



**УТВЕРЖДАЮ**

**Ректор ЯГТУ**

к.э.н., доц.

**Е.О. Степанова**

04 \_\_\_\_\_ 2025 г.

## **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет»  
на диссертационную работу Антонова Михаила Дмитриевича  
«Силовое сопротивление монолитных зданий с безбалочными  
перекрытиями при повреждениях узлов сопряжения плиты и колонны  
от продавливания», представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности  
2.1.1 – Строительные конструкции, здания и сооружения**

### **Актуальность избранной темы**

В настоящее время в строительной практике широко распространены здания с монолитными безбалочными перекрытиями. Их применение обусловлено гибкими планировочными решениями с увеличенными пролетами и минимизацией вертикальных несущих элементов, технологичностью и высокой долговечностью (благодаря отсутствию швов) таких конструкций. Благодаря технологичности и простоте возведения имеется возможность устройства конструкций рабочими с базовой квалификацией в условиях повышенных и пониженных температур, неблагоприятных для бетонирования. Однако это может приводить к перегрузкам конструкций и возникновению зон с локальными дефектами. При этом повреждения могут развиваться вследствие комбинации различных факторов – силовых, коррозионных воздействий, несоблюдения технологии производства. Важно отметить, что в течение жизненного цикла здания дефекты накапливаются и образуются новые зоны повреждений. В аварийной ситуации это может повлиять на работу системы, изменить напряженно-деформированное состояние отдельных ее элементов. Недостаточно проработанным остается вопрос, при каком объеме и каких комбинациях следует учитывать данные повреждения в расчете на устойчивость монолитных каркасов к прогрессирующему обрушению.

Представленная диссертация Антонова М.Д. посвящена решению важной проблемы, связанной с изучением напряженно-деформированного состояния каркасов с безбалочными перекрытиями при наличии дефектов в узле соединения плиты и колонны во время эксплуатации и при возникновении аварийной ситуации. Тема диссертационного исследования является актуальной, поскольку указанный узел сопряжения является ключевым для обеспечения несущей способности монолитных каркасов. Нарушение работы этого узла может значительно снизить механическую безопасность объекта.

Знание о предельном уровне допустимых повреждений в узле соединения плиты и колонны и механизмов разрушения каркасов при различных уровнях повреждений позволит своевременно проводить ремонтно-восстановительные работы и обеспечить механическую безопасность конструкции на протяжении всего жизненного цикла объекта.

### **Структура и содержание работы**

Для рассмотрения в ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет» представлена диссертация Антонова М.Д., которая имеет законченный вид квалификационной работы и включает введение, четыре главы, заключение, список цитированных литературных источников (141 источник на 16 страницах) и приложения (9 страниц). Работа изложена на 189 страницах, содержит 124 рисунка и 10 таблиц.

**Во введении** характеризуется состав и содержание диссертационной работы, актуальность темы исследования, новизна, сведения о ее апробации и личном вкладе автора. Сформулированы научно-технические гипотезы, определена область, предмет и объект исследований, представлена новизна, теоретическая и практическая значимость научных результатов, а также положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** приведен обзор научно-технической литературы в области защиты монолитных каркасов от прогрессирующего разрушения и по работе узла сопряжения колонны и плиты при реализации механизма продавливания. В ходе обзора систематизированы данные по напряженно-деформированному состоянию плит перекрытий при эксплуатации и возникновении аварийной ситуации. Проанализированы исследования, посвященные трещинообразованию узлов сопряжения колонны и плиты в зависимости степени их предельной нагрузки. Предложены уровни локальных повреждений узла с учетом развития трещин. Отдельное внимание диссертант уделил исследованиям, посвященным работе узла сопряжения колонны и плиты после продавливания. Проведен анализ актуальных методов моделирования и расчетов при исследовании напряженно-деформированного состояния конструкций. По результатам обзора подчеркивается актуальность диссертационного исследования, а также обозначены наименее изученные конфигурации каркасов.

**Во второй главе** описываются испытания моделей узлов сопряжения колонны и плиты перекрытия при центральном и внецентренном приложении нагрузки. Изучены физико-механические характеристики материалов образцов, подробно описаны их геометрия, схемы армирования и условия закрепления. Зафиксирована схема развития трещин в зависимости от доли предельной разрушающей нагрузки. Представлены диаграммы деформирования образца, а также данные тензометрических датчиков до и после продавливания. По результатам полученных диаграмм проанализированы различия в работе образцов при центральном и внецентренном приложении нагрузки.

**В третьей главе** на основании испытаний, проведенных диссертантом Антоновым М.Д., предлагается методический подход, согласно которому разрушение происходит по поверхности объемной фигуры, представленной в виде усеченной пирамиды. Нижняя часть расчетной фигуры находится в условиях сложного напряженного состояния и сопротивляется продавливанию с расчетным сопротивлением сдвига при обжатии. Предполагается, что поверхность среза находится под углом наклона, равным углу наклонной трещины. Показаны два уровня развития начальных локальных повреждений в узле сопряжения колонны и плиты перекрытия. Проведена верификация с данными испытаний, описанных во второй главе диссертационной работы, и отмечается удовлетворительная сходимость авторской методики.

**В четвертой главе** представлены результаты численных расчетов по теме исследований. Описаны алгоритм и принятые диаграммы материалов. Проведена верификация используемого подхода с результатами испытаний, представленных во второй главе диссертационной работы. Проанализировано напряженно-деформированное состояние узла и зафиксированы уровни развития начальных локальных повреждений. Представлены результаты расчетов моделей монолитных каркасов с локальными повреждениями по предложенным уровням. Получены коэффициенты динамичности и динамического догружения для каркасов как в отсутствие, так и с начальными повреждениями. Выполнен анализ напряженно-деформированного состояния плиты с учетом различных уровней начальных повреждений.

**В заключении** диссертант Антонов М.Д. представил основные результаты проведенных исследований, которые позволяют оценить влияние начальных локальных повреждений в узлах сопряжения колонны и плиты перекрытия на работу монолитных каркасов и выявить наиболее неблагоприятные комбинации данных повреждений в плане.

**Выводы** диссертационной работы представляются обоснованными и отражают основные результаты, достигнутые соискателем ученой степени Антоновым М.Д.

Содержание и структура диссертации соответствуют цели и задачам исследования. В диссертационном исследовании соискателем представлены теоретические и методологические подходы, которые дополняют существующие

знания о сложных механизмах деформирования плит перекрытия при возникновении аварийных ситуаций.

### **Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и теме диссертации**

Содержание диссертации соответствует специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения в части:

п.1 – построение и развитие теории, разработка аналитических и вычислительных методов расчета механической безопасности и огнестойкости, рационального проектирования и оптимизации конструкций и конструктивных систем зданий, и сооружений;

п.3 – развитие теории и методов оценки напряженного состояния, живучести, риска, надежности, остаточного ресурса и сроков службы строительных конструкций, зданий и сооружений, в том числе при чрезвычайных ситуациях, особых и запроектных воздействиях, обоснование критериев приемлемого уровня безопасности.

### **Научная новизна работы**

Сформулированные в диссертации выводы позволили выявить закономерности, которые ранее не были представлены в научной литературе.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1. Представлены закономерности деформирования узлов сопряжения колонны и плиты при центральном и внецентренном приложении нагрузки до и после продавливания при эксцентрисите ( $e/h = 0,75$ ).

2. Предложена методика расчета узла сопряжения колонны и плиты с учетом наличия локальных повреждений при центральном приложении продольной силы, а также с учетом наличия изгибающего момента.

3. Предложен новый подход к численному моделированию монолитных каркасов с использованием различных уровней детализации расчетной модели для изучения напряженно-деформированного состояния ключевых элементов системы.

### **Теоретическая значимость работы**

Разработана и предложена методика расчета локальных повреждений, с учетом накопления их во времени, в зоне узлов сопряжения колонны и плиты перекрытия.

### **Практическая ценность результатов работы**

Установлена взаимосвязь между уровнями повреждений узлов сопряжения колонны и сопротивляемостью железобетонного каркаса к прогрессирующему обрушению при возникновении аварийной ситуации. Это позволяет проектировщику принять решение о необходимости учета повреждений в приопорных зонах.

### **Достоверность и обоснованное научных положений и выводов**

Результаты исследований соискателя опираются на основные гипотезы строительной механики, теории упругости и теории железобетона, а также на

удовлетворительное соответствие экспериментальных данных с результатами численных расчетов.

#### **Публикации.**

По теме диссертации опубликовано 7 работ, при этом 2 из них – статьи в специализированных изданиях, рекомендованных ВАК РФ для опубликования основных результатов научных исследований на соискание ученой степени кандидата наук, доктора наук, и 2 статьи, проиндексированные в базах данных Web of Science и Scopus.

#### **Личный вклад соискателя в получении результатов исследования**

Диссертационная работа выполнена лично соискателем ученой степени Антоновым М.Д; им сформулированы научная гипотеза, цель и задачи, проведены экспериментальные испытания и численные исследования.

#### **Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки и практики**

Полученные результаты представляют собой научные основы и инструментарий для расчета и прогнозирования возведения надежных, долговечных, экономичных и безопасных несущих строительных конструкций при усилении, реконструкции зданий и сооружений промышленного и гражданского строительства (в частности, железобетонных конструкций и их систем) с учетом состояния приопорных узлов сопряжения, оцененного по результатам обследования.

#### **Рекомендации по практическому использованию результатов и выводов диссертационной работы**

Результаты работы могут быть использованы при подготовке раздела «Конструктивные решения» проектной документации объектов нормального и повышенного уровней ответственности, в том числе – при оценке степени их механической безопасности в случае возникновения аварийной ситуации.

#### **Замечания по диссертационной работе**

1. Обзор литературных источников и методик учета начальных повреждений и дефектов в железобетонных монолитных каркасах представлен недостаточно полно, в частности, отсутствует анализ этого вопроса с учетом существующих норм проектирования за рубежом, не представлена систематизация и классификация повреждений, начальных несовершенств и т.п.

2. Программа экспериментальных исследований не содержит сведений о том, каким образом учитывались повреждения узлов сопряжения узла колонны и плиты во время испытаний. Как диссертант инструментально фиксировал первый и второй уровни начальных повреждений, введенные для численного моделирования?

3. Диссертантом рассмотрены только два случая нагружения узла соединения плиты и колонны – центральное и внецентренное, при действии изгибающего момента в одном направлении. Однако для эксплуатируемых каркасов зданий наиболее типично действие момента в двух направлениях. При

подвижной нагрузке эти направления могут меняться, создавая повреждения различной интенсивности. Каким образом такие повреждения учитываются в методической части, разработанной автором?

4. По примеру авторского расчета неясно, как прочностные характеристики арматуры и бетона (стр. 182) коррелируются с результатами испытаний образцов арматуры и бетона, представленными в главе 2. В то же время, согласно выводам к главе 2 (стр. 87), диссертант указывает: «Экспериментально определены механические характеристики материалов, которые будут использованы в дальнейших расчетах для изучения напряженно-деформированного узла сопряжения колонны и плиты».

5. На стр. 185 при определении площадей треугольного(ных) участка(ков) наклонной грани НП2 непонятно, о каких собственно участках идет речь. Что в данном случае есть А1 и А3?

6. Разработанная в главе 3 методика оценки несущей способности на продавливание позволяет получать результаты при различных углах наклона плоскости нарушения когезии при продавливании, однако диапазон значений угла наклона ( $\alpha$ ) диссертантом не указан, что ограничивает применение авторской методики на практике.

7. Методика численного моделирования монолитного каркаса и результаты авторского анализа описывают напряженно-деформированное состояние узлов и элементов каркаса в предаварийной ситуации (до удаления опоры) недостаточно полно. Это представляется важным как при моделировании, так и при реальной оценке технического состояния поврежденных узлов. Каким образом диссертантом выбирался наиболее опасный сценарий повреждений и как им производилось диагностика такого сценария в реальных условиях?

#### **Соответствие автореферата основному содержанию диссертации**

Автореферат диссертации полностью отражает основные результаты, полученные в диссертационной работе.

Диссертация и автореферат отвечают требованиям ГОСТ Р7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

#### **Заключение по работе**

Проведенный анализ позволяет сделать обоснованный вывод, что диссертация Антонова Михаила Дмитриевича «Силовое сопротивление монолитных зданий с безбалочными перекрытиями при повреждениях узлов сопряжения плиты и колонны от продавливания» является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной и практической значимостью, а представленные соискателем ученой степени положения, выводы и рекомендации имеют существенное значение для разработки методов расчета безопасности и рационального проектирования строительных конструкций, развития теории их живучести и надежности в целом, а также, в частности, при повреждениях от продавливания.

Диссертационная работа соответствует 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 Антонов Михаил Дмитриевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Диссертация и отзыв ведущей организации рассматривались и обсуждались на расширенном заседании кафедры «Строительство зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», протокол № 3 от «26» марта 2025 г.

Заведующий кафедрой «Строительство зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», кандидат технических наук (05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (строительство))

Логинова Светлана Андреевна

Начальник управления организации научно-исследовательской и интеллектуальной деятельности, профессор кафедры «Строительство зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», доктор технических наук (05.17.01 – Технология неорганических веществ), профессор

Разговоров Павел Борисович

«10» 04 2025 г.

Наименование ведущей организации в соответствии с уставом:

Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный технический университет».

Почтовый адрес:

Российская Федерация, 150023, г. Ярославль, Московский проспект, д. 88

Адрес официального сайта в сети «Интернет»:

<https://www.ystu.ru>

Контактный телефон (с кодом города):

+7 (4852) 40-21-99

Адрес электронной почты [info@ystu.ru](mailto:info@ystu.ru)

Подписи заведующего кафедрой «Строительство зданий и сооружений» Логиновой Светланы Андреевны и начальника управления организации научно-исследовательской и интеллектуальной деятельности Разговорова Павла Борисовича заверяю.

Начальник Управления персонала \_\_\_\_\_ Спиридонова Ирина Александровна

