

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

**доктора технических наук, профессора Перфилова Владимира Александровича на диссертационную работу Филимоновой Юлии Сергеевны на тему «Тяжелый бетон на основе полидисперсного вяжущего с комплексным модификатором для гидромелиоративного строительства», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.**

### **Актуальность темы исследования**

К бетону для изготовления гидромелиоративных конструкций устанавливают требования, отличные от требований для бетонов, применяемых в промышленном и гражданском, в том числе и гидротехническом, строительстве. Такие специальные требования обусловлены, прежде всего, сложными условиями эксплуатации гидромелиоративных конструкций. Тонкостенные гидромелиоративные конструкции (толщиной до 15 см) испытывают постоянное воздействие целого комплекса агрессивных факторов: воздействие воды высокой степени минерализации, в том числе грунтовых вод, кавитационное воздействие непрерывно перемещаемых водных потоков при ежесуточных и ежесезонных температурно-влажностных колебаниях. Вышеперечисленные постоянно действующие агрессивные воздействия снижают надежность сооружений и постепенно разрушают мелиоративные конструкции. Поэтому прогрессивно увеличивается количество дефектов, что в свою очередь, ведет к значительным потерям водных ресурсов, передаваемых по транспортной системе. Повышение качества бетона для гидромелиоративного строительства с целью значимого повышения его строительно-технических свойств, в том числе эксплуатационной надежности и долговечности является актуальной проблемой современного строительного комплекса.

Автор работы справедливо считает, что решением проблемы получения структуры тяжелого бетона для гидромелиоративного строительства высокой

плотности, рационально сочетающего необходимые технологические и эксплуатационные характеристики, может достигнуто путем модифицирования его на основе полидисперсного вяжущего с управляемым зерновым составом совместно с комплексным модификатором (гиперпластификатор+полимер+микрокремнезем).

### **Структура и содержание работы**

Рецензируемая работа изложена на 170 страницах машинописного текста, состоит из оглавления, введения, основной части, состоящей из пяти глав, заключения, списка использованной литературы из 181 наименований и 3 приложений, содержит 45 таблиц, 29 рисунков.

Введение НКР посвящено рассмотрению вопросов актуальности выбранной темы исследования, степени её разработанности в результате выполнения НКР, целям и задачам исследования, научной новизны, теоретической и практической значимости полученных результатов, методологии, методов выполнения и положений, выносимых на защиту, степени достоверности достигнутых результатов и личному вкладу автора, публикациям, раскрывающим её содержание, а также её объёму и структуре.

Первая глава содержит литературный обзор информационных источников, связанных с тематикой исследования, а также анализ отечественных и зарубежных исследований по теме НКР. В выводах по главе 1 автор справедливо отмечает целесообразность проведения исследований по комплексному модифицированию структуры бетона на микроуровнях путем применения полидисперсных компонентов и комплексного модификатора (гиперпластификатор+полимер+микрокремнезем) с целью оптимизации дисперсно-гранулометрического состава для повышения концентрации твердой фазы в каждой единице объёма бетона, а также его плотности, прочности, непроницаемости и долговечности. Низкое водосодержание и рациональные реотехнологические свойства бетонной смеси обеспечиваются при этом применением высокоэффективного пластификатора на



поликарбонатной основе. Для повышения плотности и коррозионной стойкости бетона обосновано введение в состав бетонной смеси активной минеральной добавки – микрокремнезем марки МКУ-95.

Во второй главе рассмотрены применявшиеся материалы и их характеристики, а также методики проведенных исследований и использованное оборудование. Приводятся показатели сырьевых материалов для приготовления бетонных смесей: Минеральное вяжущее – портландцемент ЦЕМ I 42,5Н, ООО «Холсим (Рус) СМ» (ГОСТ 31108-2020); природный песок с модулем крупности 2,5 (Хромцовский карьер; ГОСТ 8736-2014); гранитный щебень, фр. от 5 до 15 мм, ООО «Богаевкий карьер» (ГОСТ 8267-93); гиперпластифицирующая добавка – «Melflux 5581F» (ГОСТ 24211-2008), полимерная добавка – «ПОЛИДОН-А» (ООО «Оргполимерсинтез»; ТУ 9365-002-46270704-2001); микрокремнезем марки МКУ-95 (ООО НТЦ "ЭВЕРЕСТ"; ГОСТ Р 58894-2020); рубленое базальтовое волокно (БВ) (ООО «ИнРес»; ТУ 5952-002-13307094-08). Автор подробно исследует вещественный, элементный и минеральный составы указанных компонентов, проводит их рентгенофазовый анализ. Эти результаты автор умело использует для сравнения во всех главах работы.

В третьей главе представлены результаты определения оптимального состава цементного вяжущего различной дисперсности с применением программно-расчетного комплекса на основе метода DropAndRoll, а также комплексного модифицирования полидисперсного вяжущего с управляемым зерновым составом (ПВ+гиперпластификатор+полимер+микрокремнезем). При помощи методов математического планирования эксперимента и регрессионного анализа определены оптимальные дозировки Полидон-А – 0,2% и базальтового волокна – 0,7% от массы вяжущего, при которых  $R_{сж}=77,3\text{МПа}$ ,  $K_c^*=0,074\text{МПа}\times\text{м}^{0,5}$ ,  $W_m=1,9\%$ .

В четвертой главе исследовано влияние комплексного модифицирования (Melflux 5581F+Полидон-А) на свойства тяжелого бетона для гидромелиоративного строительства. Полученный модифицированный

бетон обладает следующими показателями: предел прочности на сжатие – 77,3 МПа; предел прочности на растяжение при изгибе – 8,62 МПа; условный коэффициент интенсивности напряжений –  $0,074169 \text{ МПа} \times \text{м}^{0.5}$ , водопоглощение – 1,9%; марка по водонепроницаемости – W14; морозостойкость F1=600, повышенная стойкость к агрессивным средам.

В пятой главе проведены опытно-производственные работы по внедрению тяжелого модифицированного бетона в технологию железобетонных лотков для гидромелиоративного строительства.

В заключении сформулированы выводы на основании полученных результатов проведенного исследования, представлены рекомендации и обозначены перспективы дальнейших исследований.

### **Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций**

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе, обеспечивается применением в исследованиях научно-обоснованных методик; использованием современного научно-исследовательского оборудования; вероятностно-статистической обработкой экспериментальных результатов; соответствием результатов опытных испытаний данным лабораторных исследований.

Научная новизна результатов исследования заключается в обосновании и экспериментальном доказательстве технологического решения получения тяжелого модифицированного бетона на основе цементного вяжущего оптимального зернового состава с высокой плотностью упаковки совместно с комплексным модификатором (0,3% Melflux+ 0,2% Полидон-А+15%МК) и базальтовым волокном (0,7% БВ). Полученный модифицированный тяжелый бетон обладает повышенными прочностными, гидрофизическими свойствами и высокой стойкостью к коррозии, что положительно влияет на его долговечность.



## **Теоретическая и практическая значимость работы**

Автор работы дополнил теоретические представления о процессе структурообразования тяжелого бетона на основе полидисперсного вяжущего с управляемым зерновым составом совместно с комплексным модификатором (суперпластификатор+полимер+микрокремнезем) и армированным базальтовым волокном.

Разработан состав эффективного тяжелого бетона для гидромелиоративного строительства с повышенными эксплуатационными характеристиками: предел прочности на сжатие – 77,3 МПа; предел прочности на растяжение при изгибе – 8,62 МПа; условный коэффициент интенсивности напряжений – 0,074169 МПа $\times$ м<sup>0,5</sup>, водопоглощение – 1,9%; марка по водонепроницаемости – W14; морозостойкость F1=600, повышенная стойкость к агрессивным средам.

Разработаны технические условия ТУ 236112-016-80769602-2023 «Эффективный модифицированный тяжелый бетон для производства лотков», утвержденные ООО «ИнжСпецСтрой».

## **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, является высокой, поскольку научные положения обоснованы и разработаны с использованием современных достижений строительного материаловедения, а также анализа данных, содержащихся в современных научно-технических источниках других авторов, экспериментальных результатов исследований настоящей работы, а также методов математического планирования эксперимента.

## **Замечания**

К диссертационной работе имеются следующие замечания и предложения:

– Целью работы является повышение качества бетонной матрицы для лотков гидромелиоративных систем, в литературном обзоре приведены ссылки на учёных, занимавшихся подобной тематикой. Однако, практически не раскрыты сами коррозионные факторы и механизмы их действия на бетон. Частично эти факторы раскрыты в главе, посвящённой экспериментальной части исследования, но и там они приведены описательно. Целесообразно было бы подробнее рассмотреть коррозионные процессы, характерные именно для лотков мелиоративных систем и решения, применяемые предыдущими исследователями для их смягчения. Тогда более наглядно будет представлено предложенное соискателем механизма повышения свойств этих лотков.

– Там же, в литературном обзоре, приведены сведения о работе неупорядоченных систем, плотности упаковки предложенной полифракционной добавки и т.п. Тем не менее, не рассмотрены механизмы работы таких систем в практических условиях – например, как будет обеспечено равномерное распределение частиц разного размера при перемешивании?

– В качестве одного из компонентов комплексной добавки предлагается поливинилпирролидон торговой марки «Полидон-А», приведены его основные свойства и структурная формула. Целесообразно было бы также представить более подробную информацию о том, каков предполагаемый механизм его работы с цементным тестом. Тогда будет нагляднее и возможный механизм его совместной работы с пластифицирующей добавкой «Melflux 5581 F», имеющей в себе основным компонентом поликарбоксилатный эфир.

– В разделе 3.2 достаточно подробно приводится алгоритм расчёта состава бетона в соответствии с рекомендациями НИИЖБ. Это известный метод подбора, можно было бы сократить сам алгоритм и представить больше результатов.



– В разделе 4.6, посвящённому коррозионной стойкости бетонов для лотков мелиоративных систем, исследовано влияние вод, неорганических кислот и щелочей на бетон лотка (согласно методике ГОСТ). На основании полученных результатов делается вывод о возможной стойкости изделий и к воздействию органических кислот в почве, что не является правомерным. Следовало бы провести прямые испытания разработанного бетона представителями гуминовых кислот, тогда результаты были бы более достоверны.

– В технологической части не раскрыт способ получения полидисперсного вяжущего. При описании технологической линии приведена информация существующей технологической линии завода внедрения, но не указано, каким образом она может быть модифицирована для помола клинкера различных фракций и как это повлияет на время производства изделий. Из предыдущего текста работы можно догадаться, что помол клинкера производился не на заводе и готовую полифракционную добавку привозили в готовом виде. Это следовало отразить при формировании раздела и экономической оценке производства.

– К сожалению, в работе не всегда прослеживается единство терминологии, сами термины не всегда используются корректно. Некоторые предложения в тексте сформулированы не очень корректно. Например, в разделе 4.4.1 (стр.104) говорится «характер разрушения и результаты испытаний представлены в таблице», однако в указанной таблице представлены только показатели плотности, пористости, прочности при сжатии и модуля упругости. Выводы по главе 4 на стр. 120 содержат фразу «доказана положительная роль клинкерного фонда в цементном камне» — это известный факт, имелась в виду именно запроектированная роль клинкерного фонда в разработанном составе бетона и т.п. Подобные неоднократно встречающиеся неточности затрудняют восприятие текста.

– Указанные замечания не являются критичными и не снижают общее положительное впечатление от представленной работы, а научная

значимость, достоверность полученных результатов и весомость вклада автора не вызывают сомнений.

### **Заключение**

- **Качество изложения и оформления материалов** научно-квалификационной работы соответствует общепринятым требованиям и оцениваются высоко.

- **Самостоятельность исследования, личный вклад автора в науку** заключается в достижении цели работы и в обобщении, систематизации и развитии составляющих теоретическую часть исследуемых вопросов, а также разработке и апробации полученных результатов. Соискателем самостоятельно получены, идентифицированы, интерпретированы и апробированы результаты исследований.

Результаты диссертации достаточно полно опубликованы в 13 научных публикациях, в том числе 7 работ – в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых изданий, рекомендованных ВАК РФ, 4 работы опубликовано в журналах, индексируемых в международных реферативных базах Scopus, Web of Science; 1 работа – в журнале, входящем в базы данных РИНЦ. Получено свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2019620513, 01.04.2019 г.

Диссертационная работа Филимоновой Юлии Сергеевны является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Диссертация на тему «Тяжелый бетон на основе полидисперсного вяжущего с комплексным модификатором для гидромелиоративного строительства» отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а



ее автор Филимонова Юлия Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

**Официальный оппонент:**

Доктор технических наук по специальности 05.23.05 Строительные материалы и изделия, профессор, заведующий кафедрой «Нефтегазовые сооружения», федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»



**Перфилов  
Владимир  
Александрович**

«\_13\_» \_\_\_\_\_ февраля \_\_\_\_\_ 2024 г.

Адрес: 400005, г. Волгоград, пр. им. В.И. Ленина, д. 28  
E-mail: vladimirperfilov@mail.ru  
Тел.: 8(8442) 96-99-15

Подпись профессора Перфилова В.А. заверено

*Угелко секретарь  
Угелко секретарь УАИ С ВолГУ*



*Перфилов В.А.  
13.2.2024г.*