258-266. (CA(pt), WoS(ESCI), Scopus Q3).

В изданиях, индексируемых в базе данных Scopus:

4. Poluektova, V.A. Features of the Chemical Interaction of 2-Furaldehyde and 1,3,5-Trihydroxybenzene in an Alkaline Medium to Obtain a Plasticizing Additive / V.A. Poluektova, N.I. Cherkashina, **S.A. Starchenko**, D.S. Romanyuk // ChemEngineering. – 2021. – Vol. 5, № 4. – P. 84. – DOI: 10.3390/chemengineering5040084. (Scopus Q2).

5. Poluektova, V.A. The use of plant materials for the synthesis of superplasticizer / V.A. Poluektova, N.I. Cherkashina, **S.A. Starchenko** // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 2124 (1). – Article number 012028. – DOI: 10.1088/1742-6596/2124/1/012028. (Scopus Q4).

Объекты интеллектуальной собственности:

1. **Пат. 2806395 РФ.** Комплексная добавка для бетонов строительной 3D-печати // В.А. Полуэктова, **С.А. Старченко**, Е.П. Кожанова. Заявитель и патентообладатель: БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2023113979; заявл. 29.05.2023; опубл. 31.10.2023. – 6 с.

На автореферат поступило 12 отзывов от:

1. **Кандидата технических наук** (05.17.03 – «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии»), доцента, доцента кафедры химические технологии, ФГБОУ ВО «Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова» **Пятерко Ирины Алексеевны**, *замечания:* 1. Желательно более подробно представить параметры синтеза ФФО и характеристики нано-SiO₂ (размер, удельная поверхность, полидисперсность). 2. Следовало бы расширить данные по долговременным свойствам цементного камня – морозостойкости, усадке, сульфатостойкости. 3. Представление контрольных серий без добавки позволило бы нагляднее оценить эффект синергии.

2. **Кандидата технических наук** (02.00.11 – «Коллоидная химия и физико-химическая механика»), начальника отдела развития бизнес-идей научно-исследовательского центра АНО ВО «Белгородский университет кооперации, экономики и права» **Здоренко Натальи Михайловны**, *замечания:* В качестве замечаний и пожеланий следует отметить отсутствие в работе сведений о сравнении стоимости полученной комплексной добавки с отечественными и зарубежными аналогами и данных по маркетинговым исследованиям спроса на подобные добавки, что важно для коммерциализуемости подобной разработки. Кроме того, в работе важно было обсудить влияние ионной силы и pH среды на устойчивость синтезированных дисперсий, что позволило бы глубже раскрыть механизм стабилизации.

3. Кандидата химических наук (02.00.06 – «Высокомолекулярные соединения»), доцента, доцента кафедры химии и технологии переработки пластмасс и полимерных композитов (ХТПШ и ПК), ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА) **Емельянова Сергея Викторовича**, *замечания*: 1. На основании каких критериев вы определяли оптимальную концентрацию добавки (0,2-0,25%) с точки зрения достижения предельной тиксотропии и устойчивости структуры суспензии? 2. На УФ-спектрах (рис. 2–4) указаны полосы поглощения, но отсутствуют данные об использованных растворителях – это влияет на интерпретацию спектров. Уточните, какие среды использовались.

4. Кандидата химических наук (02.00.02 – «Аналитическая химия»), менеджера по аналитическим разработкам и производственным исследованиям АО «Верофарм» **Колотвина Алексея Александровича**, *замечания отсутствуют*.

5. Кандидата химических наук (02.00.04 – «Физическая химия»), доцента, старшего научного сотрудника научно-производственного центра «Химреативдиагностика», ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого» **Севостьяновой Надежды Тенгизовны**, *замечания*: 1. Желательно указывать используемый метод анализа на рисунках с распределением частиц. На рисунке 5, относящемся к кинетическим исследованиям, следовало бы указать условия опытов более детально. 2. Изучалось ли влияние температуры на устойчивость коллоидной системы и возможную термодестабилизацию адсорбционного слоя при хранении комплексной добавки?

6. Кандидата технических наук (05.17.06 – «Технология и переработка полимеров и композитов»), доцента кафедры «Материаловедение», ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ) **Евдокимова Антона Андреевича**, *замечания*: 1. На рис. 6, а следует пояснить, концентрация какого компонента приведена на оси абсцисс с учетом того, что на графике представлена зависимость до введения SiO₂. Пояснений в тексте также нет. 2. На рис. 8 б) представлены данные по распределению частиц SiO₂, однако не дается пояснения как бимодальное распределение повлияло на дальнейший ход исследования. 3. На рис. 9 целесообразно привести данные, полученные при концентрациях индивидуальной добавки менее 0,2% и более 1%. 4. На рисунке 15 следует указать в каких величинах приведены значения по координате абсцисс. 5. На странице 16 допущена орфографическая ошибка.

7. Доктора технических наук (02.00.11 – «Коллоидная химия»), профессора кафедры «Физическая и коллоидная химия» ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» **Хлебникова Вадима Николаевича**, *замечание*: В автореферате нет сведений о ресурсной базе для получения комплексной добавки или о возможности ее массового производства.

8. Доктора технических наук (05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов»), профессора, профессора кафедры химической технологии композиционных и вязущих материалов ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева» **Кривобородова Юрия Романовича** и кандидата технических наук (2.6.14 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов»), доцента кафедры химической технологии композиционных и вязущих материалов ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева» **Корчунова Ивана Васильевича**, *замечания:* Следовало бы обсудить влияние температуры на электрокинетические характеристики системы, поскольку данный фактор способен оказывать влияние на величину ζ -потенциала и агрегативную устойчивость дисперсий.

9. Кандидата технических наук (25.00.36 – «Геоэкология»), старшего научного сотрудника лаборатории биомониторинга ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет (ВятГУ)» **Кантора Григория Яковлевича**, *замечания:* 1. Отсутствует хотя бы общее описание принципов функционирования разработанного автором автоматического аппарата StarXum 2.0, предназначенного для синтеза олигомерных добавок. 2. В тексте автореферата имеются незначительные орфографические и стилистические погрешности. В оформлении некоторых графиков (рис. 6 и 15) есть пропуски в подписях осей координат.

10. Кандидата технических наук (05.23.05 – «Строительные материалы и изделия»), доцента, заведующего кафедрой строительные материалы, конструкции и технологии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А. (СГТУ имени Гагарина Ю.А.)» **Тимохина Дениса Константиновича** и доктора технических наук (2.6.14 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов»), профессора кафедры строительные материалы, конструкции и технологии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А. (СГТУ имени Гагарина Ю.А.)» **Шошина Евгения Александровича**, *замечания:* 1. Как оценивались структурные характеристики и степень полимеризации флороглюцинфурфурольного олигомера? Учитывая, что именно эти параметры определяют вклад стерического эффекта в пластифицирующую и водоредуцирующую активность, важно уточнить, применялись ли методы количественной оценки молекулярной массы и как эти данные соотносятся с функциональной эффективностью продукта. 2. Каким образом объясняются механизмы влияния ОМКД на устойчивость и структурообразование дисперсных систем? Просьба конкретизировать, чем обусловлено увеличение ζ -потенциала частиц SiO_2 и замедление их коагуляции, а также уточнить, на основании каких данных автор связывает повышение прочности цементного камня и изменение индукционного периода твердения с действием нано- SiO_2 или адсорбционно-структурирующим эффектом олигомера. 3. В автореферате на стр. 12 первого абзаца, автор использует объёмные соотношения реагентов

без указания параметров растворов, что делает воспроизведение методики затруднительным. На стр. 12 последнего абзаца указано, что использовался аэросил с удельной поверхностью $2000 \text{ м}^2/\text{кг}$, однако согласно ГОСТ 14922-77 значение составляет $\approx 150 \text{ м}^2/\text{г}$ (в 1000 раз выше). Необходимо уточнить единицы измерения. На рис. 10, а микрофотография представлена в низком разрешении; частицы различимы слабо. На рис. 10 б элементный анализ приведён по одной точке, корректнее было бы указать усреднённые значения.

11. Кандидата технических наук (2.6.11 – «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов»), главного эксперта Центра испытаний и развития методик ООО «СИБУР ПолиЛаб» **Хачатурова Арама Арнольдовича**, *замечания*: 1. Автор в рамках диссертационного исследования изучает адсорбцию олигомера на поверхности частиц, а также электрокинетические свойства и агрегативную устойчивость частиц диоксида кремния, используя в качестве объектов исследования SiO_2 , полученный разными способами (природный кремнезем, пирогенный аэросил). В остальной части работы, если судить о ней по автореферату, в качестве неорганического компонента комплексной пластифицирующей добавки используется диоксид кремния, полученный методом кислотного гидролиза раствора силиката натрия. При этом в автореферате диссертации нет указания на то, что исследуемые свойства поверхности диоксида кремния, полученного различными способами, могут отличаться по причине различного состава функциональных групп и отличающихся электрокинетических свойств частиц. 2. Было бы полезно с методологической точки зрения усилить диссертационное исследование применением методов анализа, позволяющих наглядно продемонстрировать различие микроструктуры и характера кристаллической фазы, что послужило бы дополнительным подтверждением вывода о том, что введение ОМКД в состав цементной смеси способствует формированию более однородной микроструктуры за счет создания новых центров зародышеобразования (в случае ОМКД) и равномерного роста кристаллических фаз. 3. Одним из направлений будущих исследований в рамках предоставленной темы могло бы стать изучение влияния добавки на долговечность и эксплуатационные характеристики модифицированных материалов в реальных условиях строительной 3D-печати, а также проведение сравнительного анализа разработанной ОМКД с известными зарубежными аналогами.

12. Кандидата технических наук (02.00.11 – «Коллоидная химия»), доцента, заведующего кафедрой физики и химии Старооскольского технологического института им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ МИСИС) **Баскакова Павла Сергеевича**, *замечания*: 1. Проводилось ли определение изоэлектрической точки и выявление зависимости ζ -потенциал от уровня pH среды? Какой уровень ζ -потенциала характерен для щелочного раствора ($\text{pH} > 10$)? 2. Проводились ли ранее работы по подтверждению химической структуры $[-\text{C}_6\text{H}(\text{OH})_3-\text{CH}(\text{C}_4\text{H}_3\text{O})-]_n$ и конечного состава реакционной смеси методом хромато-масс- и ЯМР-

спектрометрии? Можно ли использовать полученные ИК-спектры в качестве эталонных для идентификации олигомера в других материалах? 3. Показано, что капельное введение фурфурола снижает образование побочных продуктов. Какой был объем капли фурфурола и соотношение скорости его подачи к объему реакционной смеси?

Все отзывы положительные.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью в данной отрасли науки ученых, обладающих научными достижениями и глубокими профессиональными знаниями по научной специальности 02.00.11 – «Коллоидная химия», которой соответствует диссертация, владеющих методами исследования, используемыми диссертантом, способных дать объективное заключение, проявить высокую научную принципиальность и требовательность, что подтверждается значительным количеством их публикаций, а также сформулированными замечаниями и изложенными выводами в отзыве на диссертационную работу. **Ведущая организация** – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» – входит в число ведущих технических вузов России и широко известна достижениями в области структурообразования дисперсных строительных систем. Одним из приоритетных направлений научных исследований сотрудников кафедры химии и химической технологии материалов является разработка наноразмерных модификаторов (в т. ч. на основе диоксида кремния) для цементных смесей, обеспечивающих регулирование реологических свойств и оптимизацию физико-механических характеристик бетона.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработано решение научной задачи по получению тиксотропных высококонцентрированных минеральных суспензий путем создания органоминеральной комплексной добавки (ОМКД) на основе флороглюцинфурфуrolьного олигомера и наночастиц диоксида кремния с возможностью управления процессами структурообразования для обеспечения реотехнологических и физико-механических требований к материалу для строительных аддитивных технологий;

предложена научная гипотеза о синергетическом действии органической (флороглюцинфурфуrolьный олигомер) и неорганической (наночастицы диоксида кремния) составляющих комплексной добавки, повышающем агрегативную устойчивость и тиксотропию высококонцентрированных суспензий. Научная идея реализована путем разработки эффективного способа получения ОМКД, основанного на контролируемом капельном введении конденсирующего агента (для минимизации образования побочных продуктов, снижающих

функциональную стабильность добавки) и оптимизации условий созревания наночастиц;

доказана эффективность механизма стабилизации наночастиц диоксида кремния флороглюцинфурфурольным олигомером в ОМКД за счет формирования мономолекулярного адсорбционного слоя и повышения абсолютного значения дзета-потенциала, а также закономерность влияния ОМКД на процессы структурообразования в высококонцентрированных суспензиях для строительной 3D-печати, заключающаяся в снижении предельного динамического напряжения сдвига смеси, повышении пластической прочности и сокращении сроков схватывания, что создает баланс между удлинением индукционного периода и сокращением периода ускоренного набора прочности благодаря синергии действия олигомеров и дополнительных центров зародышеобразования, способствуя формированию более прочной мелкокристаллической структуры цементного камня, обеспечивая повышение прочности бетона.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в расширение теоретических представлений о механизме синтеза флороглюцинфурфурольных олигомеров и влиянии побочных продуктов реакции конденсации флороглюцина и фурфуrolа на пластифицирующие свойства добавок; дополнены теоретические представления о процессах структурообразования в цементных смесях и установлены закономерности влияния ОМКД на реологические свойства высококонцентрированных суспензий, что позволяет оптимизировать процессы формирования структуры бетона на разных стадиях строительной печати;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс методов коллоидной химии и физико-химического анализа (ИК- и УФ-спектроскопия, ротационная вискозиметрия, лазерная дифракция света, динамическое рассеяние света, электрофорез, электронная микроскопия) для изучения процессов синтеза добавки и структурообразования суспензий, а также специально разработанный для синтеза олигомерных добавок автоматизированный аппарат, который обеспечил получение воспроизводимых экспериментальных результатов;

изложены закономерности влияния флороглюцинфурфурольного олигомера на электрокинетический потенциал микро- и наночастиц SiO_2 : установлено увеличение абсолютного значения ζ -потенциала с -12 мВ до -48 мВ (при содержании олигомеров 0,2% по сухому веществу), что приводит к усилению электростатического отталкивания между частицами; показано, что при содержании в составе комплексной добавки флороглюцинфурфурольных олигомеров 0,2–1,0% происходит замедление процессов коагуляции, при этом размер частиц не превышает 20 нм за счет

формирования адсорбированного мономолекулярного защитного слоя, обеспечивающего агрегативную устойчивость наночастиц;

раскрыт механизм снижения эффективности флороглюцин-фурфурольных олигомеров при синтезе, заключающийся в протекании (параллельно основной реакции конденсации) окислительно-восстановительных превращений части фурфурола с образованием побочных продуктов (фурилового спирта и соли пироглизиновой кислоты), а также установлены критические факторы синтеза (скорость введения фурфурола, содержание натриевой соли пироглизиновой кислоты), снижающие пластифицирующую активность; минимизация данных факторов обеспечила повышение функциональной стабильности добавки во времени;

изучено влияние комплексной органоминеральной добавки на процессы структурообразования в высококонцентрированных суспензиях и кристаллизации новообразований цементного камня: установлено, что добавка снижает предельное динамическое напряжение сдвига на 88% и позволяет получать смеси с пластической прочностью около 0,07 МПа, сокращает сроки схватывания (начало – на 46%, конец – на 52%), обеспечивая баланс между текучестью, формоустойчивостью и развитием прочности; показано, что повышение ранней (на 29%) и марочной (на 35%) прочности материала достигается вследствие создания дополнительных центров зародышеобразования, что приводит к формированию мелкокристаллической плотной структуры.

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

разработаны состав и технология получения комплексной органоминеральной добавки; для масштабирования и внедрения разработан технологический регламент на полупромышленное и промышленное производство ОМКД; осуществлен выпуск опытной партии добавки на предприятии ЗАО «Осколцемент» (г. Старый Оскол); **внедрена** в лабораторный практикум автоматизированная установка (Ноу-хау № 20170029) для синтеза олигомеров, обеспечивающая точность дозирования реагентов и поддержания температурного режима;

определены критические параметры синтеза (капельное введение фурфурола, содержание побочных солей не более 1%) и условия получения стабильных золь диоксида кремния (кислотный гидролиз, соотношение 2:1, созревание 3 суток); эффективный режим обезвоживания добавки методом распылительной сушки при 60°C; оптимальный качественный и количественный состав компонентов органоминеральной добавки (концентрация олигомера 110 мг/мл, наночастиц диоксида кремния – 3 мг/мл), а также температурно-временные условия синтеза ($t = 25 \pm 5$ °C, $\tau = 3$ сут);

создана новая комплексная органоминеральная добавка (Патент РФ № 2806395), позволяющая получать тиксотропные бетонные смеси с высокой подвижностью и пластической прочностью, адаптированные для строительной 3D-печати;

представлены рекомендации по дальнейшим исследованиям в направлениях: расширения спектра сырьевых материалов для синтеза добавок, применяемых в строительной индустрии; изучение влияния комплексной добавки на структурообразование в условиях промышленных объектов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на современном поверенном и сертифицированном научно-исследовательском оборудовании с использованием стандартных методик, соответствующих требованиям действующей нормативной документации, комплекса взаимодополняющих физико-химических методов исследования (ИК- и УФ-спектроскопия, лазерная дифракция, динамическое рассеяние света, растровая электронная микроскопия, рентгенофазовый анализ, ротационная вискозиметрия); результаты подтверждены достаточным объемом экспериментальных данных, их статистической обработкой и воспроизводимостью;

теория построена на фундаментальных положениях коллоидной химии, теории адсорбции и электрокинетических явлений, а также на современных представлениях о реологии дисперсных систем и процессах структурообразования в высококонцентрированных минеральных суспензиях. Полученные экспериментальные результаты согласуются с опубликованными научными данными и подтверждают обоснованность сформулированных выводов и установленных закономерностей;

идея базируется на анализе и обобщении передового опыта отечественных и зарубежных учёных в области синтеза поверхностно-активных веществ и нанотехнологий в строительном материаловедении, в том числе в области создания комплексных добавок для бетонов и добавок для аддитивной технологии, подтверждена патентной чистотой и новизной технических решений;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с данными, полученными в ходе независимых промышленных испытаний; результаты теоретических и экспериментальных исследований не противоречат данным, представленным в ведущих научных изданиях.

Личный вклад соискателя состоит в: непосредственном участии на всех этапах работы: от постановки цели и задач исследования, выбора путей их решения до теоретического обоснования и экспериментального подтверждения получения тиксотропных высококонцентрированных

минеральных суспензий путем разработки ОМКД на основе флороглюцинофурфурольного олигомера и наночастиц диоксида кремния; выполнения комплекса исследований, последующей обработки и анализа полученных результатов; **включенном участии** в апробации результатов работы, разработке автоматизированного аппарата для синтеза и выпуске опытной партии добавки; **подготовке** основных публикаций по выполненной работе. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством и завершенностью.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Старченко С.А. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию значимости проведенных исследований и полученных результатов.

Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученых степени. Диссертация Старченко Сергея Александровича соответствует требованиям, изложенным в п. 9–11, 13, 14 Положения о присуждении ученой степени кандидата наук, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции).

На заседании 23 декабря 2025 г. диссертационный совет принял решение за разработку решения научной задачи по получению тиксотропных высококонцентрированных минеральных суспензий с возможностью управления процессами структурообразования для обеспечения требований строительной аддитивной технологии путем создания комплексной органоминеральной добавки, имеющей значение для развития соответствующей отрасли коллоидной химии и строительного материаловедения, присудить Старченко С.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **16** человек, из них **9** докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из **16** человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – **16**, против – **0**.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

23.12.2025 г.



Евтушенко
Евгений Иванович

Сапронова
Жанна Ануаровна