

УТВЕРЖДАЮ



Первый проректор ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»

доктор технических наук, профессор

Е.И. Евтушенко

12 ноября 2025 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Белгородского государственного технологического университета им. ВГ. Шухова» на диссертационную работу Животковой Ирины Александровны на тему: «Сухие строительные смеси и мелкозернистые бетоны на основе модифицированных техногенных отходов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.1.5 Строительные материалы и изделия

На отзыв были представлены следующие материалы:

- текст диссертационной работы в объеме 195 страниц компьютерной верстки, состоящий из 5 глав и 1 приложения;
- автореферат объемом 25 страницы.

### Актуальность темы выполненной диссертационной работы.

Диссертационная работа посвящена изучению свойств строительных растворов различного назначения, полученных из сухих строительных смесей на цементном вяжущем, при вводе в их состав минеральных добавок и модификаторов. В качестве минеральных добавок в работе используются шлам химводоочистки, зола-уноса, горелая порода и опока, в качестве модификаторов – редиспергируемые полимерные порошки и водоудерживающие добавки. Выявление основных закономерностей влияния рецептурных факторов сухих строительных смесей с органоминеральными модификаторами на свойства строительных растворов, и выявление количественных зависимостей, описывающих влияние дозировки минеральной добавки и редиспергируемых полимерных порошков на строительно-технические свойства строительных растворов представляет собой актуальную задачу, что и определяет актуальность темы диссертации.

**Цели и задачи исследования.** Целью диссертации является развитие научных представлений об основных закономерностях влияния органоминеральных модификаторов на основе природного либо техногенного сырья, водоудерживающей добавки и редиспергируемых полимерных порошков на изменение в зависимости от времени и условий эксплуатации основных строительно-технических свойств строительных растворов и мелкозернистых бетонов.

Для достижения поставленной цели в диссертации решены следующие задачи:

- исследовано влияние дозировки состава и дозировок комплексных минеральных добавок и органоминеральных модификаторов «химические + минеральные добавки» на свойства полученных из ССС мелкозернистых бетонов и строительных растворов;
- проведены испытания с определением степени эффективности золы уноса, опоки, горелой породой в составе комплексной минеральной добавки, содержащей шлам химводоочистки, и в составе органоминерального модификатора с водоудерживающей добавкой и редиспергируемым полимерным порошком;
- выявлены закономерности влияния рецептурных факторов при различных условиях выдерживания на пределы прочности при сжатии, изгибе, начальный модуль упругости, деформации усадки, прочность сцепления с основанием и взаимосвязь указанных свойств мелкозернистых бетонов и строительных растворов;
- выявлены закономерности влияния рецептурных факторов на морозостойкость контактной зоны и морозостойкость полученных из ССС строительных растворов с органоминеральными модификаторами;
- выполнены испытания после 100 циклов замораживания и оттаивания по критериям изменения пределов прочности при сжатии, изгибе, начального модуля упругости, прочности сцепления с основанием.

### **Новизна исследований, полученных результатов, выводов и положений, сформулированных в диссертации.**

Научная новизна работы заключается в:

1. Развиты научные представления о влиянии на структуру и свойства полученных из ССС строительных растворов и мелкозернистых бетонов состава и дозировок комплексных минеральных добавок шлам химводоочистки + зола-уноса (опока, горелая порода) и органоминеральных модификаторов «химические + минеральные добавки» и получены зависимости от рецептурных факторов пределов прочности при сжатии и изгибе, модуля упругости, деформаций усадки, прочности сцепления с основанием, морозостойкости и морозостойкости контактной зоны, установлено влияние химических добавок на дополнительную за счет воздухововлечения пористость, прочностные и деформационные свойства, морозостойкость.
2. Определена рациональная дозировка комплексной минеральной добавки (КМД) 20% при соотношении шлам/минеральная добавка (МД) = 1:1, установлено, что по предложенному условному критерию трещиностойкости  $\varepsilon_{sh}E/R_f$  и по интенсивности развития деформаций усадки лучший результат обеспечивает опока, по прочности сцепления с основанием лучший результат обеспечивает зола уноса со значениями от 0,2 до 0,25 от предела прочности при изгибе, значения у опоки от 0,08 до 0,22. Установлено, что после 100 циклов замораживания и оттаивания составы с органоминеральным модификатором с комплексной МД с опокой или золой имели прочность сцепления более 1 МПа.

3. Получены для различных условий твердения зависимости  $R = f(\%РПП, \%МД)$ ;  $(R_f, E) = f(R)$ ;  $A_{СЦ} = f(R_f)$  с учетом видов и дозировок органоминеральных модификаторов, выявлено повышение прочности при сжатии до 20%, при изгибе до 22%, установлено, что соотношение  $R_2/R_{28} = 0,36...0,67$  в зависимости от состава мелкозернистого бетона (МЗБ), вида МД и соотношения шлам/МД, при этом комплексная МД не повышает модуль упругости, получены зависимости кинетики усадки при высыхании и выявлено влияние органоминеральных модификаторов на кинетику и величину деформаций, получены значения  $\varepsilon_{sh,14}/\varepsilon_{sh,120} = 0,4...0,69$ .

4. Предложен критерий морозостойкости «изменение предела прочности при изгибе» более «жесткий» относительно критериев по ГОСТ 10060-2012, обоснованы значение критерия морозостойкости  $R_{f,F}/R_{f,0}$ , установлено, что составы с золой-уносом характеризуются лучшими показателями  $R_{f,F}/R_{f,0}$  в сравнении с опокой, сделан вывод о нецелесообразности применения критериев «изменение динамического модуля упругости» и «изменение деформаций остаточного расширения», показано, что дозировка РПП более 2 % с точки зрения обеспечения морозостойкости по критериям «изменение предела прочности при изгибе» и «изменение предела прочности при сжатии» нецелесообразна.

5. Установлены после 100 циклов замораживания и оттаивания растворов с органоминеральными модификаторами значения критериев  $R_F/R_0 > 1,2$ ; по п. 5.2.4 ГОСТ 10060-2012  $X_{min}^H/X_{min}^I = 0,94...1,73$ , прогнозируемая морозостойкость более 150 циклов;  $E_F/E_0 = 0,97...1,09$ , прогнозируемая морозостойкость 140...325 циклов;  $R_{f,F}/R_{f,0} = 0,76...0,93$ , прогнозируемая морозостойкость от 19 до 140 циклов;  $A_F/A_0 = 0,25...1,83$ , прогнозируемая морозостойкость от 25 до 150 циклов.

### **Значимость результатов исследований для развития науки и производства.**

Теоретическая значимость, полученных автором, результатов исследований заключается в развитии научных представлений о влиянии рецептуры органоминеральных модификаторов на основные строительно-технические свойства полученных из ССС строительных растворов и мелкозернистых бетонов.

Практическое значение работы:

Результаты исследований прошли полупромышленную апробацию и приняты в качестве базовых для отработки производственных рецептур ООО "Технология и Материалы" при производстве напольных, штукатурных, клеевых и ремонтных сухих строительных смесей с подтвержденной экономической эффективностью в следствии корректировки рецептур сухих строительных смесей с комплексной минеральной добавкой.

В результате исследований:

– предложены уравнения, описывающие зависимость предела прочности при изгибе и модуля упругости от предела прочности при сжатии, прочности сцепления с бетонным основанием от предела прочности при изгибе МЗБ и строительных растворов с органоминеральными модификаторами после выдерживания в различных условиях;

- определены рациональные дозировки компонентов МД и химических добавок для обеспечения требуемых показателей качества МЗБ и строительных растворов;
- определены значения морозостойкости строительных растворов с органоминеральными модификаторами по различным критериям;
- получены значения деформаций усадки и зависимости усадки от степени высыхания строительных растворов с органоминеральными модификаторами;
- предложены рекомендации по проектированию рецептур штукатурных и клеевых составов ССС.

### **Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений.**

Приведенные в диссертационной работе научные положения и выводы обоснованы и согласуются с основными закономерностями в данной области.

Достоверность результатов исследований обеспечена проведением необходимого объема экспериментальных исследований, применением методов математической статистики при обработке экспериментальных данных, полученных с применением технологического планирования эксперимента.

### **Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом.**

*Во введении* приведена информация о степени разработки темы, обоснована актуальность исследований, определены цель и задачи исследования, сформулированы теоретическая и практическая значимости работы, основные положения, выносимые на защиту, приведены данные об апробации результатов исследований и публикациях по теме работы.

*В первой главе* приведен анализ состояния вопроса с целью обоснования направления дальнейших исследований в соответствии с предложенной рабочей гипотезой о том, что выявленные закономерности влияния органоминеральных модификаторов на основе природного и (или) техногенного сырья, водоудерживающей добавки и РПП на изменение в зависимости от времени и условий эксплуатации основных строительно-технических свойств строительных растворов и мелкозернистых бетонов обеспечат разработку рациональных составов ССС различного функционального назначения.

*Во второй главе* приведены характеристики использованных в экспериментальных исследованиях материалов и описаны методики исследований. Выбор материалов и методик достаточно обоснован.

*В третьей главе* показано влияние комплексной минеральной добавки на свойства мелкозернистых бетонов и строительных растворов, полученных из сухих строительных смесей на значение пределов прочности при сжатии и изгибе. Установлено, что состав КМД и содержание РПП незначительно влияют на соотношение пределов прочности при изгибе и сжатии, особенно в раннем возрасте. Определено, что введение КМД в состав МЗБ не повышает начальный модуль упругости. Показано, что составы с золой обеспечивают более высокую прочность сцепления со стандартным бетонным основанием.

*В четвертой главе* представлены результаты исследований деформаций усадки мелкозернистых бетонов и строительных растворов. Установлено, что в зависимости от рецептурных факторов в первые две недели протекает от 40% до 79% усадочных деформаций МЗБ. Выявлено, что при использовании в составе МД опоки интенсивность развития деформаций усадки в составах С КМД при одинаковой степени высыхания в сравнении с содержащими в качестве МД золу-уноса составами менее выражена. Показано, что независимо от дозировки РПП значения условного показателя усадочной трещиностойкости не превышают значения показателя эталонного МЗБ без РПП и ВУД.

*В пятой главе* представлены результаты исследований влияние комплексной минеральной добавки на стойкость строительных растворов при различных температурных и влажностных воздействиях по критериям прочности при сжатии, прочности сцепления с основанием, скорости ультразвука. Предложен не представленный в нормативных документах критерий морозостойкости «изменение предела прочности при изгибе».

Выполненная Животковой Ириной Александровной диссертационная работа является определенным вкладом в развитие технологии сухих строительных смесей, имеет научную и практическую ценность. Материалы диссертации в дальнейшем целесообразно использовать на предприятиях строительной индустрии.

### **Подтверждение публикации основных результатов диссертации в научной печати.**

Содержание диссертации достаточно полно изложено в автореферате, ее положения опубликованы в 13 научных работ, в том числе 6 статьях в российских рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК. Качество выполнения работы свидетельствует о хорошем научном уровне соискателя Животковой Ирины Александровны, владеющей современными методами исследований в области технологии сухих строительных смесей.

В порядке **замечаний** по диссертации можно указать:

1. Чем обоснован выбор использованных для экспериментальных исследований материалов?
2. На рис. 2.14 показано измерение скорости ультразвука при поверхностном прозвучивании. Насколько это совместимо с ф.(2.1), которая получена для сквозного прозвучивания?
3. Чем объяснить неоднозначную связь между пределами прочности при изгибе и сжатии в разном возрасте (рис. 3.1)?
4. Деформации усадки по данным рис. 4.1 различаются до 2 раз, а по данным рис. 4.2 до 3 раз. Чем это обусловлено? С какой целью так подробно исследовалась усадка?
5. Согласно табл. 5.11 при оценке морозостойкости в зависимости от критерия различие может достигать нескольких раз. Как производить оценку для практических целей?

Указанные выше замечания не снижают общую положительную оценку работы, выполненной на достаточно высоком научном и методическом уровне.

### **Заключение.**

Тема и содержания диссертации соответствует паспорту специальности 2.1.5 Строительные материалы и изделия. Работа написана диссидентом грамотным техническим языком. Материалы диссертации достаточно хорошо иллюстрированы. Представленная к защите диссертация является научно-квалификационной работой, в которой, в соответствии с требованиями п.9 Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 №842 «Положение о присуждении ученых степеней» (ред. от 21.04.2016), на основании выполненных лично автором исследований изложены новые научно-обоснованные технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны. Диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждении ученых степеней», а ее автор, Животкова Ирина Александровна, заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 Строительные материалы и изделия.

Диссертация, автореферат и отзыв на диссертацию Животковой Ирины Александровны рассмотрены и одобрены на заседании научно-исследовательской лаборатории «Ресурсо-энергосберегающих технологий, оборудования и комплексов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (протокол №3 от 12.11.2025 г.)

Кандидат технических наук (2.1.5 Строительные материалы и изделия), старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Ресурсо-энергосберегающих технологий, оборудования и комплексов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»  
Тел. +7-915-525-41-33  
E-mail: kuzik\_alena@mail.ru



Шорстова Елена Степановна

Подпись Шорстовой Елены Степановны кандидата технических наук, старшего научного сотрудника научно-исследовательской лаборатории «Ресурсо-энергосберегающих технологий, оборудования и комплексов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» удостоверяю:

проректор по кадровой политике и  
административно-правовой работе  
ФГБОУ ВО БГТУ им. В.Г. Шухова



Владимирова Оксана Владимировна

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»  
Почтовый адрес: 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46.  
тел. приемной и.о. ректора: (4722) 54-20-87, rector@intbel.ru