

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
АО «ЦНИИПромзданий»
д.т.н, проф. Гранев В.В.

Отзыв

ведущей организации Акционерного общества «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений — ЦНИИПромзданий» на диссертационную работу Лавровой Анны Сергеевны «Совершенствование методов расчета перфорированных балок с круглыми вырезами с помощью конечно-элементного анализа и моделирования» представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения»

Актуальность темы исследования.

Представленная диссертационная работа посвящена исследованию перфорированных балок с круглыми вырезами, которые широко применяются в современных строительных сооружениях. Несмотря на то, что перфорированные балки изучаются достаточно давно, для балок с вырезами круглой формы необходимо проведение дополнительных исследований, поскольку большинство экспериментальных и теоретических работ посвящено перфорированным балкам с шестиугольными вырезами в стенке. В строительных нормах, регламентирующих проектирование стальных конструкций, отсутствуют требования к оценке напряженно-деформированного состояния (НДС) перфорированных балок с круглыми вырезами, а их применение при проектировании промышленных и общественных сооружений достаточно широко распространено.

Целью исследований является разработка инженерных методов расчета напряженно-деформированного состояния и устойчивости перфорированных балок с круглыми вырезами при поперечном изгибе для различных параметров перфорации.



Таким образом, диссертационная работа Лавровой Анны Сергеевны, направленная на решение задач определения НДС и устойчивости перфорированных балок с круглыми вырезами, является актуальной.

Структура и содержание работы

Диссертация Лавровой А.С. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка условных обозначений и сокращений, списка литературы из 107 наименований и двух приложений общим объемом 167 страниц.

Во введении обосновываются актуальность темы диссертационного исследования, его цель и задачи, представляется научная гипотеза, описываются научная новизна, практическая и теоретическая значимости, представляются основные положения, выносимые автором на защиту, указывается личный вклад автора и внедрение результатов работы.

В первой главе рассмотрено применение перфорированных балок в строительстве. Представлен обзор работ отечественных и зарубежных авторов в части исследования напряженного состояния, деформаций и устойчивости перфорированных балок, а также рассмотрены технологии изготовления балок с вырезами в стенке. На основе проведенного анализа автором сделан вывод, что значительное количество работ посвящено исследованию НДС и устойчивости перфорированных балок с шестиугольными вырезами, а зависимости, позволяющие надежно оценивать напряженное состояние, прогибы и устойчивость балок с круглыми вырезами, на сегодняшний день не разработаны.

Во второй главе приведены результаты исследований напряженного состояния перфорированных балок с круглыми вырезами методом конечных элементов и с помощью экспериментальных исследований на натурной конструкции. Исследования данной главы посвящены характеру распределения напряжений в полках балок с круглыми вырезами, определению эквивалентных напряжений вблизи контуров круглых вырезков, концентрации напряжений в балках с вырезами круглой формы, а также распределению напряжений в перфорированных балках при наличии консольного выпуска. В результате установлено, что эквивалентные напряжения вблизи контуров круглых вырезков при нагружении сосредоточенной силой распределяются по линейному закону; получена эмпирическая зависимость, позволяющая определять эквивалентные напряжения по Мизесу в районе круглых вырезков при постоянной поперечной силе при разных параметрах перфорации; получены величины коэффициентов концентрации эквивалентных напряжений при поперечном и

чистом изгибе; установлено, что наличие консольного выпуска не оказывает значительного влияния на характер распределения напряжений в перфорированной балке. Результаты проведенных экспериментов на натурной конструкции подтвердили корректность предложенной зависимости для определения эквивалентных напряжений.

Третья глава посвящена деформациям балок с круглыми вырезами в стенке. Автором ставилась задача получить зависимость для расчета прогибов перфорированных балок с круглыми вырезами на основе теории составных стержней. По результатам исследования получена аналитическая зависимость для определения прогибов таких балок в достаточно компактной форме. Применимость полученной зависимости была подтверждена сопоставлением вычисляемых значений с результатами, полученными методом конечных элементов, и с данными экспериментального исследования деформаций натурной конструкции.

В четвертой главе представлены результаты исследования устойчивости перфорированных балок с круглыми вырезами. Проанализированы виды и формы потери устойчивости перфорированных балок, рассмотрена устойчивость плоской формы изгиба балок с круглыми вырезами в стенке. На основе расчетно-теоретических исследований местной устойчивости перфорированных балок с круглыми вырезами получена эмпирическая зависимость для оценки критической нагрузки балки с вырезами круглой формы, соответствующая местной потере устойчивости стенки при сдвиге. В главе описаны проведенные автором экспериментальные исследования местной устойчивости перфорированных балок на маломасштабных моделях и натурной конструкции, подтвердившие приемлемость предложенной зависимости. На основе теории подобия выведена зависимость для пересчета критической нагрузки, полученной в результате испытания модели, на критическую нагрузку натурной конструкции. В данном разделе также рассмотрено влияние параметров балки на величину критической нагрузки.

В заключении сформулированы общие выводы по диссертации и перспективы дальнейших исследований.

В приложениях представлены акты о внедрении результатов диссертационной работы и копии 3-х свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Таким образом, содержание диссертации позволяет сделать вывод о том, что работа соответствует требованиям ВАК РФ. Материалы глав изложены

логически последовательно грамотным научно-техническим языком, имеют научную и практическую ценность и не вызывают возражений. Автореферат по содержанию соответствует тексту диссертации.

Обоснованность и достоверность основных научных положений результатов, рекомендаций и выводов диссертационного исследования

Научные положения, выводы, рекомендации и результаты работы достаточно обоснованы. Для диссертационного исследования использованы общепринятые в строительной механике гипотезы и допущения. Основные научные выводы подтверждаются удовлетворительной их корреляцией с данными, полученными путем численных расчетов методом конечных элементов, а также с данными экспериментальных исследований прогибов, уровня напряжений и критических нагрузок, полученными как самим автором в результате испытания натуральных и маломасштабных моделей, так и зарубежными исследователями.

Научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационной работы.

Научная новизна работы заключается в разработанных инженерных методах расчета эквивалентных напряжений по Мизесу вблизи контуров круглых вырезов; прогибов балок с круглыми вырезами при разных параметрах перфорации; критической нагрузки, определяющей местную устойчивость перемычек балок с круглыми вырезами при сдвиге.

Получены величины коэффициентов концентрации эквивалентных напряжений в балках с круглыми вырезами при поперечном и чистом изгибе и данные о влиянии конструктивного оформления консольных выпусков на напряженное состояние балок с круглой перфорацией стенки.

Теоретическая значимость результатов диссертации заключается в установлении закономерностей распределения эквивалентных напряжений вблизи контуров вырезов при поперечном изгибе в зависимости от параметров перфорации и размеров сечения балок с круглыми вырезами; исследовании влияния конструктивного оформления консольных выпусков на уровень напряжений в балках с круглыми вырезами; разработке аналитической зависимости для оценки прогибов перфорированных балок с круглыми вырезами по теории составных стержней; установлении влияния параметров балки на критическую нагрузку, соответствующую потере

местной устойчивости; исследовании НДС и местной устойчивости натурной конструкции и маломасштабных моделей.

Существенная практическая значимость работы состоит в полученной инженерной зависимости для оценки эквивалентных напряжений по Мизесу в балках с круглыми вырезами при линейном характере изменения изгибающего момента; полученных величинах коэффициентов концентрации напряжений при поперечном и чистом изгибе балок с круглыми вырезами; полученной аналитической зависимости для оценки прогибов балок с круглыми вырезами при разных параметрах перфорации; полученной эмпирической зависимости для расчета критической нагрузки, соответствующей потере местной устойчивости перемычек балок с круглыми вырезами от сдвига; оценке возможности моделирования устойчивости перфорированных балок на маломасштабных моделях.

Апробация работы и публикации

По теме диссертации автором опубликовано 18 научных работ, из них 4 статьи в журналах, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендуемых ВАК РФ:

1. Притыкин А.И. Прогибы перфорированных балок с круглыми вырезами. / А.И. Притыкин, А.С. Лаврова // Вестник ТГАСУ. – 2015. – №3. – С. 94-102.
2. Притыкин А.И. Отечественный и зарубежный подходы к оценке прогибов перфорированных балок. / А.И. Притыкин, А.С. Лаврова // Строительная механика и расчет сооружений. – 2015. – №6. – С. 17-23.
3. Притыкин А.И. Распределение напряжений в перфорированных балках с круглыми вырезами при поперечном изгибе. / А.И. Притыкин, А.С. Лаврова // Промышленное и гражданское строительство. – 2017. – №2 – С. 81-85.
4. Лаврова А.С. Моделирование местной устойчивости перфорированных балок с круглыми вырезами: расчеты МКЭ и эксперименты на конструкциях из жести. / А.С. Лаврова, А.И. Притыкин // Вестник МГСУ.– 2017.– Т.12 – Вып.10(109). – С.1115-1124.

Основные результаты исследований докладывались на следующих конференциях: 19th International Conference «Mechanika – 2014» (Lithuania, Kaunas, 24-25.04.2014 г.); XII международная научная конференция «Инновации в науке, образовании и бизнесе – 2014» (Калининград, 15-17.10.2014); XVIII Международная межвузовская научно-практическая конференция студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных

«Строительство – формирование среды жизнедеятельности» (Москва, 22-24.04.2015); III Балтийский морской форум. Международная научная конференция «Прогрессивные технологии, машины и механизмы в машиностроении и строительстве» (Калининград, 24-30.05.2015); III Балтийский морской форум. Международная научная конференция «Прогрессивные технологии, машины и механизмы в машиностроении и строительстве» (Калининград, 24-30.05.2015); IV Международный Балтийский морской форум (Калининград, 22-28.05.2016); IV Международный Балтийский морской форум. II Международная научная конференция «Прогрессивные технологии, машины и механизмы в машиностроении и строительстве» (Калининград, 22-28.05.2016); V Международный Балтийский морской форум. V Международная научная конференция «Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии» (Калининград, 21-27.05.2017).

Результаты диссертационной работы применены на практике при проектировании перфорированных балок в несущих конструкциях покрытий общественных и промышленных зданий в «КМПИ – филиал «31 ГПИСС» (г. Калининград), а также используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» при подготовке студентов и аспирантов по направлениям подготовки 08.03.01 – Строительство (профиль – Промышленное и гражданское строительство) и 08.06.01 – Техника и технология строительства и в учебном процессе и в ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта» при подготовке бакалавров по направлению подготовки 08.03.01 – Строительство

Рекомендации по практическому применению результатов и выводов диссертационной работы

Результаты и выводы диссертационной работы Лавровой А.С. рекомендуется к использованию при актуализации нормативных документов регламентирующих проектирование стальных конструкций. Разработанные в диссертации методы расчета напряженного состояния, прогибов и критических нагрузок перфорированных балок с круглыми вырезами в зависимости от параметров перфорации рекомендуются к применению в практике проектирования в проектных организациях.

Замечания и предложения по диссертации

1. Разработан метод определения НДС для линейного изменения изгибающего момента, при этом не указано, как распространить результаты на реальные условия нагружения балок, когда эпюры моментов либо параболические, либо кусочно-линейные, а отверстия расположены в зоне максимальных моментов.

2. По п. 3.2. не ясно, как коэффициент жесткости упругого слоя, который характеризует податливость связей при взаимном сдвиге поясов, может зависеть от условий закрепления балки. Кроме того, не ясно, как из прокатного двутавра №50 можно получить исследуемую балку с круглыми отверстиями высотой 75 см. Также представляется целесообразным не ограничивать численные исследования балкой одной высоты.

3. П. 4.2 назван «Устойчивость плоской формы изгиба шарнирно опертой перфорированной балки с круглыми вырезами», в то время как в исследованиях параграфа рассмотрена общая устойчивость как шарнирно опертых перфорированных балок, так и балок с жесткой заделкой концов.

Отмеченные недостатки не умаляют достоинств представленной диссертационной работы.

Заключение:

Анализ диссертационной работы Лавровой Анны Сергеевны на тему «Совершенствование методов расчета перфорированных балок с круглыми вырезами с помощью конечно-элементного анализа и моделирования» представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения» показывает, что диссертация по своему содержанию является законченной научно-квалификационной работой на актуальную тему, в которой решена научная проблема, имеющая несомненное практическое значение.

Диссертация выполнена автором на высоком научном уровне, содержит научно-обоснованные экспериментальные и теоретические данные.

Работа соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Лаврова Анна Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения».

Диссертационная работа и отзыв рассмотрены и одобрены на совместном заседании отдела ОЗС №1 и секции строительных конструкций Акционерного общества «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений», протокол №56-К от 5 сентября 2018 года.

Отзыв подготовил:

Начальник отдела обследований

зданий и сооружений №1

доктор технических наук, профессор

Александр Николаевич Мамин

Наименование организации:

Акционерное общество "Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений» (АО «ЦНИИПромзданий»)

Адрес: 127238, г. Москва, Дмитровское шоссе, д. 46, корп. 2

Телефон: +7 (495) 482-45-06

Адрес электронной почты: cniipz@cniipz.ru

Адрес официального сайта в сети «Интернет»: <http://www.cniipz.ru>