



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

пл. Соляная, 2, г. Томск, 634003, телефон (3822) 65-32-61, факс (3822) 65-24-22, e-mail: canc@tsuab.ru
ОКПО 02069295690001, ОГРН 1027000882886 ИНН/КПП 7020000080/701701001

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НР ТГАСУ

д.т.н., доцент

С.В. Ефименко

«14» мая 2024 г.

14.05.2024 № 1095-05-19/2
На _____ от _____



ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», г Томск
на диссертацию Щедрина Олега Сергеевича на тему
«Дифференцированный уровень ответственности железобетонных конструкций многоэтажных каркасных зданий»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1 – Строительные конструкции, здания и сооружения

Актуальность исследований

Современная практика проектирования железобетонных конструкций многоэтажных зданий требует возможности индивидуального подхода к анализу напряженно-деформированного состояния несущих конструкций, что вызвано прежде всего разной ответственностью несущих элементов в обеспечении эксплуатационной безопасности конструктивной системы здания. Это становится более актуальным в современных условиях возрастания вероятности возникновения аварийной ситуации. Расположенные по периметру, несущие элементы нижних этажей, например колонны, более доступны к созданию не проектной нагрузки, по сравнению с колоннами средних рядов. Их отказ может привести к несоразмерному обрушению части здания. Адресное увеличение их несущей способности приведет в первую очередь к повышению надежности здания. Для менее ответственных несущих элементов допустимо применению понижающих коэффициентов к действующим воздействиям. Таким образом, открывается возможность к более рациональному распределению материалов в системе многоэтажного здания. Кроме того, градация по ответственности несущих элементов будет способствовать установлению так называемых ключевых элементов для

расчетного анализа сопротивления прогрессирующему обрушению. Изложенное подтверждает актуальность диссертационной работы.

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, 4 глав, основных выводов, списка литературы. Общий объем работы – 144 страниц, включает 37 рисунков, 27 таблиц. Количество источников использованной литературы – 184.

Во введении обосновывается актуальность исследований, отмечается научная новизна и практическая значимость исследований, приводятся положения, выносимые на защиту, личный вклад автора; соответствие диссертации паспорту научной специальности.

В первой главе диссертации представлен обзор принятой, в соответствии с Федеральным законом (№384-ФЗ) классификацией зданий и сооружений по уровню ответственности. Отмечено, что в ГОСТе 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» допускается назначать коэффициенты надежности по ответственности для несущих элементов, однако, не изложена методика определения их величин. Приведена одна из первых в отечественной практике классификация несущих элементов по ответственности, предложенная РАН. Этот опыт был использован в зарубежных нормах, например, ДБН В.1.2-14-2009 «Общие принципы обеспечения надежности и конструктивной безопасности зданий, сооружений строительных конструкций и оснований». Для формирования цели и задач исследований был также использован опыт Американских норм (UFC 4-023-03 (2016)) и Европейских (EN 1990:2002 Eurocode. Basis of structural design).

Во второй главе представлены результаты численных исследований по определению показателей ответственности колонн многоэтажного каркасного здания с безригельными и безкапительными перекрытиями из монолитного железобетона. В соответствии с рекомендациями действующих законодательных и нормативных документов одним из параметров, существенно влияющих на уровень ответственности элемента, был принят объем разрушений, вызванный отказом рассматриваемой колонны. В рассматриваемой конструктивной системе для сопоставления достаточно было учитывать только площади перекрытий, перешедшие в предельное состояние. Всего было рассмотрено около 150 вариантов расчета при поочередном локальном отказе колонн в плане и по всем этажам с учетом симметрии планировочной структуры здания. Наиболее универсальным показателем уровня ответственности оказалась относительная площадь разрушений, определяемая делением площади разрушений на грузовую площадь рассматриваемой колонны.

Следующим показателем ответственности колонн был принят максимальный коэффициент догружения одной из соседних колонн вследствие отказа рассматриваемой колонны. Максимальное увеличение продольного усилия (54%) было получено на угловую колонну при отказе соседней крайней колонны.

В результате численного эксперимента было установлено, что распределение показателей ответственности зависит в основном от положения колонн в плане здания и практически стабильно по этажам для рассматриваемой конструктивной системы.

Третья глава посвящена определению показателей ответственности колонн с учетом вероятности их отказа на уровне первого этажа. За основные параметры случайных величин были приняты прочностные характеристики колонн (прочность бетона и армирование) и нагрузка. Таким образом вероятность отказа будет зависеть от функции распределения несущей способности и функции распределения нагрузочного эффекта. Статистика данных по расчетным ситуациям несущая способность колонн и нагрузочный эффект были получены методом статистических испытаний по схеме Бернулли. Распределение расчетных параметров было принято по нормальному закону и задавались генератором случайных чисел. Причиной отказа колонны считалось невыполнение принятого расчетного условия. В данном случае отказом считалось превышение расчетным армированием проектного расчетного армирования.

В результате с помощью функции нормального распределения получены величины вероятности для каждой колонны и значения риска. С учетом того что ущерб от отказа пропорционален грузовой площади колонны определены коэффициенты значимости колонн, показывающие уровень их ответственности, для последующего установления коэффициентов надежности по ответственности. Следует отметить, что характер изменения коэффициентов значимости, совпадает с распределением показателей ответственности по критериям объемов разрушений и перераспределения усилий.

В четвертой главе выполнено обобщение результатов численных экспериментов по определению показателей ответственности колонн на основе объемов разрушений, коэффициентов догружения и с учетом вероятности отказа. Представлены усредненные коэффициенты значимости для колонн первого этажа в зависимости от их расположения в плане здания.

Предложено пять уровней ответственности несущих элементов, в частности для колонн рассматриваемого каркасного здания. Наиболее ответственным колоннам, отказ которых может вызвать прогрессирующее обрушение здания назначен коэффициент надежности по ответственности равный $\gamma_{nk} = 1.1$. Менее ответственные колонны соответственно приводят к частичному обрушению здания, повреждению сопрягаемых элементов, нарушению условий эксплуатации, либо не повлияет на эксплуатационные требования. Минимальное значение коэффициента надежности несущего элемента по ответственности принято $\gamma_{nk} = 0.9$.

Для определения изменений коэффициентов надежности по ответственности по этажам выполнен анализ изменения напряженно-деформированного состояния перекрытий по этажам при отказе колонны первого этажа. За основу расчетных моделей схем обрушения перекрытия были использованы результаты пространственных расчетов многоэтажного каркаса при поочередном исключении колонн из расчетных схем, как по плану, так и по этажам.

Выделено пять зон состояния конструкций перекрытий: первая характеризуется полным разрушением перекрытий с обрывом арматуры, нарушением анкеровки и падением части конструкций; вторая зона соответствует параметрам так называемого особого предельного состояния, когда превышены требования по первой группе предельных состояний и существенно превышены требования второй группы предельных состояний; третья зона соответствует граничным условиям первой группе предельных состояний; четвертая зона – превышены показатели только по второй группе; пятая зона – условия эксплуатации практически не нарушены.

В приведенном примере каркасного здания были распределены коэффициенты надежности по ответственности для колонн в соответствии с коэффициентами значимости в плане и распределения зон напряженно-деформированного состояния перекрытий по этажам. В итоге использование коэффициентов надежности по ответственности несущих элементов дало экономию материалов до 2%.

В заключении соискатель сформулировал основные результаты проведенных исследований, раскрывающие актуальность введения дифференцированного уровня ответственности несущих элементов в каркасных системах и представил методику определения показателей ответственности колонн для назначения коэффициентов надежности по их ответственности.

Выводы по диссертационной работе обоснованы и отражают сущность полученных результатов.

Научная новизна работы

Научную новизну диссертационной работы составляют:

- результаты многовариантных расчетных исследований позволившие установить наиболее значимые показатели ответственности колонн в каркасном здании из монолитного железобетона;
- подход по определению уровня ответственности для колонн в зависимости от их расположения в плане здания с учетом вероятностной природы свойств материалов и нагрузочного эффекта;
- методику установления коэффициентов надежности по ответственности колонн в плане на базе их показателей по ответственности, определенных с учетом объемов разрушений и коэффициентов догружения, вызванных отказом колонн и вероятностной оценки их отказа;
- методику определения коэффициентов надежности по ответственности колонн в зависимости от их расположения в плане и по этажам на основе анализа распределения напряженно-деформированного состояния конструкций многоэтажного каркасного здания при отказе колонн первого этажа.

Практическая ценность результатов работы

Введение дифференцированной ответственности несущих элементов позволит:

- более рационально назначать величину запаса несущей способности, учитывая вероятностный характер величин прочности строительных материалов и внешних воздействий не снижая общей надежности здания;
- определять расположение наиболее ответственных элементов (ключевых) в несущей системе здания для эффективного проектирования защиты от прогрессирующего разрушения;
- более рационально распределять материалы в несущих конструкциях и влиять на конечную стоимость строительства.

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов обеспечивается строгим соответствием всех выполняемых расчетов и исследований фундаментальным законам строительной механики, сопротивления материалов, теории железобетона. Также достоверность предлагаемой методики определения показателей ответственности колонн подтверждается хорошей сходимостью с принципами назначения уровня ответственности несущих элементов по данным нормативов зарубежных стран.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки и практики

Результаты, полученные в представленной диссертации имеют важное теоретическое и практическое значение. Теоретическую ценность представляет разработанная методика определения уровня ответственности несущих элементов и назначение на их основе коэффициентов надежности по ответственности на примере колонн монолитного многоэтажного здания в зависимости от их расположения в плане и по этажам. В дальнейшем эта методика может стать основой для назначения коэффициентов надежности по ответственности других несущих элементов для различных конструктивных систем.

Практическая значимость исследования заключается в том, что до настоящего времени в отечественной практике коэффициенты надежности по ответственности назначались к всему зданию или сооружению. При этом в ГОСТе 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» были даны пожелания по применению этих коэффициентов для несущих конструкций. Однако методика их установления по величине и назначению не представлена. Результаты исследований позволят адресное и обоснованное по величине назначение коэффициентов надежности несущих конструкций без снижения механической безопасности здания, что приведет к рациональному распределению материалов и сокращению сроков строительства.

Рекомендации по практическому использованию результатов и выводов диссертационной работы

Полученные теоретические выводы и методика могут быть использованы в процессе проектирования и расчета несущих конструкций многоэтажных каркасных зданий, особенно актуальны полученные данные при рассмотрении вариантов анализа сопротивления несущей системы прогрессирующему обрушению.

Представляется возможным использование результатов исследований при актуализации действующих нормативных документов например: СП 132.13330.2011 Обеспечение антитеррористической защищенности зданий и сооружений. Общие требования проектирования; СП 385.1325800.2018 Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения; ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.

Замечания по работе:

1. После внезапного удаления одной из колонн первого этажа создается динамический характер нагружения вышерасположенных конструкций. Как в расчете железобетонных конструкций каркаса здания данный эффект учитывается?

2. Как в расчете на прогрессирующее обрушение устанавливаются предельные состояния для колонн каркаса здания и монолитного железобетонного перекрытия? Как они нормируются?

3. Требуется пояснение, – физическое представление запредельного состояния. На основании каких расчетных критериев устанавливается запредельное состояние железобетонных конструкций?

4. Во второй главе не раскрыта методика определения площадей разрушения. При этом ничего не сказано о других обрушаемых конструкциях – колоннах, железобетонных монолитных перекрытиях.

5. В третьей главе не представлено обоснование количества переменных параметров и статистических испытаний для определения вероятности отказа колонн.

6. Обоснованно ли установление усредненных показателей ответственности при различных подходах к их определению?

7. Отсутствует обоснование необходимости установления пяти уровней ответственности для несущих элементов каркаса здания, при том что в мировой практике чаще принимают три уровня ответственности.

8. В диссертации и автореферате прочность арматуры обозначается $R_{арм}$, прочность бетона $R_{бет}$, временное сопротивление арматуры разрыву σ_b . Целесообразно данные параметры обозначать в соответствии со сводом правил ($R_{s,n}$, $R_{b,n}$, σ_u).

Заключение по работе

Диссертационная работа Щедрина Олега Сергеевича является законченной научно-квалификационной работой и соответствует специальности 2.1.1 – Строительные конструкции, здания и сооружения. Результаты диссертационного исследования изложены в 11 публикациях, из которых 6 работ опубликованы в изданиях, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Исследования, представленные в диссертационной работе, выполнены на актуальную тему, имеют важное теоретическое и практическое значение.

В целом диссертация «Дифференцированный уровень ответственности железобетонных конструкций многоэтажных каркасных зданий» отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Щедрин Олег Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Диссертация, автореферат и отзыв на диссертацию Щедрина О.С. рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Железобетонные и каменные конструкции» ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет». Протокол №4 от «8» мая 2024 г. Результаты голосования: «ЗА» – 13, «ПРОТИВ» – нет, «ВОЗДЕРЖАЛОСЬ» – нет.

Галяутдинов Заур Рашидович
Доктор технических наук, доцент
Зав. кафедрой «Железобетонные и каменные конструкции»
ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет»,
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2.
Научная специальность 2.1.1 – Строительные конструкции, здания и сооружения.
Отрасль наук – технические.
Телефон (3822) 659822
e-mail: kafedrarcc@yandex.ru

Галяутдинов
Заур Рашидович

Кумпяк Олег Григорьевич
Доктор технических наук, профессор
Профессор кафедры «Железобетонные и каменные конструкции»
ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет»,
Научная специальность 2.1.1 – Строительные конструкции, здания и сооружения.
Отрасль наук – технические.
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2.
Телефон (3822) 659822
e-mail: ogkumpyak@yandex.ru

Кумпяк
Олег Григорьевич

Подписи:

доцента, д.т.н. Заура Рашидовича Галяутдинова,
профессора, д.т.н. Олега Григорьевича Кумпяка,
заверяю: Начальник отдела кадров
ФГБОУ ВО «Томский государственный
архитектурно-строительный университет»


Соболева Татьяна Леонидовна
«14» мая 2024 г.

Сведения о ведущей организации

Наименование организации – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет». Почтовый адрес: 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2. Тел.: +7 (3822) 65-39-30, +7 (3822) 65-32-65. E-mail: canc@tsuab.ru.

Сведения о лицах, подписавших отзыв

Ефименко Сергей Владимирович – проректор по научной работе ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», д.т.н., доцент. Тел.: +7 (3822) 65-32-65. E-mail: nauka@tsuab.ru.

Галяутдинов Заур Рашидович – заведующий кафедрой «Железобетонные и каменные конструкции» ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», д.т.н., доцент. Тел.: +7 (3822) 65-98-22. E-mail: kafedrarcc@yandex.ru.

Кумпяк Олег Григорьевич – профессор кафедры «Железобетонные и каменные конструкции» ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», д.т.н., профессор. Тел.: +7 (3822) 65-98-22. E-mail: ogkumpyak@yandex.ru.