

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Тараканова Олега Вячеславовича на диссертационную работу Смирнова Александра Олеговича на тему «Самоуплотняющийся бетон с комплексной органоминеральной добавкой», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия

Актуальность темы исследований

Задача повышения темпов и качества строительства в Российской Федерации требует внедрения в строительное производство новых ресурсо- и энергосберегающих технологий. В последние годы при возведении монолитных железобетонных конструкций широкое применение находят самоуплотняющиеся бетонные смеси. Актуальными представляются исследования, направленные на разработку составов модифицированных самоуплотняющихся бетонов с пониженным расходом цемента, отличающихся высокими физико-механическими и эксплуатационными характеристиками.

Использование самоуплотняющихся бетонных смесей позволяет существенно сократить ресурсо- и энергозатраты на укладку бетонных смесей, повысить качество изготавливаемых конструкций, а также ускорить темпы строительства. Однако самоуплотняющиеся бетонные смеси отличаются от других видов бетонных смесей особыми требованиями к подбору состава бетона, повышенным расходом цемента и высокой стоимостью.

Актуальность диссертационной работы Смирнова Александра Олеговича обусловлена тем, что автор решает в ней важную научно-техническую задачу, направленную на разработку модифицированных самоуплотняющихся бетонов с пониженным расходом цемента, отличающихся высокими физико-механическими и эксплуатационными характеристиками.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Сформулированные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации достаточно обоснованы анализом закономерностей формирования структуры и свойств модифицированных бетонов с пластифицирующими и минеральными добавками и подкреплены результатами экспериментальных исследований, согласуются с

современными научными представлениями в области строительного материаловедения, дополняют общие подходы к совершенствованию технологии бетонов и не противоречат результатам исследований других авторов.

Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность полученных результатов обеспечивается применением научно обоснованных стандартных методик испытаний, а также современных методов физико-химического анализа (рентгенофазовый анализ, сканирующая электронная микроскопия, энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия), проведением экспериментов с использованием поверенных лабораторных приборов и оборудования, достаточным объемом экспериментальных данных и их обработкой с помощью статистических методов, обеспечивающих адекватность проведенных экспериментов.

Новизна диссертационной работы заключается в разработке научно обоснованных технологических решений, обеспечивающих получение высокопрочных и морозостойких бетонов из самоуплотняющихся бетонных смесей с пониженным расходом цемента за счет использования комплексной органоминеральной добавки на основе поликарбоксилатного суперпластификатора и микрокремнезёма. Выявлен синергический эффект совместного использования компонентов комплексной органоминеральной добавки, позволяющий значительно повысить физико-механические и эксплуатационные характеристики самоуплотняющихся бетонов, которые невозможно достигнуть при отдельном введении добавок.

Установлены закономерности процессов гидратации портландцемента и формирования фазового состава цементного камня в присутствии компонентов комплексной органоминеральной добавки. Выявлено, что использование комплексной добавки способствует ускорению процессов гидратации цемента в возрасте 1 суток, что позволяет компенсировать замедляющий эффект поликарбоксилатного суперпластификатора на рост ранней прочности цементного камня. В возрасте 28 суток использование комплексной добавки приводит к формированию более плотной структуры цементного камня с пониженным содержанием портландита на 40 %, этtringита на 11 % и повышенным содержанием аморфизированных гидросиликатов кальция на 18 %.

Установлено, что в самоуплотняющихся бетонах использование комплексной органоминеральной добавки приводит к формированию более плотной и однородной структуры контактной зоны цементного камня с

заполнителем и снижению капиллярной пористости бетонов. На границе раздела фаз образуются преимущественно низкоосновные гидросиликаты кальция с отношением $Ca/Si=1,1...1,5$, что приводит к улучшению сцепления цементного камня с заполнителем, повышению прочности самоуплотняющихся бетонов на 23 % и увеличению их морозостойкости на 3 марки.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Соискателем дополнены теоретические представления о процессах гидратации клинкерных минералов портландцемента, формирования фазового состава, структуры цементного камня и свойств самоуплотняющихся бетонов в присутствии комплексной органоминеральной добавки на основе поликарбоксилатного суперпластификатора и микрокремнезёма.

Получены регрессионные математические зависимости влияния компонентов комплексной органоминеральной добавки на структуру и физико-механические характеристики мелкозернистых самоуплотняющихся бетонов, с помощью которых разработан наиболее рациональный состав комплексной органоминеральной добавки для самоуплотняющихся бетонов.

Разработаны рациональные составы самоуплотняющихся бетонных смесей с комплексной органоминеральной добавкой, обладающие высокой сегрегационной устойчивостью, повышенной текучестью с расплывом конуса $PK=690...730$ мм, вязкостью $t_{500}=8...9$ с и сохраняемостью подвижности более 3 часов в пределах марки по удобоукладываемости PK_2 , на основе которых получены высокопрочные и морозостойкие самоуплотняющиеся бетоны с классом по прочности $B55...B70$ и маркой по морозостойкости $F_1500...F_11000$ при пониженном расходе цемента $300...500$ кг/м³.

Разработанный состав модифицированной самоуплотняющейся бетонной смеси с комплексной органоминеральной добавкой и пониженным расходом цемента апробирован на предприятии ООО «ДельтаСтрой ЖБИ» при изготовлении железобетонных плит для дорожных покрытий.

Результаты диссертационного исследования используются в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлениям подготовки 08.03.01 «Строительство» и 08.04.01 «Строительство».

Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы из 228 наименований и 4 приложений. Общий объем диссертации составляет 180 страниц, включая 53 рисунка и 48 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, показана степень её разработанности, сформулированы цель и задачи диссертационного исследования, сформулирована научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология исследований, представлены положения, выносимые на защиту, обоснована достоверность полученных результатов и приведены сведения об апробации, структуре и объеме диссертации.

В первой главе на основании проведенного литературного обзора рассмотрен механизм гидратации и структурообразования цементных систем, влияние различных факторов на формирование фазового состава и свойства цементного камня. Также проведён анализ современного состояния технологических основ самоуплотняющихся бетонов. По результатам проведенного анализа обоснована необходимость совершенствования составов самоуплотняющихся бетонных смесей для снижения расхода цемента и повышения их физико-механических и эксплуатационных характеристик.

Во второй главе приведены основные характеристики используемых материалов, перечень оборудования, описаны методы исследования и обработки экспериментальных данных.

В третьей главе выполнен выбор наиболее эффективных и реологически совместимых компонентов комплексной органоминеральной добавки для самоуплотняющихся бетонов. Определена степень пуццолановой активности микрокремнеземов различных заводов. Выполнены рентгенофазовые исследования продуктов гидратации цементного камня с добавками микрокремнезема и суперпластификатора. Проведен электронномикроскопический анализ микроструктуры цементного камня без добавки и с модифицирующими добавками.

В четвертой главе по результатам математического моделирования получены регрессионные зависимости влияния компонентов комплексной органоминеральной добавки на прочность при сжатии и изгибе, плотность и капиллярную пористость мелкозернистых самоуплотняющихся бетонов. Разработаны наиболее рациональные составы комплексной добавки для самоуплотняющихся бетонов по показателям ранней и проектной прочности и снижения пористости.

В пятой главе разработаны рациональные составы самоуплотняющихся бетонных смесей с комплексной органоминеральной добавкой. Исследовано влияние комплексной добавки на свойства самоуплотняющихся бетонных смесей, микроструктуру, эксплуатационные характеристики и морозостойкость самоуплотняющихся бетонов. Показано, что комплексная органоминеральная добавка позволяет сокращать расход цемента до 30% без снижения проектной прочности и морозостойкости при его замене тонкодисперсным минеральным порошком.

В шестой главе приведены результаты технико-экономического обоснования и опытно-промышленной апробации самоуплотняющейся бетонной смеси с комплексной органоминеральной добавкой. Разработанный состав модифицированной самоуплотняющейся бетонной смеси с пониженным расходом цемента апробирован на предприятии ООО «ДельтаСтрой ЖБИ» при изготовлении железобетонных плит для дорожных покрытий ПАГ-14А800.1-1.

В заключении изложены основные научные результаты диссертационной работы, сформулированы рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

Содержание и структура диссертации находятся в логическом единстве и соответствуют поставленной цели и задачам исследования. Диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научном уровне.

Замечания по диссертационной работе

В качестве замечаний по диссертационной работе следует отметить:

1. На стр. 81 диссертации указано, что «Ускорение гидратации цемента также происходит за счет частичной адсорбции молекул суперпластификатора блокирующих гидратацию цемента на поверхности микрокремнезема». Подобный механизм требует дополнительных исследований и экспериментальных доказательств.

2. В таблице 3.4 (стр. 75 диссертации) указан фазовый состав цементного камня, гидратированного без добавки и с добавками. Однако непонятно, почему в составе продуктов гидратации отсутствуют гидраты АFm-фаз, кристаллизующиеся на начальной стадии твердения и, как правило, хорошо фиксирующиеся на рентгенограммах. Кроме того, на стр. 76 отмечается, что на рентгенограммах всех образцов цементного камня отсутствуют пики трехкальциевого алюмината, что свидетельствует о его полной гидратации,

следовательно, отражения гидратов AFm-фаз должны фиксироваться на рентгенограммах.

3. Механизм ускорения гидратации цемента на ранних стадиях вследствие способности отрицательно заряженных частиц микрокремнезема адсорбировать на своей поверхности ионы кальция (стр. 75) необходимо доказать и показать его дальнейшее развитие.

4. На стр. 76 диссертации указано, что наблюдается замедление формирования аморфной фазы C-S-H. Каким образом фиксировалась аморфная фаза C-S-H? Непонятно, по каким значениям межплоскостных расстояний фиксировались слабозакристаллизованные низкоосновные гидросиликаты кальция C-S-H (стр. 77) и каким образом оценивалось увеличение плотности C-S-H. При анализе данных рентгенофазового анализа не совсем корректно комментируются значения межплоскостных расстояний, отнесенных к тем или иным гидратам.

5. Выявленная в 3 главе диссертации различная реологическая совместимость поликарбоксилатных суперпластификаторов с микрокремнезёмом требует дальнейших исследований процессов избирательной адсорбции поликарбоксилатов на поверхности частиц цемента и минеральных добавок.

6. Проведенные исследования целесообразно дополнить результатами влияния комплексной органоминеральной добавки на деформативные свойства и усадку самоуплотняющихся бетонов.

Отмеченные замечания не снижают научной значимости диссертационной работы и не влияют на общую положительную оценку.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат диссертации полностью отражает основное содержание диссертационной работы.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Диссертация и автореферат по структуре и оформлению соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»

Диссертационная работа Смирнова Александра Олеговича соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата наук.

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. Диссертация имеет прикладной характер и содержит сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов, что соответствует требованиям п. 10 «Положения о присуждении ученых степеней».

В соответствии с п. 11 «Положения о присуждении ученых степеней» основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

В диссертации содержатся ссылки на авторов и источники заимствования материалов, что соответствует требованиям п. 10 «Положения о присуждении ученых степеней».

Диссертация Смирнова Александра Олеговича на соискание ученой степени кандидата технических наук является завершённой научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки по повышению физико-механических и эксплуатационных характеристик бетонов из самоуплотняющихся бетонных смесей с пониженным расходом цемента, имеющие существенное значение для развития страны, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент

Тараканов Олег Вячеславович,
доктор технических наук по специальности
05.23.05 – Строительные материалы и изделия,
профессор, декан факультета
«Управление территориями»
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования

«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
440028, г. Пенза ул. Германа Титова, д. 28
Телефон: 8(8412)49-48-47
E-mail: tarov60@mail.ru

«21» 09 2023 г.



О.В. Тараканов

Я, Тараканов Олег Вячеславович, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Смирнова Александра Олеговича, и их дальнейшую обработку.

«21» 09 2023 г.



О.В. Тараканов



Тараканов О.В.
Согласие
Олег Вячеславович
21.09.2023

ОТЗЫВ

официального оппонента Петропавловской Виктории Борисовны
на диссертацию Смирнова Александра Олеговича на тему
«Самоуплотняющийся бетон с комплексной органоминеральной добавкой»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия

Актуальность избранной темы

С каждым годом все более широкое применение в современном строительстве находят самоуплотняющиеся бетонные смеси. Данные смеси, обладая высокой подвижностью, способны растекаться под действием собственного веса и заполнять густоармированные конструкции без уплотнения. Применение самоуплотняющихся бетонных смесей позволяет значительно сократить трудо- и энергозатраты при бетонировании конструкций, что обеспечивает рост производительности труда и сокращение сроков строительства. При этом высокая однородность и стойкость самоуплотняющихся бетонных смесей к расслоению чаще всего достигается за счет увеличения расхода вяжущих материалов, что приводит к удорожанию бетонных смесей, а также к повышенной экзотермии и усадке бетонов.

В связи с этим диссертация Смирнова Александра Олеговича, посвященная разработке высокопрочных и морозостойких бетонов из самоуплотняющихся бетонных смесей с пониженным расходом цемента, несомненно, является актуальной.

Повышение эксплуатационных показателей и долговечности бетонов является важным направлением современного строительного материаловедения, а снижение расхода цемента за счет применения местного сырья и отходов промышленности формирует предпосылки внедрения в производственный комплекс ресурсо- и энергосберегающих технологий.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, представленные в работе, достаточно обоснованы. Все результаты подкреплены необходимым объемом экспериментальных исследований с использованием различных методов анализа и современного оборудования. Результаты, полученные соискателем, не противоречат данным других авторов и согласуются с основными научными представлениями в области строительного материаловедения.

Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность полученных результатов обеспечивается применением стандартных методик, обеспечивающих достаточную точность полученных

результатов, статистической обработкой полученных данных с заданной вероятностью и необходимым количеством повторных испытаний, обеспечивающей адекватность проведенного эксперимента, проведением экспериментов с использованием современных поверенных лабораторных приборов и оборудования с достаточной воспроизводимостью результатов.

Новизна диссертационной работы заключается в научном обосновании и экспериментальном подтверждении возможности получения высокопрочных и морозостойких бетонов из самоуплотняющихся бетонных смесей с пониженным расходом цемента за счет использования комплексной органоминеральной добавки на основе поликарбоксилатного суперпластификатора и микрокремнезёма.

Соискателем установлены закономерности процессов гидратации портландцемента и формирования фазового состава цементного камня в присутствии компонентов комплексной органоминеральной добавки. Выявлено, что использование комплексной добавки приводит к формированию более плотной структуры цементного камня с пониженным содержанием портландита на 40 %, этtringита на 11 % и повышенным содержанием аморфизированных гидросиликатов кальция на 18 %.

Автором установлено, что в самоуплотняющихся бетонах с комплексной добавкой происходит формирование более плотной и однородной структуры контактной зоны цементного камня с заполнителем и снижение капиллярной пористости бетонов на 47 %. При этом на границе раздела фаз образуются преимущественно низкоосновные гидросиликаты кальция с отношением $Ca/Si = 1,1 \dots 1,5$ вместо кристаллов портландита, что приводит к улучшению сцепления цементного камня с заполнителем, повышению прочности самоуплотняющихся бетонов на 23 % и увеличению их морозостойкости на 3 марки.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Дополнены теоретические представления о процессах гидратации клинкерных минералов портландцемента, формировании фазового состава, структуры цементного камня и свойств самоуплотняющихся бетонов в присутствии комплексной органоминеральной добавки на основе поликарбоксилатного суперпластификатора и микрокремнезёма.

Получены регрессионные математические зависимости влияния компонентов комплексной органоминеральной добавки на структуру и физико-механические характеристики мелкозернистых самоуплотняющихся бетонов, с помощью которых разработан наиболее рациональный состав комплексной органоминеральной добавки для самоуплотняющихся бетонов.

Разработаны рациональные составы самоуплотняющихся бетонных смесей с комплексной органоминеральной добавкой, обладающие высокой сегрегационной устойчивостью, повышенной текучестью с распылом конуса РК=690...730 мм, вязкостью $t_{500}=8...9$ с и сохраняемостью подвижности более 3 часов в пределах марки по удобоукладываемости РК2, на основе которых получены высокопрочные и морозостойкие самоуплотняющиеся бетоны с классом по прочности В55...В70 и маркой по морозостойкости F₁₅₀₀...F₁₀₀₀ при пониженном расходе цемента 300...500 кг/м³.

Разработанный состав модифицированной самоуплотняющейся бетонной смеси с комплексной органоминеральной добавкой и пониженным расходом цемента апробирован на предприятии ООО «ДельтаСтрой ЖБИ» при изготовлении железобетонных плит для дорожных покрытий.

Результаты диссертационного исследования используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет» при подготовке бакалавров и магистров по направлениям подготовки 08.03.01 «Строительство» и 08.04.01 «Строительство».

Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы из 228 наименований и 4 приложений. Общий объем диссертации составляет 180 страниц, содержит 53 рисунка, 48 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, дана оценка степени ее разработанности, сформулированы цель и задачи исследования, отмечена научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология исследования, выносимые на защиту положения, приведены сведения о достоверности и апробации полученных результатов.

В первой главе на основании проведенного литературного обзора рассмотрен механизм гидратации и структурообразования цементных систем, влияние различных факторов на формирование фазового состава и свойства цементного камня. Проведён анализ современного состояния технологии самоуплотняющихся бетонов. Выявлена необходимость совершенствования составов самоуплотняющихся бетонных смесей для снижения расхода цемента и повышения их физико-механических и эксплуатационных характеристик.

Во второй главе представлены основные характеристики применяемых сырьевых материалов и описаны методы проведения экспериментальных исследований.

В третьей главе выявлены наиболее эффективные и реологически совместимые компоненты комплексной органоминеральной добавки для самоуплотняющихся бетонов и установлены закономерности их комплексного

влияния на процессы гидратации цемента, формирование фазового состава, структуру и свойства цементного камня.

В четвертой главе по результатам математического моделирования получены регрессионные зависимости влияния компонентов комплексной органоминеральной добавки на структуру и физико-механические характеристики мелкозернистых самоуплотняющихся бетонов, с помощью которых разработан наиболее рациональный состав комплексной добавки для самоуплотняющихся бетонов.

В пятой главе выполнена разработка рациональных составов самоуплотняющихся бетонных смесей с комплексной органоминеральной добавкой и изучены физико-механические и эксплуатационные характеристики бетонов на их основе.

В шестой главе приведены результаты технико-экономического обоснования и опытно-промышленной апробации самоуплотняющейся бетонной смеси с комплексной органоминеральной добавкой.

В заключении обобщены основные результаты диссертационной работы, приводятся рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы исследования.

Структура и содержание диссертации соответствуют поставленной цели исследования и критерию внутреннего единства. Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научном уровне. Текст диссертации написан грамотным языком в доказательном стиле. По каждой главе имеются аргументированные выводы, отражающие полученные результаты.

Достоинство и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

В качестве достоинств диссертационной работы следует отметить ее прикладную направленность и практическую значимость в части решения актуальной для строительной отрасли задачи повышения физико-механических и эксплуатационных характеристик бетонов из самоуплотняющихся бетонных смесей с пониженным расходом цемента. Материал диссертации хорошо структурирован, работа написана с соблюдением логичности и последовательности изложения.

По содержанию диссертационной работы можно отметить следующие замечания:

1. В диссертации указано, что поликарбоксилатные суперпластификаторы проявляют чувствительность к минералогическому составу цемента. При этом в диссертации в качестве вяжущего применялся портландцемент с низким содержанием трёхкальциевого алюмината C_3A –

5 %. Как повлияет на эффективность добавок и результаты исследований увеличение содержания трёхкальциевого алюмината в портландцементе?

2. При оценке структуры цементного камня и самоуплотняющихся бетонов в диссертации приводятся показатели их открытой капиллярной пористости. Работу дополнили бы результаты влияния комплексной добавки и на другие показатели поровой структуры, в частности, на условно-закрытую пористость.

3. Известно, что свойства микрокремнезёма могут значительно отличаться в зависимости от вида и качества выплавляемых сплавов. При этом в диссертации не приводятся сведения о химическом составе применяемого микрокремнезёма и его удельной поверхности.

4. В тексте диссертации не указано, каким образом вычислялся количественный фазовый состав цементного камня.

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат диссертации соответствует содержанию диссертации и в полной мере отражает ее основные положения и результаты.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Структура и оформление диссертации и автореферата соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»

Диссертация Смирнова Александра Олеговича соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней», в том числе:

– в соответствии с п. 10 диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку;

– в соответствии с п. 11 основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях;

– в соответствии с п. 14 в диссертации содержатся ссылки на авторов и источники заимствования материалов, а также на результаты научных работ, выполненных лично соискателем ученой степени и в соавторстве.

Диссертация Смирнова Александра Олеговича «Самоуплотняющийся бетон с комплексной органоминеральной добавкой» на соискание ученой степени кандидата технических наук является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения по разработке высокопрочных и морозостойких бетонов из самоуплотняющихся бетонных смесей с пониженным расходом цемента, имеющие существенное значение для развития страны, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор, Смирнов Александр Олегович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент

Петропавловская Виктория Борисовна,
доктор технических наук по специальности
05.16.09 – Материаловедение (строительство),
доцент, профессор кафедры производства
строительных изделий и конструкций
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
170026, г. Тверь, наб. Аф. Никитина, д. 22
Телефон: 8(4822)78-81-55
E-mail: victoriapetrov@gmail.com

«21» 09 2023 г.



В.Б. Петропавловская

Я, Петропавловская Виктория Борисовна, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Смирнова Александра Олеговича, и их дальнейшую обработку.

«21» 09 2023 г.



В.Б. Петропавловская



Подпись

Петропавловской В.Б.

УДОСТОВЕРЯЮ

Учёный секретарь Совета
Тверского государственного
технического университета

