

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по науке и инновациям

ФГАОУ ВО «Пермский

национальный исследовательский

политехнический университет»

_____ А. И. Швейкин

_____ 2025 г

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Диссертация «Развитие и экспериментальное обоснование методики расчета фланцевых податливых узлов примыкания балок к колоннам» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1 – «Строительные конструкции, здания и сооружения» выполнена Землянухиным Александром Дмитриевичем на кафедре «Строительные конструкции и вычислительная механика».

В период подготовки диссертации соискатель Землянухин Александр Дмитриевич работал в ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

В 2022 г. соискатель окончил ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» по направлению подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства».

Документ о сдаче кандидатских экзаменов выдан в 2022 г. Федеральным государственным автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Научный руководитель Кашеварова Галина Геннадьевна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Строительные конструкции и вычислительная механика» Пермского Национального Исследовательского Политехнического Университета.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность темы и направленность исследования обусловлена необходимостью разработки методики расчёта несущей способности и деформативности оптимальных узлов примыкания балки к колонне, в многоэтажных зданиях с металлическим каркасом.

Имеющиеся нормативные документы недостаточно полно отвечают практическим запросам инженеров-проектировщиков особенно в отношении податливых узлов примыкания балок к колоннам. В работе предлагается методика расчета с применением расчетного комплекса ANSYS.

Личное участие соискателя в получении результатов работы состоит в постановке задачи, проведении натурных экспериментов, аналитического и численных расчетов податливых фланцевых соединений, написании научных статей.

Наиболее существенные научные результаты, полученные лично соискателем:

- По результатам аналитического обзора установлено, что нормативной документации по расчету фланцевых соединений в РФ недостаточно.

- По результатам экспериментального исследования на опытных образцах установлено, что зачастую увеличение толщины фланцевой пластины не приводит к повышению надежности соединения. Напротив, отказ узлов с

относительно тонкими фланцами происходит с развитием значительных пластических деформаций.

- Выполнено сравнение опытных и расчетных значений узлов фланцевых соединений. На основании натурных испытаний выполнена валидация численной расчетной модели.

- Предложено конструктивное решение податливого узла балки с колонной, для которого свойственна простота расчета и монтажа. Показана инженерная методика расчета данного узла, которая хорошо коррелирует с результатами численного эксперимента. Сами численные модели строились с учетом результатов натурных экспериментов.

- Предлагаемый соискателем узел соединения балок с колоннами позволяет перераспределить изгибающие моменты по длине балки. Максимальная нагрузка на балку, закрепленную на предложенных узлах, в 1,22 больше расчетной несущей способности жесткозакрепленной балки данного сечения и в 1.8 раз выше, чем для шарнирно закрепленной балки.

Научная новизна работы:

- Разработано новое конструктивное решение устройства податливых узлов примыкания балки к колонне. Данное решение позволяет снизить металлоемкость в сравнении с шарнирным или жестким опиранием балки.

- Доработан алгоритм определения предельной несущей способности двутавров при действии поперечных сил.

- Установлена степень влияния толщины фланца на общую жесткость узла.

Теоретическая и практическая значимость работы:

- Разработанные в диссертации положения и алгоритмы решения поставленных задач, проведенные экспериментальные исследования позволяют снизить металлоемкость стальных конструкций, повысить эффективность применения фланцевых соединений.

- Результаты работы могут быть использованы при расчете и конструировании податливых узлов примыкания балки к колонне.

Достоверность полученных результатов обеспечивается базированием на доказанных и корректно использованных выводах фундаментальных и прикладных наук; сравнением результатов расчётов с экспериментальными данными, и данными расчетов по методикам, предлагаемым действующими нормативными документами, а также практическим опытом использования теоретических исследований. При проведении экспериментов достоверность результатов обеспечивалась применением современных поверенных и метрологически аттестованных приборов и оборудования, статистической обработкой данных и их сравнением с данными зарубежных и отечественных аналогов.

Содержание диссертации достаточно полно отражено в работах, опубликованных соискателем.

В рамках диссертационной работы опубликовано 8 научных статей, в том числе 2 статьи в ведущих рецензируемых научных изданиях, индексируемых Scopus и Web of Science:

1. Сон М.П., Савич С.А., Землянухин А.Д., Шестаков А.П. Математическое моделирование фланцевых соединений в программном комплексе Ansys // Международный научно-исследовательский журнал.- №6-3.-2017.-с.164-167.

2. I.Shardakov1, A.Shestakov, M.Son , A.Zemlanuhin , G.Kashevarova, I.Glot, Beam to column flange connection: from elasticity to destruction (theory and experiment)

3. Сравнение численных и натурных экспериментов на стесненное кручение швеллеров М.П. Сон, А.Д. Землянухин, А.В. Волков // Современные технологии в строительстве. Теория и практика : материалы IX Всерос. молодеж. конф. аспирантов, молодых ученых и студентов ч. II. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. - Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2019. - С. 288-292.

4. M.P. Son, G.G. Kashevarova, A.D. Zemlyanukhin Development of flexible joint for beam-to-column abutment // Proceedings of the 5th International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety, p. 55–64

5. Beam to column flange connection: from elasticity to destruction (theory and experiment) I. Shardakov, A. Shestakov, M. Son , A. Zemlanuhin , G. Kashevarova, I. Glot // ECF22 - Loading and Environmental Effects on Structural Integrity, p 360 (тезисы)

6. Моделирование фланцевого соединения в расчетном комплексе ANSYS / М. П. Сон, А. Д. Землянухин // Строительство и архитектура. Опыт и современные технологии. - 2017. - Вып. 9: по материалам IX Всерос. молодеж. конф. аспирантов, молодых ученых и студентов Современные технологии в строительстве. Теория и практика, (Ч.2, сент., 2017 г.)- 8 с.

7. Расчет и моделирование Т-образного фланцевого соединения / Г.Г. Кашеварова, М.П. Сон, А.Д. Землянухин // Современные технологии в строительстве. Теория и практика / М-во образования и науки Рос. Федерации, Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. - Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2021. - С. 43-48.

8. Сравнение несущей способности и деформативности фланцевых узлов примыкания балки к колонне при разных толщинах фланца / Г. Г. Кашеварова, М. П. Сон, А. Д. Землянухин // Современные технологии в строительстве. Теория и практика: материалы XII Всерос. молодеж. конф. аспирантов, молодых ученых и студентов. - Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2020. - С. 44-49.

9. Экспериментальные и теоретические исследования податливых фланцевых соединений / А. Д. Землянухин, Г. Г. Кашеварова, М. П. Сон // Строительство и реконструкция. 2024(6) - С. 5-14.

Апробация результатов исследования осуществлена в публикациях, докладах и выступлениях на следующих конференциях: Международной научно-технической конференции «Строительство, архитектура и техносферная безопасность» (ICCATS-2021); XI Всероссийской молодежной конференции аспирантов, молодых ученых и студентов «Современные технологии в строительстве. Теория и практика»; X Всероссийской молодежной конференции аспирантов, молодых ученых и студентов «Современные технологии в строительстве. Теория и практика»; IX Всероссийской молодежной конференции аспирантов, молодых ученых и студентов «Современные технологии в

строительстве. Теория и практика» 2017-2021г.; Выставка исследовательских работ в рамках СНИЛ и СКБ 2017г.

Работа обсуждалась на научных семинарах кафедры «Строительные конструкции и вычислительная механика» (ПНИПУ, г. Пермь)

Диссертация «Строительные конструкции, здания и сооружения» Землянухина Александра Дмитриевича, рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 2.2.1 – «Строительные конструкции, здания и сооружения».

Заключение принято на заседании кафедры «Строительные конструкции и вычислительная механика» ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Присутствовало на заседании 16 человек объединенного заседания кафедры Строительные конструкции и вычислительная механика.

Выступили при обсуждении диссертации: рецензент – Кашеварова Галина Геннадьевна, д.т.н., профессор; Маковецкий Олег Александрович, к.т.н, доцент, Абашева Лидия Петровна, к.т.н., доцент.

В голосовании приняло участие 16 чел. имеющих право голоса.

Результаты голосования: «за» - 16 чел., «против» - нет, «воздержалось» - нет, протокол № 6/25 от «13» января 2025 г.

Заместитель заведующей кафедрой

«Строительные конструкции и

вычислительная механика»

к.т.н., доцент

Токов И.Л.

Ученый секретарь кафедры

«Строительные конструкции и

вычислительная механика»

к.т.н., доцент

Зуева И.И.