

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе и

инновациям Наманганского

государственного технического

университета

М. Дадамирзаев

2026 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Махмадизода Усмонали Муродали на тему: «Экспериментальные исследования железобетонных балок методами физического моделирования», представленную в диссертационный совет 6D.KOA-027 при Таджикском техническом университете имени академика М. С. Осими на соискание учёной степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072900 – Строительство (6D072902 – Строительные конструкции, здания и сооружения).

Наманганский государственный технический университет, г. Наманган, Республика Узбекистан, в соответствии с решением диссертационного совета 6D.KOA-027 при Таджикском техническом университете имени академика М. С. Осими, выступает в качестве ведущей организации по диссертационной работе Махмадизода Усмонали Муродали.

Наманганский государственный технический университет является образовательной и научной организацией строительного профиля. Научная деятельность университета связана с исследованиями в области строительных конструкций, зданий и сооружений, сейсмостойкости, экспериментального исследования и расчётного анализа несущих элементов зданий и сооружений. В связи с этим тематика диссертационной работы соответствует научному профилю ведущей организации и представляет интерес для специалистов в области железобетонных конструкций, физического моделирования, экспериментальных исследований и численного анализа строительных конструкций.

Составителем отзыва от ведущей организации является Жураев Бахтиёр Гулямович, заведующий кафедрой «Строительство зданий и сооружений», доктор технических наук, доцент, специалист по направлению 05.09.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Ведущая организация, рассмотрев и обсудив рукопись диссертации, автореферат диссертации и опубликованные научные труды Махмадизода Усмонали Муродали, заключила следующее.

1. Соответствие темы и содержания диссертации паспорту научной специальности.

Тема и содержание диссертационной работы соответствуют специальности 6D072900 – Строительство (6D072902 – Строительные конструкции, здания и сооружения), по которой диссертационный совет 6D.KOA-027 при Таджикском техническом университете имени академика М. С. Осими осуществляет приём, рассмотрение и защиту диссертаций.

Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 6D072900 – Строительство (6D072902 – Строительные конструкции, здания и сооружения), в том числе следующим направлениям:

6. Разработка и совершенствование методов и систем оценки качества строительных конструкций зданий и сооружений в период их строительства, эксплуатации, усиления и восстановления;

22. Линейная и нелинейная механика конструкций и сооружений, разработка физико-математических моделей их расчёта;

24. Численные методы расчёта сооружений и их элементов;

25. Теория и методы оптимизации сооружений.

Диссертационная работа посвящена экспериментальному исследованию напряжённо-деформированного состояния изгибаемых железобетонных балок с применением методов физического моделирования, положений теории подобия и размерного анализа. В работе рассматриваются вопросы перехода от результатов испытаний модельных железобетонных балок к параметрам работы натуральных конструкций с учётом геометрического, силового и механического подобия, а также физически нелинейного характера деформирования железобетона.

2. Актуальность темы исследования.

Железобетонные конструкции остаются одним из наиболее распространённых видов несущих строительных конструкций, применяемых в промышленном, гражданском и транспортном строительстве. Оценка их напряжённо-деформированного состояния, трещиностойкости, деформативности и предельных состояний имеет важное научно-практическое

значение для обеспечения надёжности, долговечности и безопасности зданий и сооружений.

Проведение натурных экспериментальных исследований железобетонных элементов требует значительных материальных, технических и организационных затрат. Кроме того, испытание крупногабаритных натурных конструкций связано с необходимостью применения специальных стендов, силового оборудования, измерительной аппаратуры и подготовленной лабораторной базы. В этих условиях особую актуальность приобретают методы физического моделирования, позволяющие получать экспериментальную информацию о работе строительных конструкций на уменьшенных моделях с последующим переносом результатов на натурные объекты.

Актуальность темы диссертационной работы определяется необходимостью научного обоснования методики физического моделирования изгибаемых железобетонных элементов, разработки критериев и коэффициентов подобия, а также установления закономерностей переноса параметров напряжённо-деформированного состояния от модельных образцов к натурным конструкциям.

Особое значение имеет исследование ширины раскрытия трещин как одного из основных параметров трещиностойкости железобетонных конструкций. В диссертации данному вопросу уделено специальное внимание, поскольку прямой перенос значений ширины раскрытия трещин с модели на натурную конструкцию без учёта масштабного фактора может привести к некорректной оценке работы изгибаемого железобетонного элемента.

Следовательно, тема диссертационной работы является актуальной и соответствует современным задачам экспериментального исследования, расчёта и моделирования железобетонных строительных конструкций.

3. Научная новизна полученных результатов.

Научная новизна диссертационной работы состоит в разработке и экспериментальном обосновании методики физического моделирования изгибаемых железобетонных балок, позволяющей выполнять переход от результатов испытаний модельных образцов к параметрам работы натурных конструкций.

К числу наиболее значимых научных результатов диссертации относятся:

- разработка экспериментально обоснованной методики физического моделирования железобетонных балок, основанной на положениях теории подобия и размерного анализа;
- определение коэффициентов и критериев подобия, обеспечивающих перенос параметров напряжённо-деформированного состояния с модельных железобетонных балок на натурные конструкции;
- установление закономерностей изменения прогибов, деформаций, усилий и ширины раскрытия трещин в натуральных и модельных железобетонных балках при статическом нагружении;
- обоснование комплексного коэффициента подобия, учитывающего физически нелинейный характер работы железобетона, изменение жёсткости сечения после трещинообразования и стадийность деформирования изгибаемого элемента;
- экспериментальное установление необходимости масштабного учёта ширины раскрытия трещин при физическом моделировании железобетонных балок;
- получение эмпирической зависимости для определения ширины раскрытия трещин натурной железобетонной балки по результатам испытаний модельного образца;
- выполнение физически нелинейного численного моделирования натуральных и модельных железобетонных балок методом конечных элементов в ПК ЛИРА-САПР и сопоставление расчётных результатов с экспериментальными данными.

Указанные результаты обладают научной новизной и имеют значение для развития методов физического моделирования железобетонных строительных конструкций.

4. Научная ценность результатов диссертации.

Научная ценность диссертационной работы заключается в развитии положений теории подобия и размерного анализа применительно к задачам физического моделирования изгибаемых железобетонных элементов.

В работе показано, что при моделировании железобетонных балок недостаточно учитывать только геометрическое подобие. Для достоверного переноса результатов модельных испытаний на натурные конструкции необходимо учитывать физико-механические характеристики материалов,

стадийность работы железобетона, момент образования трещин, изменение жёсткости сечения, развитие деформаций и предельные состояния.

Научный интерес представляет предложенный подход к оценке ширины раскрытия трещин, поскольку данный параметр является одним из определяющих при оценке трещиностойкости и эксплуатационной пригодности железобетонных конструкций. Полученная эмпирическая зависимость позволяет уточнить методику переноса результатов испытаний модельных балок к соответствующим параметрам натуральных элементов.

Важным элементом исследования является сопоставление результатов натуральных, модельных и численных исследований. Такой подход повышает научную обоснованность полученных результатов и позволяет рассматривать разработанную методику как экспериментально подтверждённую.

5. Научная и практическая значимость работы.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в возможности применения разработанной методики при планировании и проведении экспериментальных исследований железобетонных конструкций с использованием физических моделей.

Результаты исследования могут быть использованы:

- в научно-исследовательских организациях при разработке и уточнении методик экспериментального исследования железобетонных конструкций;
- в испытательных лабораториях при проведении модельных испытаний изгибаемых железобетонных элементов;
- в проектных организациях при оценке напряжённо-деформированного состояния, трещиностойкости и деформативности железобетонных конструкций;
- при верификации численных моделей железобетонных конструкций, выполняемых методом конечных элементов;
- в образовательных учреждениях строительного профиля при подготовке бакалавров, магистров и докторантов PhD по направлениям, связанным с расчётом, экспериментальным исследованием и моделированием строительных конструкций.

Полученные результаты имеют практическую ценность также потому, что позволяют снизить объём дорогостоящих натуральных испытаний за счёт применения физически обоснованных модельных экспериментов.

6. Степень достоверности представленных в диссертации результатов.

Достоверность результатов диссертационной работы обеспечивается корректной постановкой цели и задач исследования, использованием теоретических положений механики деформируемого твёрдого тела, теории подобия и размерного анализа, проведением натурных и модельных экспериментальных исследований железобетонных балок, а также применением современных методов численного моделирования.

Экспериментальная часть исследования включает испытания натурных железобетонных балок и их физических моделей в масштабе 1:4 при статическом нагружении с регистрацией основных параметров напряжённо-деформированного состояния. Сопоставление данных натурных и модельных испытаний позволило установить степень сходимости результатов по нагрузке, изгибающим моментам, прогибам, деформациям и ширине раскрытия трещин.

Достоверность результатов также подтверждается физически нелинейным численным моделированием работы натурных и модельных железобетонных балок методом конечных элементов в ПК ЛИРА-САПР. Сопоставление численных результатов с экспериментальными данными свидетельствует о корректности выбранного подхода и применимости разработанной методики для оценки работы изгибаемых железобетонных элементов.

7. Личный вклад соискателя в исследование.

Личный вклад Махмадизода Усмонали Муродали заключается в выполнении теоретического анализа положений теории подобия и размерного анализа применительно к железобетонным конструкциям, разработке методики физического моделирования изгибаемых железобетонных балок, участии в организации и проведении натурных и модельных экспериментальных исследований, обработке полученных экспериментальных данных, определении коэффициентов и критериев подобия, установлении зависимости для переноса значений ширины раскрытия трещин, выполнении численного моделирования в ПК ЛИРА-САПР, сопоставлении полученных результатов, формулировке научных выводов и подготовке публикаций по теме диссертации.

8. Публикации результатов диссертации в рецензируемых научных журналах.

Основные результаты диссертационной работы отражены в 9 научных публикациях автора, в том числе в 5 публикациях в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Президенте Республики Таджикистан, в 1 статье в международном научном журнале и в 3

работах, опубликованных в материалах научно-практических конференций и иных научных изданиях.

Из общего числа опубликованных работ 6 публикаций входят в Российский индекс научного цитирования. Кроме того, по направлению дальнейшего развития исследований получен малый патент Республики Таджикистан № 1453.

Опубликованные работы в достаточной степени отражают основные положения, научные результаты и выводы диссертационного исследования.

Научный профиль ведущей организации подтверждается наличием публикаций работников университета по близкой тематике за последние 5 лет, включая работы по изгибаемым бетонным балкам с гибридным армированием, экспериментальному исследованию прочности фибробетонных балок при срезе, моделированию зданий, сейсмостойкости и расчётному анализу строительных конструкций. В частности, среди публикаций работников ведущей организации имеются работы Б. Г. Жураева по исследованию работы бетонных и железобетонных элементов, моделированию зданий и оценке напряжённо-деформированного состояния конструкций при статических и динамических воздействиях.

9. Структура и объём диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, четырёх глав, заключения, рекомендаций по практическому использованию результатов, списка литературы, списка основных публикаций по теме диссертации и приложений. Общий объём диссертации без учёта приложений составляет 253 страницы, с учётом приложений – 282 страницы. Работа содержит 151 рисунок, 61 таблицу и 3 приложения. Список литературы включает 132 наименования трудов отечественных и зарубежных авторов.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования, определены степень научной разработанности проблемы, цель и задачи исследования, объект и предмет исследования, методы исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, достоверность результатов, личный вклад соискателя и положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассмотрены теоретические основы физического моделирования строительных конструкций, положения теории подобия и размерного анализа, а также современное состояние исследований, связанных с моделированием железобетонных элементов. Особое внимание уделено

вопросам геометрического, механического и силового подобия, а также проблеме переноса результатов модельных испытаний на натурные конструкции.

Вторая глава посвящена натурным экспериментальным исследованиям железобетонных балок. В ней приведены сведения о геометрических параметрах балок, армировании, физико-механических характеристиках бетона и арматуры, схеме нагружения, применяемом оборудовании и измерительных приборах. На основе экспериментальных данных установлены характерные стадии работы натуральных балок: упругая стадия, образование трещин, развитие деформаций, достижение предельной ширины раскрытия трещин и разрушение.

Третья глава посвящена экспериментальным исследованиям модельных железобетонных балок, изготовленных в масштабе 1:4. В главе рассмотрены вопросы выбора материалов для моделирования, армирования модельных образцов, схемы испытаний, регистрации прогибов, деформаций и ширины раскрытия трещин. Проведён анализ соответствия результатов модельных испытаний параметрам работы натуральных железобетонных балок с использованием коэффициентов и критериев подобия.

Четвёртая глава посвящена численному моделированию работы натуральных и модельных железобетонных балок методом конечных элементов в ПК ЛИРА-САПР. В главе рассмотрены особенности построения расчётных моделей, задания физически нелинейных характеристик бетона и арматуры, моделирования процесса нагружения, трещинообразования и деформирования балок. Выполнено сопоставление результатов численного моделирования с экспериментальными данными.

В заключении сформулированы основные научные результаты диссертационной работы, выводы и рекомендации по практическому использованию разработанной методики.

10. Соответствие оформления диссертации требованиям Высшей аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан.

Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертациям и авторефератам диссертаций. Работа имеет логически завершённую структуру, содержит достаточный объём экспериментальных, расчётных и графических материалов, таблиц, диаграмм и выводов по основным разделам.

Автореферат диссертации отражает основное содержание диссертационной работы, её цель, задачи, научную новизну, практическую

значимость, достоверность результатов, положения, выносимые на защиту, и основные выводы исследования.

11. Соответствие научной квалификации соискателя для получения учёной степени.

Научная квалификация соискателя Махмадизода Усмонали Муродали соответствует заявленной специальности 6D072900 – Строительство (6D072902 – Строительные конструкции, здания и сооружения).

Соискатель показал способность самостоятельно формулировать научную проблему, разрабатывать методику экспериментального исследования, выполнять обработку и анализ полученных данных, применять методы численного моделирования, обосновывать научные выводы и формулировать практические рекомендации.

12. Замечания по диссертационной работе.

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. В диссертации предложена методика физического моделирования изгибаемых железобетонных балок преимущественно на примере масштаба 1:4. Вместе с тем недостаточно раскрыт вопрос о возможности распространения полученных коэффициентов и критериев подобия на другие масштабы моделирования, что ограничивает область прямого применения разработанной методики.

2. При анализе результатов модельных испытаний следовало бы более подробно рассмотреть влияние масштабного фактора на сцепление арматуры с бетоном, развитие трещин и перераспределение напряжений после трещинообразования, поскольку указанные факторы существенно влияют на работу изгибаемых железобетонных элементов в нелинейной стадии.

3. Предложенная эмпирическая зависимость для определения ширины раскрытия трещин натурной железобетонной балки по результатам испытаний модельного образца представляет научный интерес, однако в диссертации недостаточно чётко определены пределы её применимости для конструкций с иными классами бетона, процентами армирования, схемами нагружения и геометрическими параметрами сечения.

4. В работе выполнено сопоставление натуральных и модельных испытаний, однако статистическая обработка экспериментальных данных могла бы быть представлена более развёрнуто, в том числе с указанием доверительных интервалов, коэффициентов вариации и оценки влияния погрешностей

измерительных приборов на итоговые значения прогибов, деформаций и ширины раскрытия трещин.

5. При обосновании комплексного коэффициента подобия следовало бы более детально раскрыть его физический смысл на различных стадиях работы железобетонной балки: до образования трещин, после трещинообразования, при развитии пластических деформаций и в предельном состоянии. Это позволило бы повысить убедительность предлагаемого подхода при переходе от модели к натурной конструкции.

6. В разделе численного моделирования в ПК ЛИРА-САПР недостаточно подробно раскрыты вопросы чувствительности расчётной модели к типу конечных элементов, размеру расчётной сетки, параметрам нелинейных диаграмм бетона и арматуры, а также к условиям закрепления и приложения нагрузки.

7. Сопоставление экспериментальных и численных результатов в основном направлено на подтверждение общей сходимости данных. Вместе с тем целесообразно было бы более подробно проанализировать причины расхождений между расчётными и экспериментальными значениями на отдельных стадиях нагружения, особенно в зоне трещинообразования и перед разрушением.

Указанные замечания носят научно-методический и уточняющий характер. Они не снижают актуальности, научной новизны и практической значимости диссертационной работы, а также не влияют на общую положительную оценку выполненного исследования.

Автореферат диссертации подготовлен в соответствии с установленными требованиями, отражает основное содержание исследования, содержит основные научные положения, выводы и практические рекомендации. Опубликованные научные работы в достаточной степени отражают содержание диссертации.

13. Заключение по диссертации.

В целом диссертационная работа Махмадизода Усмонали Муродали на тему: «Экспериментальные исследования железобетонных балок методами физического моделирования», представленная на соискание учёной степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072900 – Строительство (6D072902 – Строительные конструкции, здания и сооружения), выполнена на достаточном научном уровне, является самостоятельным и завершённым научным исследованием, имеющим теоретическое и прикладное значение.

В диссертации решена актуальная научно-техническая задача, связанная с экспериментальным обоснованием методики физического моделирования изгибаемых железобетонных балок и переносом параметров напряжённо-деформированного состояния с модельных образцов на натурные конструкции.

Считаем, что диссертационная работа Махмадизода Усмонали Муродали соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан и требованиям Порядка присуждения учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года № 267, а сё автор заслуживает присуждения учёной степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072900 – Строительство (6D072902 – Строительные конструкции, здания и сооружения).

Отзыв подготовлен в соответствии с пунктами 76–79 и 81 Порядка присуждения учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года № 267.

Отзыв обсуждён и утверждён на заседании кафедры «Строительство зданий и сооружений» Наманганского государственного технического университета, г. Наманган, Республика Узбекистан, протокол № 43 от «15» июля 2026 года.

На заседании присутствовали: 21 человек.

Результаты голосования: «за» – 21 человек, «против» – нет, «воздержавшихся» – нет.

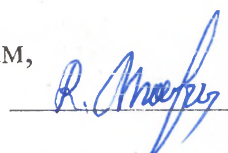
Председатель заседания,
Кандидат технических наук, доцент

 Тухтабаев А.А.

Эксперт,
заведующий кафедрой «Строительство зданий и сооружений»
доктор технических наук, доцент

 Жураев Б. Г.

Секретарь заседания,
Доктор философии (PhD) по техническим наукам,
старший преподаватель

 Мавланов Р.А.

Адрес ведущей организации: 160103, Республика Узбекистан, г. Наманган, ул. И. Каримова, д. 12.

Тел.: +998 (69) 234-14-30.

E-mail: namdtu_info@edu.uz

Официальный сайт: <https://namdtu.uz/>