

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Ключников Дмитрий Александрович

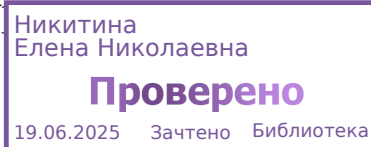
Учет влияния пластифицирующих добавок на температуру
замерзания бетона при разработке проекта организации
строительства

Кафедра «Строительство и Архитектура»
Направление 08.04.01 – «Строительство»
Программа 08.04.01 – «Инновационные технологии в
строительстве»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание академической степени магистра наук

Комсомольск-на-Аму
2025г.



**Работа выполнена на кафедре «Строительство и Архитектура»
Комсомольского-на-Амуре государственного университета.**

Научный руководитель:

Щербаков Иван Федорович
кандидат технических наук, доцент
кафедры «Строительство и
Архитектура»

Рецензент:

Головко Александр Владимирович
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Строительные
конструкции, здания и сооружения»
Дальневосточного государственного
университета путей сообщения

Защита состоится «18» июня 2025 г. на заседании государственной
аттестационной комиссии в Комсомольском-на-Амуре государственном
университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре. Пр. Ленина, 27,
ФГБОУ ВО «КНАГУ», ауд. 2012/1

Секретарь ГЭК

И.В. Погорельских

Автореферат

Бетон – основной материал для изготовления строительных конструкций. В настоящее время более 70% строительных конструкций выполняется из железобетона – композитного материала, сочетающего в себе совместную работу бетона и стальной арматуры. В зависимости от условий работы конструкции бетон должен обладать определенными показателями: прочностью на сжатие, растяжение, изгиб; водонепроницаемостью; морозостойкостью и другими характеристиками. Соответствие данным показателям достигается благодаря правильно подобранному составу.

Актуальность работы.

Многообразие конструкций и технологий, различных классов бетона и характеристик бетонной смеси и исходных материалов требует в каждом конкретном случае расчета состава бетона. Для решения этой задачи и получения бетона с заданными характеристиками, необходимо проектировать состав бетона, то есть подбирать составные компоненты бетонной смеси и их количество. Однако предварительный подбор состава сопряжен с определенными трудностями. Разнообразие видов цемента, мелкого и крупного заполнителя существенно усложняют расчет. Получение бетона требуемой прочности зависит от различных характеристик его составляющих (класс бетона, подвижность или удобоукладываемость бетонной смеси, показатель качества заполнителей, нормальная плотность цементного теста, марка цемента, истинная и средняя насыпная плотность цемента, истинная и средняя насыпная плотность мелкого заполнителя, влажность и водопотребность мелкого заполнителя, модуль крупности мелкого заполнителя, средняя и насыпная плотность крупного заполнителя, максимальная крупность и влажность крупного заполнителя, количество и вид добавки, концентрация и плотность раствора добавки и др.).

Многообразие факторов, влияющих на состав бетона, приводит к необходимости предварительного проектирования состава бетона, то есть проведения вычислительного эксперимента. В результате возникает

необходимость создания программного продукта, учитывающего проектирование состава бетона при изменении характеристик материалов и бетонной смеси. Это дает возможность в кратчайшие сроки осуществлять подбор состава тяжелого бетона исходя из экономических факторов и условий эксплуатации конструкций.

При этом необходимо отметить, что на территориях Дальнего Востока и Сибири бетонирование монолитных бетонных и железобетонных конструкций не редко осуществляется в условиях отрицательных температур. Применение противоморозных добавок (ПМД) - наиболее распространённый способ, используемый при бетонировании в зимних условиях. Большинство бетонных заводов выпускают бетон с добавками ПМД. Так называемый зимний бетон производится в различных вариациях, отличающихся между собой процентным содержанием добавок. Вид противоморозной добавки выбирается в зависимости от типа и условий эксплуатации конструкций, темпа строительства, метеорологических условий (температуры, наружного воздуха и скорости ветра) и технико-экономических показателей. Для правильного дозирования и равномерного распределения противоморозные добавки следует вводить в бетонную смесь в виде водного раствора рабочей концентрации, т. е. раствора, которым затворяется смесь без дополнительного введения в нее воды. Зная концентрацию имеющегося раствора противоморозной добавки, и необходимое количество этой добавки в процентах от массы цемента, вычисляется объем раствора данной добавки. Полученное количество раствора нужно добавить в бетонную смесь. В результате при расчете состава бетона с добавками нужно пересчитывать количество воды, т. к. часть воды попадет в смесь в виде водного раствора добавки. Таким образом, и без того трудоемкая процедура расчета состава бетона усложняется за счет введения в него добавок.

Цель работы: Изучить влияния пластифицирующих добавок на температуру замерзания бетона при строительстве зданий и сооружений.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

1) Изучить и проанализировать методики подбора состава бетона и выбрать наиболее оптимальную, содержащую наиболее удобный и подробный алгоритм расчета.

2) Разработать наиболее оптимальную программную среду для визуализации данных и расчетов и автоматизировать процесс расчета состава тяжелого бетона, в том числе с учетом концентрированных растворов добавок и влажности заполнителей.

3) Включить в программный продукт базу данных, позволяющую хранить информацию о добавках для бетонов.

4) Описать применение программы для расчета конкретного состава тяжелого бетона с противоморозными добавками, провести математический эксперимент.

5) Провести проверку полученных результатов экспериментальным методом

6) Провести анализ полученных данных на процесс строительства зданий и сооружений

7) Провести апробацию результатов исследования

Объектом исследования является проектирование состава тяжелого бетона.

Предметом исследования – автоматизация процесса проектирования состава бетона с противоморозными добавками, с учетом справочных данных и нормативных документов.

Научная новизна: Автоматизация проектирования состава бетона с учетом основных компонентов бетонной смеси и их характеристик, включая применение химических добавок.

В качестве **методов исследования** выступают теоретические и экспериментальные исследования на основе расчетных формул и проведении вычислительного эксперимента, проверка полученных данных экспериментальным методом и внедрение программного продукта на предприятиях.

Публикации. Основные результаты исследования опубликованы в 3-х статьях и свидетельстве о регистрации программы для ЭВМ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, библиографического списка и трех приложений. Работа изложена на 132 страницах машинного текста, включая в себя 20 рисунков, 16 таблиц, 56 источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассматриваются характеристики и технологические особенности получения бетона с заданными показателями, рассказывается о тяжелом бетоне и его видах, основных показателях качества бетона и бетонной смеси. Представлены характеристики материалов, из которых изготавливают бетон. Рассмотрена классификация различных добавок для бетонов.

Вторая глава посвящена описанию методов подбора состава бетона, их сущности и выбору наиболее оптимальной методики. В ней так же говорится о значении информационных технологий для проведения вычислительного эксперимента. Представлено множество таблиц и формул, используемых при расчете состава бетона. Приводится расчет состава бетона на объем бетоносмесителя, который впоследствии будет использован в алгоритме программы.

В третьей главе представлена блок – схема, составленная согласно алгоритму расчета, описывается программный продукт и принципы его работы с поэтапной визуализацией.

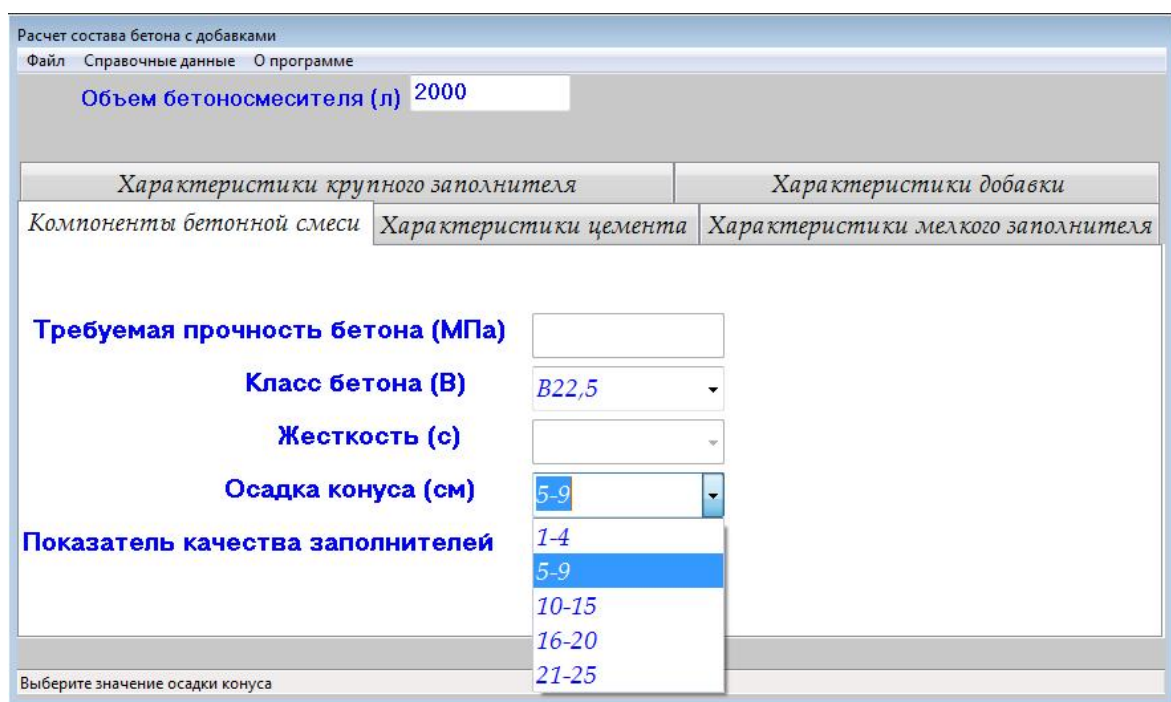


Рисунок 1 – Главное окно программы.

В четвертой главе приведен анализ работы программы и ее реализация на примере расчета состава тяжелого бетона с применением противоморозных добавок. Осуществлена апробация результатов исследования. Проведены экспериментальные исследования, подтверждающие соответствие теоретических выкладок фактическим процессам, протекающих в ходе бетонирования конструкции с учетом противоморозной добавки АрмМикс Нордпласт.

Заключение:

В данной магистерской диссертации рассмотрен и выбран алгоритм проектирования номинального и производственного состава тяжелого бетона с применением противоморозных добавок. Создан программный продукт для проведения вычислительного эксперимента и предварительного расчета состава тяжелого бетона с добавками.

В ходе написания диссертации были решены следующие задачи:

а) Изучены и проанализированы методики подбора состава бетона и выбрана наиболее оптимальная, содержащая удобный и подробный алгоритм расчета.

б) Разработана наиболее оптимальная программная среда для визуализации данных и расчетов и автоматизации процесса подбора состава тяжелого бетона с учетом концентрированных растворов противоморозных добавок и влажности заполнителей.

в) «Программа проектирования состава тяжелого бетона с противоморозными добавками» прошла апробацию на конкретном примере.

г) Создана база данных, содержащая основную информацию о различных добавках для бетона.

д) Проведены экспериментальные исследования, доказывающие точность работы программного продукта и качество работы выбранной противоморозной добавки.

е) Проанализировано влияние полученных данных на процесс строительства зданий и сооружений.

Публикации автора по теме диссертации

1. Ключников Д.А., Добрышкин А.Ю. Исследование экономической эффективности применения некоторых противоморозных добавок зимнего бетонирования / В сборнике: Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. Материалы VII Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. Комсомольск-на-Амуре, 2024. С. 72-74.

2. Ключников Д.А., Добрышкин А.Ю. Теоретические исследования использования противоморозной добавки Арммикс Нордпласт / В сборнике: Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. Материалы VII Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. Комсомольск-на-Амуре, 2024. С. 74-76.

3. Ключников Д.А., Добрышкин А.Ю. Оценка экономической эффективности применения программных комплексов при изготовлении бетонных конструкций / В сборнике: Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. Материалы VII

Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных.
Комсомольск-на-Амуре, 2024. С. 76-78.

4. Добрышкин А.Ю., Ключников Д.А. Программа подбора состава тяжелого бетона с добавками. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU2024661935. Дата регистрации 22.05.2024г.