

УТВЕРЖДАЮ

заместитель директора по научной
работе ИАиС ВолгГТУ, доктор
технических наук, профессор

Бурлаченко О.В.

20 23 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» на диссертационную работу **Дао Нгок Кхоа** на тему «**Расчёт гибких прямоугольных пластин по методу последовательных аппроксимаций**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9 – Строительная механика.

Актуальность темы. Тонкостенные пластины и оболочки находят широкое применение в машиностроении, авиации, судостроении, ракетостроении и строительстве в качестве элементов разного рода конструкций. В одних случаях с их помощью достигается создание легких и экономичных, но вместе с тем достаточно прочных и жестких конструкций. В других случаях (например, в упругих элементах некоторых приборов) указанные конструкции, наоборот, наделяются необходимой гибкостью.

Зачастую тонкостенные элементы конструкций допускают достаточно большие прогибы (даже при нагрузках, далеких от критических значений). Это означает, что при анализе напряженно-деформируемого состояния и устойчивости таких элементов следует учитывать геометрическую нелинейность.

Решение нелинейных задач вызывает существенные математические трудности, так как некоторые принципы линейной строительной механики неприменимы для нелинейных задач.

В связи с этим тему диссертационного исследования Дао Нгок Кхоа «**Расчет гибких прямоугольных пластин по методу последовательных**

аппроксимаций», посвященной построению численной методике расчета прямоугольных пластин в геометрически нелинейной постановке, следует признать актуальной в теоретическом и прикладном плане.

Структура и содержание диссертации. На отзыв представлена диссертационная работа, состоящая из введения, 4 глав, заключения, списка использованной литературы из 222 наименований и двух приложений. Полный объем работы составляет 150 страниц, в том числе 113 страниц основного текста, содержит 13 таблиц и 57 рисунков.

Во введении обоснована актуальность проблемы и выбор направления исследования, сформулированы цели и задачи, заявлена научная новизна, обоснована достоверность полученных результатов, их практическая и теоретическая значимость. В качестве цели диссертационного исследования заявлена разработка численной методике, построенной на базе разностных уравнений метода последовательных аппроксимаций (МПА), расчета гибких прямоугольных пластин на действие статических нагрузок с учетом частичного контакта с упругим основанием.

В первой главе приведено краткое описание развития теории расчета гибких пластин и, в меньшей степени, гибких оболочек. Выполнен обзор работ по методам расчета пластин в геометрически нелинейной постановке. Отдельно рассмотрены работы, посвященные расчету гибких пластин, контактирующих с упругим основанием. Обоснован выбор численного метода исследования – метода последовательных аппроксимаций (МПА). Приведен обзор основных работ по применению МПА к расчету балок, пластин и оболочек: на действие статических, динамических нагрузок; на устойчивость и колебания; на упругом основании. При этом автор указывает на недостаточную проработку вопроса расчета конструкций в нелинейной постановке с привлечением разностной формы МПА.

Во второй главе описана предлагаемая методика расчета гибких прямоугольных пластин на действие статических нагрузок. Дифференциальные уравнения Фёппля – фон Кармана, записанные в

напряжениях Эри, сводятся к системе четырех дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных (уравнений типа Пуассона). Решение вышеуказанной системы, строится с привлечением разностных уравнений МПА, позволяющих учитывать разрывы искомой функции, ее первых двух частных производных и правой части исходного дифференциального уравнения. В главе приведены разностные уравнения, аппроксимирующие каждое из четырех уравнений системы разрешающих дифференциальных уравнений, как в регулярных точках области интегрирования, так и в точках края области, с учетом краевых условий.

В третьей главе, разработанная методика обобщена на случай учета контакта пластины с упругим основанием. В качестве модели упругого основания использована модель Фусса – Винклера. Реализована возможность учета основания переменной жесткости, т.е. основания, где значение коэффициента отпора для каждой расчетной точки определяется заданной функцией координат пластины. Кроме того, методика позволяет вести расчет гибких пластин при неполном контакте с упругим основанием. Под неполным контактом понимается наличие зон под подошвой конструкции, где основание отсутствует.

В четвертой главе автор приводит описание составленных программ для расчета прямоугольных гибких пластин с учетом и без учета контакта с упругим основанием. С использованием указанных программ получены решения, как тестовых задач, так и новых. Среди таких задач можно отметить: расчет квадратной гибкой пластины на действие распределенной нагрузки, изменяющейся по ступенчато-постоянному закону; расчет гибкой прямоугольной пластины на упругом основании переменной жесткости; расчет гибкой прямоугольной пластины при неполном контакте с упругим основанием.

Обоснованность и достоверность полученных результатов определяется: корректностью постановки задач в рамках механики деформируемого твердого тела и классических методов строительной

механики с использованием общепринятых гипотез и допущений; контролем сходимости численного решения на последовательности вложенных одна в другую расчетных сеток; сопоставлением решений тестовых задач с решениями, полученными на основе других методов и подходов. Апробация результатов, в качестве докладов на международных и национальных научно-теоретических конференциях, публикации результатов исследования в ведущих рецензируемых международных и отечественных изданиях свидетельствуют об обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций.

Научная новизна результатов диссертационного исследования заключается:

в разработке численной методики, алгоритма и программы для ЭВМ для расчета гибких прямоугольных пластин на действие статических нагрузок, в том числе разрывного характера, построенной на базе разностных уравнений метода последовательных аппроксимаций (МПА);

в разработке численной методики, алгоритма и программы для ЭВМ для расчета прямоугольных изгибаемых пластин в геометрически нелинейной постановке с учетом отпора упругого основания, в том числе с учетом неполного контакта конструкции с основанием;

в получении решений новых задач расчета гибких прямоугольных пластин: на действие статических разрывных нагрузок с учетом различных краевых условий; с учетом отпора упругого основания; при неполном контакте с упругим основанием.

Научная и практическая ценность диссертации. Разработанная и доведенная до уровня прикладных программ численная методика расчета гибких пластин, контактирующих с упругим основанием, может быть использована: при проектировании конструкций специального назначения, таких как днища резервуаров; при определении напряженно-деформированного состояния фундаментных плит, испытывающих неравномерные большие осадки; при оценке работоспособности

фундаментных плит в результате аварийных воздействий (карстовые провалы, подмывы и т.п.).

Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки.

Построенная на базе разностной формы метода последовательных аппроксимаций методика расчета гибких прямоугольных пластин позволяет определять напряженно-деформированное состояние означенных пластин при действии произвольных статических нагрузок, в том числе разрывного характера, с учетом различных краевых условий.

Продемонстрирована более высокая точность и эффективность предложенной методики по сравнению с численным подходом на базе обобщенных разностных уравнений метода конечных разностей.

Предложена эффективная методика расчета гибких прямоугольных пластин с учетом отпора упругого основания, в том числе при переменном значении коэффициента жесткости основания и при неполном контакте конструкции с основанием.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы.

Результаты работы (методики и алгоритмы расчёта) рекомендуется использовать в проектных, конструкторских и научно-исследовательских организациях строительной отрасли и машиностроения, занимающихся проектированием и расчетом конструкций и сооружений.

Результаты диссертации могут использоваться в учебном процессе при подготовке и преподавании образовательных дисциплин, связанных с нелинейным расчетом конструкций, для уровней подготовки специалистов, магистратура и аспирантура по направлению «Строительство».

По работе могут быть высказаны следующие замечания и пожелания:

1. В четвертой главе, где автор приводит примеры решения тестовых и новых задач, не рассмотрены задачи с не сдвигающимися краями.

Возможен ли учет таких краевых условий в рамках предлагаемой методики?

2. На стр. 63 автор указывает: « ... для решения системы линейных алгебраических уравнений используется метод матриц для программы MATLAB.» Требуется пояснения, какой же метод автор использовал.
3. При построении алгоритма расчета гибких пластин на упругом основании использована только одна модель – модель Винклера. Возможно ли учесть другие модели основания в предлагаемом подходе?
4. Судя по обзору современного состояния вопроса расчета пластин в геометрически нелинейной постановке и списку литературы, автор, к сожалению, почти не знаком с трудами Владилена Васильевича Петрова по расчету конструкций в нелинейной постановке. Надеемся, что более полное знакомство с трудами известного российского ученого творчески обогатит дальнейшие изыскания соискателя.

Заключение

Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод, что диссертация Дао Нгок Кхоа на тему «**Расчёт гибких прямоугольных пластин по методу последовательных аппроксимаций**» является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, научной и практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют существенное значение для развития соответствующей отрасли наук. Диссертационная работа полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Дао Нгок Кхоа заслуживает присуждения

ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9 –
Строительная механика.

Отзыв на диссертацию рассмотрен и одобрен на расширенном заседании
кафедры «Строительная механика» и кафедры «Цифровые технологии в
урбанистике, архитектуре и строительстве» ФГБОУ ВО «Волгоградский
государственный технический университет».

Протокол заседания № 7 от 09 03 2023 г.

Заведующий кафедрой
«Строительная механика»
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего
образования «Волгоградский
государственный технический
университет», доктор
технических наук по
специальности 05.02.07 -
Технология и оборудование
механической и физико-
технической обработки, доцент

Душко Олег
Викторович

Профессор кафедры «Цифровые
технологии в урбанистике,
архитектуре и строительстве»,
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего
образования «Волгоградский
государственный технический
университет», доктор
технических наук по
специальности 05.23.17 -
Строительная механика, доцент

Игнатьев Александр
Владимирович

Адрес: 400005, г. Волгоград, проспект им. В. И. Ленина, д. 28
E-mail: +7 (8442) 23-00-76
Тел.: rector@vstu.ru

