

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОПОНЕНТА

по диссертационной работе Скачка Павла Дмитриевича
«Напряженно-деформированное состояние на контактных площадках балочных элементов, частично опираемых на упругое основание»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.23.17 – строительная механика

На основе изучения диссертации, автореферата и опубликованных работ по теме диссертации установлено следующее.

1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите.

Диссертационная работа посвящена разработке методов расчета элементов зданий и сооружений на прочность и жесткость при силовых воздействиях. Изложенный в ней материал относится к областям исследований:

III.3. Расчет несущих систем, взаимодействующих с деформируемой средой;

III.5. Эффективные численные и численно-аналитические методы расчета сооружений;

III.9. Принципы и методы моделирования конструкций, зданий и сооружений, представленным в паспорте специальности 05.23.17 – строительная механика, и соответствует названной специальности и технической отрасли науки.

2. Актуальность темы диссертации.

При расчетах и проектировании несущих строительных конструкций в настоящее время предполагается, что в опорных узлах контакт осуществляется по всей площадке соприкосновения элементов, и не учитываются особенности распределения контактных напряжений по области контакта. Деформирование балок, плит и опорных конструкций под нагрузкой может оказывать существенное влияние на распределение контактных напряжений и размеры области контакта, что, в свою очередь, ведет к изменению напряженно-деформированного состояния конструкции и может стать причиной ее отказа. Использование алгоритмов решения контактных задач, реализованных в известных программных продуктах, сопряжено со значительными затратами времени. Поэтому разработка методов расчетов, позволяющих оценить влияние особенностей деформирования элементов строительных конструкций на перераспределение сил в опорных узлах, имеет большое практическое значение. Тема работы соответствует приоритетному направлению научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы «Энергетика, строительство, экология и рациональное природопользование».

3. Степень новизны результатов диссертации и научных положений, выносимых на защиту.

Научной новизной обладают следующие результаты диссертации:

методика численно-аналитического определения контактных напряжений в местах свободного частичного опирания балочных элементов на упругое основание с учетом конструктивной нелинейности;

аналитическое выражение для определения вертикальных перемещений поверхности упругой $1/8$ однородного изотропного пространства, загруженной сосредоточенной вертикальной силой;

полученные в результате численного моделирования зависимости, характеризующие как распределение контактных напряжений в местах опирания упругих

*Вх. № 11-52/109
от 21.12.2023*

балочных элементов на упругие основания разной формы и жесткости, так и деформации балочного элемента, которые учитывают частичный контакт соприкасающихся поверхностей в нагруженном состоянии.

Полученные новые результаты позволяют учитывать особенности контактного взаимодействия балок с деформируемой средой при расчетах элементов зданий и сооружений на прочность и жесткость под действием эксплуатационных нагрузок.

4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, в целом обоснованы и вытекают из содержания проведенных исследований. Достоверность результатов проведенных исследований подтверждается объективностью и адекватностью исходной информации, а также применением обоснованных апробированных теоретических методов. Результаты решений, полученных на основе подхода, предложенного автором, подтверждены в результате расчетов с применением метода конечных элементов в программном комплексе ANSYS.

Результаты исследований прошли апробацию на международных научных конференциях в Республике Беларусь, Российской Федерации и Украине.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию.

Научная значимость. Диссертационная работа содержит новые теоретические результаты исследования упругого взаимодействия балок с упругим основанием, которые позволили учесть особенности распределения контактных напряжений и частичный контакт соприкасающихся поверхностей в нагруженном состоянии, что позволяет более точно оценивать прочность и жесткость конструкций при различных силовых воздействиях.

Практическая значимость. Результаты диссертационного исследования могут быть использованы в проектных организациях при разработке новых конструктивных схем зданий и сооружений с целью повышения их надежности. Они приняты к внедрению в ОАО «Минскметрострой».

Экономическая значимость состоит в возможном увеличении надежности и долговечности зданий и сооружений при проектировании новых их конструкций, что приведет к снижению затрат на ремонты.

Социальная значимость полученных результатов связана с их использованием при подготовке специалистов в учреждениях образования, осуществляющих подготовку специалистов технического профиля. Они нашли применение при подготовке студентов строительных специальностей в курсе «Сопротивление материалов».

6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати.

Основное содержание диссертации опубликовано в 21 научной работе, в том числе 5 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК Республики Беларусь для публикации результатов диссертационных исследований по направлению технические науки и двух статьях в журнале, входящем в перечень ВАК Российской Федерации. Кроме того, опубликованы 12 работ в сборниках материалов региональных и международных конференций, 2 тезисов докладов.

Материалы диссертационного исследования Скачка П. Д., основные положения и выводы, полученные соискателем самостоятельно и при его непосредственном участии в соавторстве, с достаточной полнотой изложены в публикациях.

7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК.

Диссертация оформлена в соответствии с «Инструкцией по оформлению диссертации, автореферата и публикаций по теме диссертации» в редакции Постановления Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 22 августа 2022 г. № 5. Автореферат отражает содержание диссертации.

8. Замечания по диссертации.

1. На с. 52 отмечается «При определении окружных перемещений точек грани плоского клина в случае, когда $r \notin [c; d]$ предпочтительней пользоваться формулой (1.12), которая используется для определения рассматриваемых перемещений от сосредоточенной силы». Неясно, чем обусловлено данное утверждение.

2. На с. 61 указано: «Если высота балки превышает глубину опирания более чем в два раза, то часть балки в опорной зоне можно рассматривать в виде упругой четвертьплоскости». Следовало пояснить, почему именно в указанное число раз. С нашей точки зрения, вместо термина «глубина опирания», который ассоциируется с глубиной внедрения балки в основание, лучше было использовать словосочетание «длина опирания».

3. На с. 68 отмечается, что жесткость балки в направлении оси Y бесконечно большая, и из этого делается вывод о том, что вертикальные перемещения точек, лежащих в одном ряду, параллельном оси Y , имеют одинаковые значения. Такое утверждение справедливо только в том случае, если не учитываются местные деформации балки в области контакта.

4. Рассматриваемый в работе итерационный алгоритм основывается на удалении растянутых связей (п. 3.3). Следовало бы выполнить анализ, связанный с возможностью оставления растянутых связей, значения реакций которых малы. Существует возможность, что после пересчета такие связи окажутся сжатыми.

5. В результатах расчетов, описанных в главе 5, рассматриваются случаи закручивания балки. Нижняя ее поверхность остается горизонтальной. Угол поворота какой плоскости в таком случае понимается под углом закручивания?

6. В параметрах конечноэлементных моделей, представленных в таблицах 5.5 и 5.6, фигурируют тетраэдральные элементы SOLID187. Однако на приведенных конечноэлементных моделях они не видны. Следует пояснить, в каких областях рассчитываемых тел располагались такие элементы. Также требуется пояснить, из каких соображений принималась высота объемов, имитирующих 1/8 пространства.

7. В тексте имеются неточности, усложняющие восприятие материала, которые не повлияли на полученные результаты:

- в знаменателе первого слагаемого формулы (1.11) не приведено расстояние R ;
- в расшифровке обозначений к формуле (2.4) некорректно указано, что $K(x, t)$ – ядро упругого основания. Данная функция представляет собой ядро интегрального уравнения, которое характеризует свойства упругого основания;

- в числителе формулы (2.12) пропущен множитель F ;

- в тексте буквой F обозначаются силы, имеющие размерность Н и Н/м. Силу F , имеющую размерность Н/м, во избежание путаницы лучше было называть удельной сосредоточенной силой. Кроме того, в работе используется величина $F_{i,j}$ размерностью m^{-1} , соответствующая осадкам основания. Желательно было в этом случае использовать иной символ.

9. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует.

Представленная диссертационная работа и уровень подготовки соискателя позволяют сделать вывод о том, что Скачѣк Павел Дмитриевич соответствует

по научной квалификации ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – строительная механика.

10. Заключение.

Выполненный анализ показал, что диссертационная работа «Напряженно-деформированное состояние на контактных площадках балочных элементов, частично опираемых на упругое основание» является законченной научной работой. Она удовлетворяет требованиям действующего «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь», предъявляемым к кандидатским диссертациям. Ее автору, Скачку Павлу Дмитриевичу, может быть присуждена ученая степень кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – строительная механика за *новые научные обоснованные результаты* в области численно-аналитических методов расчета несущих систем, взаимодействующих с деформируемой средой, *включающие*:

методику численно-аналитического определения контактных напряжений в местах опирания балочных элементов на упругое основание, в которой область контакта моделируется жесткими односторонними стержневыми связями, а перемещения их концов учитывают деформации балки и основания, что позволило решить ряд новых задач строительной механики о взаимодействии балок с основаниями различной формы с погрешностью, не превышающей 5 %;

аналитическое решение задачи об определении вертикальных перемещений поверхности $1/8$ упругого изотропного пространства при действии на нее сосредоточенной силы, построенное на основе решений для полупространства и четвертьпространства, которое позволило определить параметры напряженно-деформированного состояния при опирании балки на упругие основания различной геометрии;

зависимости, характеризующие как распределение контактных напряжений в местах опирания упругих балочных элементов на упругие основания разной формы и жесткости, так и деформации балочного элемента, которые учитывают частичный контакт соприкасающихся поверхностей в нагруженном состоянии, которые, как правило, демонстрируют отличие от решения, полученного методом конечных элементов, не превышающее 7 %, что, в совокупности, позволяет обеспечить учет особенностей деформирования опорных узлов строительных конструкций и выработать научно обоснованные рекомендации по проектированию новых конструктивных схем зданий и сооружений с целью повышения их надежности.

Официальный оппонент,
заведующий кафедрой
«Техническая физика и теоретическая механика»

Учреждения образования
«Белорусский государственный
университет транспорта»
доктор технических наук, профессор

20.12.2023

Личную подпись А.О. Шимановского удостоверяю

Начальник ОК  С.И. Паранин



А.О. Шимановский

Отзыв издателя Реферат

21.12.23

Заведующий кафедрой В.В.

с отзывами ознакомлены
21.12.2023 *И.Д. Скачек*