

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Брянский государственный
инженерно-технологический университет»
(ФГБОУ ВО «БГИТУ»)

Утверждаю:

Ректор
Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Брянский
государственный инженерно-
технологический университет»

К.С.-Х.Н., доцент

В.А. Егорушкин

от 25.11.2024 № 01/47-2327

« 25 » 11 2024 г.

г. Брянск



ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-
технологический университет», г. Брянск

на диссертацию Марининой Дарьи Александровны на тему
«Напряженно-деформированное состояние несущих конструкций
крупнопанельных зданий с вертикальными стыками на закладных деталях с
гнутыми уголками»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения

Актуальность исследований

На современном этапе строительной практики наблюдается тенденция к отказу от монолитных стыков из-за разработки новых строительных материалов, способствующих обеспечению необходимой герметичности соединений. Это привело к более широкому внедрению сварных вертикальных стыков на закладных деталях как в России, так и за рубежом.

Диссертация Марининой Д.А. посвящена актуальной теме исследования реальной работы сварных вертикальных стыков крупнопанельных зданий выполненных с использованием гнутых уголков. Тема является актуальной поскольку гнутые уголки действительно применяются на строительной площадке

ввиду их универсальности и возможности корректировки их геометрии непосредственно по месту, когда имеются отклонения стыкуемых закладных деталей, связанные с несовершенством изготовления панелей и технологии монтажа. Однако нормативная база для таких соединений остаётся недостаточно проработанной, а существующие методики расчёта этих узлов предоставляют лишь приближённую оценку податливости.

Следует отметить, что с развитием строительных технологий и материалов возникает необходимость в оптимизации конструкций и улучшении эксплуатационных характеристик зданий. Закладные детали, изготовленные с использованием гнутых уголков, обладают уникальными свойствами и могут значительно влиять на напряженно-деформированное состояние конструкции при различных нагрузках. Понимание механики поведения таких соединений позволит обеспечить большую надежность и экономичность в проектировании, а также снизить риски, связанные с эксплуатацией зданий.

Полученные результаты могут быть использованы в рамках дальнейших научных изысканий по указанной теме.

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из Введения, 4 глав, Заключения, Списка литературы и 3 Приложений. Общий объем работы – 197 страниц, включая 85 рисунков и 30 таблиц, 17 страниц приложений. Количество источников использованной литературы – 150 шт., в том числе 39 шт. зарубежных источников.

Во введении диссертационной работы обоснованы и изложены актуальность темы и степень ее изученности, сформулированы научная гипотеза, цель и задачи, предмет и объект исследования. Также приведены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методологические основы проведенных исследований и апробация полученных результатов.

В первой главе представлены результаты анализа технической и нормативной документации по теме исследования. Проведен обзор основных экспериментальных и теоретических исследований стыков крупнопанельных зданий, а также проанализированы их преимущества и недостатки, указаны

направления текущих исследований. Рассмотрены методы расчета податливости стыков, которые описаны в нормативных документах и научных источниках. Также изложены основные принципы компьютерного моделирования анализируемых стыков. Установлено, что работа сварных вертикальных стыков на закладных деталях с гнутыми уголками не была изучена, а существующие расчетные формулы не учитывают всех факторов, влияющих на жесткость таких стыков.

Во второй главе приведены результаты выполненных автором аналитических исследований, в результате которых были выявлены различия в существующих методах расчета податливости сварных вертикальных стыков на закладных деталях. В рамках основной аналитической модели податливость определяется как совокупность податливостей отдельных элементов стыка, при этом ключевую роль играет податливость анкерных стержней закладных деталей (анализировалась их работа на сдвиг). В методе перемещений податливость определяется как сумма перемещений всех компонентов вертикального стыка с учетом напряженного состояния. Выявлена обратно-пропорциональная связь между геометрическими параметрами гнутого уголка и уровнем податливости: уголок с толщиной полки 4 мм имеет податливость, превышающую податливость уголка с толщиной полки 12 мм на 3,3 %. Кроме того, податливость уголка высотой 50 мм выше податливости уголка высотой 200 мм на 5,9 %. Представлены результаты численного моделирования сварных вертикальных стыков на закладных деталях с гнутыми и прокатными уголками, выполненного в программе SCAD. Моделирование показало различия в деформации стыков с гнутыми и прокатными уголками, что дало основание для вывода о необходимости проведения экспериментальных исследований для разработки методики расчета податливости сварных вертикальных стыков на закладных деталях с гнутыми уголками.

В третьей главе диссертации представлены результаты экспериментальных исследований, посвящённых работе сварных вертикальных стыков в крупнопанельных зданиях, выполненных на закладных деталях с использованием

соединительных элементов в виде гнутых и прокатных уголков. В данном разделе изложены цель и задачи исследования, а также детализирована методика проведения эксперимента. Указаны конструктивные параметры опытных образцов, представлены схемы оснастки и конструктивные схемы опытных образцов с размещением измерительного оборудования. В процессе проведенного исследования были установлены различия в механизмах деформации и разрушения сварных вертикальных соединений, выполненных с использованием закладных деталей с соединительными элементами в виде гнутых и прокатных уголков, при действии растяжения и сдвига. Экспериментальные исследования показали, что при сдвиговых нагрузках гнутые уголки, обладая значительной пластичностью, эффективно перераспределяют напряжения в вертикальном стыке. Находясь в состоянии пластической деформации, они тем самым предотвращают формирование предельно высоких концентраций напряжений в области сварных швов. На основании проведенных экспериментальных исследований разработана и предложена методика расчёта податливости сварных вертикальных стыков на закладных деталях с гнутыми уголками в условиях сдвига и растяжения. Результаты, полученные с использованием данной методики, демонстрируют удовлетворительную сходимость с экспериментальными данными. Разработанная методика расчёта была автоматизирована в программном обеспечении «New displacement». Использование языка программирования JavaScript позволяет запускать программу в любом интернет-браузере, что значительно повышает её доступность и удобство для пользователей.

В четвертой главе приведены результаты исследования напряженно-деформированного состояния несущих конструкций и стыков несущих элементов и стыков 25-этажного крупнопанельного здания с использованием программного комплекса Лира-САПР. При этом учитывались значения податливости сварных вертикальных стыков на закладных деталях с гнутыми уголками, полученные по предложенной методике расчета. В результате были определены усилия в связях вертикальных стыков, которые были оценены для уровней с 3 по 25 этаж здания.

Результаты проведенного анализа свидетельствует о том, что величина ветрового воздействия оказывает значительное влияние на параметры сдвигающих усилий в вертикальных соединениях конструкции здания. В частности, наблюдается, что с увеличением значения ветровой нагрузки увеличивается и величина сдвигающего усилия. Анализ прочности сварных вертикальных стыков, выполненных на закладных деталях с использованием соединительных элементов в виде гнутых уголков, продемонстрировал, что величины максимальных усилий сдвига и растяжения, возникающих в этих соединениях при действии ветровой нагрузки, соответствующей V ветровому району, не превышают экспериментально определенных значений несущей способности стыка. Сформулированы рекомендации относительно применения стыков на закладных элементах с гнутыми уголками для крупнопанельных зданий до 25 этажей. В рекомендациях обоснованы конструктивные характеристики стыков, включая размеры и форму поперечного сечения, марку стали, а также требования к производству сварных вертикальных стыков на закладных деталях с гнутыми уголками.

В заключении соискатель обозначил основные результаты проведенных исследований, которые позволили уточнить существующие подходы к оценке напряженно-деформированного состояния несущих конструкций и стыков крупнопанельных зданий повышенной этажности со сварными вертикальными стыками на закладных деталях с гнутыми уголками. Кроме того, в работе разработана и автоматизирована методика расчета податливости сварных вертикальных стыков на закладных деталях с гнутыми уголками, приведены значения податливости и конструктивные параметры стыков.

Выводы диссертационной работы обоснованы и отражают основные аспекты достигнутых результатов.

Содержание и структура диссертации соответствуют цели и задачам исследования. В диссертационном исследовании соискателем представлены теоретические и методологические подходы, которые существенно обогащают существующее знание в рассматриваемой области. Выдвинутые концептуальные

положения и модели позволяют глубже понять сложные механизмы функционирования исследуемых процессов и систем.

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и теме диссертации

Содержание диссертации соответствует заявленной специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения, по следующим пунктам:

- пункт 1 – обоснование, исследование и разработка новых типов несущих конструкций зданий и сооружений;

- пункт 2 – обоснование, разработка и оптимизация объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений с учетом протекающих в них процессов на основе математического моделирования с использованием автоматизированных средств исследований и проектирования;

- пункт 3 – создание и развитие эффективных методов расчета и экспериментальных исследований вновь возводимых конструкций, наиболее полно учитывающих специфику конструктивных решений и другие особенности.

Научная новизна работы

Сформулированные в диссертации выводы, основанные на проведенном анализе и экспериментальных данных, демонстрируют наличие новых аспектов и закономерностей, которые ранее не были охвачены в научной литературе. Рекомендации, разработанные на основе полученных результатов, имеют прикладное значение и могут быть внедрены в практическую деятельность, что свидетельствует о их актуальности и целесообразности.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- разработана и автоматизирована методика расчета податливости сварных вертикальных стыков на закладных деталях с гнутыми уголками

- представлены полученные значения податливости сварных вертикальных стыков, выполненных на основе закладных деталей с гнутыми уголками, а также приведены результаты сравнительного анализа данных значений.

– Экспериментальные исследования показали, что использование гнутых уголков, обладающих повышенной пластичностью, улучшает эксплуатационные характеристики сварных вертикальных соединений на закладных деталях при сдвиговых нагрузках в сравнении с прокатными уголками. Это обусловлено эффективным перераспределением напряжений в области стыка, что, в свою очередь, предотвращает образование предельных концентраций напряжений в сварных швах и минимизирует риск их разрушения.

– Получены результаты численного анализа напряженно-деформированного состояния несущих конструкций и вертикальных стыков, проведенного на примере крупнопанельного 25-этажного здания с вертикальными стыками на закладных деталях с гнутыми уголками, с учетом полученных значений податливости.

Теоретическая значимость работы

В работе разработана и предложена методика расчета податливости сварных вертикальных стыков на закладных деталях с гнутыми уголками, позволяющая выполнять общий расчет крупнопанельного здания с целью анализа напряженно-деформированного состояния, что позволит инженерам проектировать более безопасные и экономически эффективные конструкции. Это также может повлиять на стандарты проектирования в строительстве.

Практическая ценность результатов работы

Применение разработанной методики расчета податливости сварных вертикальных стыков на закладных деталях с гнутыми уголками позволит:

1. Повысить точность определения напряженно-деформированного состояния несущих конструкций. Это, в свою очередь, способствует более эффективному проектированию и оптимизации крупных строительных объектов, снижая риски возникновения конструктивных ошибок.

2. Предложенная методика позволяет заранее выявлять уязвимые места в конструкции и адаптировать проектные решения для увеличения надежности зданий. Это особенно важно для крупнопанельных зданий, где качество

соединений может напрямую влиять на устойчивость и долговечность всей конструкции.

3. Разработанная компьютерная программа, основанная на предложенной методике расчета, значительно упрощает процесс расчета и анализа конструкций, что позволит инженерам и проектировщикам сократить время, затрачиваемое на ручные расчеты, и минимизировать вероятность ошибок.

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов

Результаты исследований опираются на основные гипотезы строительной механики, теории упругости и теории железобетона, а также на удовлетворительную сходимость экспериментальных данных с результатами численных расчетов.

Личный вклад соискателя в получении результатов исследования

Личный вклад соискателя заключается в проведении комплексного анализа напряженно-деформированного состояния несущих конструкций и стыков крупнопанельного здания повышенной этажности, разработке математических моделей и их программной реализации для оценки податливости сварных вертикальных стыков на закладных деталях с гнутыми уголками, а также в экспериментальных исследованиях и обосновании полученных результатов. Соискатель также внес новые идеи в проектирование закладных деталей с гнутыми уголками, предложив оптимальные геометрические параметры для повышения надежности стыков, что позволяет улучшить эксплуатационные характеристики зданий. Кроме того, результаты работы расширяют представления о влиянии различных факторов, таких как нагрузка и особенности монтажа, на поведение конструктивных систем, что имеет практическое значение для проектирования и строительства современных крупнопанельных зданий.

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

Результаты проведенных исследований, представленные в диссертации, имеют значительное практическое значение как для строительной отрасли, так и для научного сообщества, а также могут стать основой для дальнейших

исследований и разработок в области проектирования конструкций. Разработанные с применением новой методики предложения по оптимизации конструкций способны существенно снизить затраты на материалы и трудозатраты, а также уменьшить расходы на эксплуатацию зданий благодаря их повышенной долговечности и устойчивости. Научные результаты, полученные в ходе исследования, могут быть использованы для обновления и разработки новых строительных норм и стандартов, что будет способствовать повышению качества строительства крупнопанельных зданий.

Рекомендации по практическому использованию результатов и выводов диссертационной работы

Рекомендуется внедрить разработанную методику расчета податливости сварных вертикальных стыков на закладных деталях с гнутыми уголками в процессы проектирования и конструирования крупнопанельных зданий. Это позволит повысить точность расчетов и улучшить эксплуатационные характеристики зданий. Также следует организовать систему сбора данных о выполненных проектах, использующих новую методику, и обеспечить обратную связь от пользователей для дальнейшего усовершенствования программы и методики.

Замечания по диссертационной работе

1. Во второй главе следует рассмотреть возможность сопоставления полученных графиков зависимости перемещений от нагрузки с известными моделями или теориями поведения стыков под нагрузкой. Рекомендуется добавить описания значимости этих графиков для проектирования и анализа несущих конструкций.

2. Были ли проведены тестирования разработанной программы «New displacement» на практических примерах для подтверждения ее эффективности и удобства использования?

3. В четвертой главе желательно провести более глубокий анализ зависимостей между усилиями и величиной ветрового воздействия, включая

осмотр возможных вариаций в расчетах для разных типов зданий (например, высота, форма, расположение и т.д.).

4. В выводе 8 заключения диссертации стоит указать конкретные значения несущей способности стыков для сопоставления с максимальными сдвигающими и растягивающими усилиями.

5. В диссертации необходимо более четко акцентировать внимание на практической значимости полученных результатов для проектирования и эксплуатации крупнопанельных зданий. Рекомендуется также рассмотреть предложения по интеграции разработанных решений в действующую практику.

Указанные замечания не снижают практическую и теоретическую ценность выполненной диссертационной работы.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

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

Диссертация и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

Заключение по работе

Результаты диссертационного исследования изложены в 12 публикациях, из которых 3 работы 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.

Диссертация Марининой Дарьи Александровны на тему: «Напряженно-деформированное состояние несущих конструкций крупнопанельных зданий с вертикальными стыками на закладных деталях с гнутыми уголками», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, в которой

представлены новые научно обоснованные технические, технологические и другие решения и разработки, которые обладают важным значением для развития страны, что соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения.

Заключение на диссертацию Марининой Дарьи Александровны рассмотрено и одобрено на заседании кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет».

Результаты голосования: «За» – __8__, «ПРОТИВ» – __нет__,
«ВОЗДЕРЖАЛИСЬ» – __нет__.

Протокол №_4__ от «_25__» __ноября__2024 г.

Заключение составил:

Парфенов Сергей Григорьевич
Канд. технических наук, доцент
Зав. кафедрой «Строительные
конструкции»
ФГБОУ ВО «Брянский
государственный инженерно-
технологический университет»
241037, г. Брянск, проспект Станке
Димитрова, д.3.
Научная специальность 05.23.01 –
Строительные конструкции, здания и
сооружения.
Отрасль науки – технические.
Телефон: +7(4832)74-60-08;
+7(4832)64-99-12
e-mail: mail@bgitu.ru

Парфенов
Сергей Григорьевич

 :25» __ноября__2024 г.

Я, Парфенов Сергей Григорьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 75.1.078.01 и их дальнейшую обработку.

«_25__» __ноября__2024 г.

 Парфенов С.Г.

Сведения о ведущей организации

Наименование организации – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный инженерно-технологический университет». Почтовый адрес: 241037, Брянская область, город Брянск, проспект Станке Димитрова, д.3. Тел.: +7(4832)74-60-08; +7(4832)64-99-12. E-mail: mail@bgitu.ru.

Подпись к. т. н., доцент Парфенова Сергея Григорьевича удостоверяю:

Ректор БГИТУ Егорушкин В.А.

« 25 » _____ ноября 2024 г.

