

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

д.т.н., профессора Иванова Сергея Павловича 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 исследования

В связи с развитием науки и техники в строительной промышленности, авиастроении, судостроении, приборостроении нашли широкое применение тонкостенные пространственные конструкции, составленные из пластинчатых элементов. Встречаются случаи, когда в таких системах возникают прогибы сравнимы с толщиной составляющих пластин, и расчет в линейной постановке не отражает их истинную работу.

Расчет пространственных конструкций в геометрически нелинейной постановке требует значительно больших усилий по сравнению с линейным расчетом. Решить такие задачи в замкнутом виде почти не удастся. В последнее время, в связи с развитием компьютерной техники, данного типа задачи решаются численными методами.

Одним из таких методов является метод последовательных аппроксимаций (МПА). Его эффективность продемонстрирована работами представителей школы профессора Габбасова Р.Ф. С привлечением разностной формы МПА решены задачи по расчёту балок, пластин и оболочек на действие статических и динамических нагрузок, на устойчивость первого и второго рода, задачи о колебаниях конструкций, по расчёту конструкций на упругом основании. Это разностный метод имеет ряд преимуществ перед методом конечных разностей (МКР). Решение по МПА обладает более высокой точностью, быстрой сходимостью решения; отсутствует необходимость в рассмотрении законтурных точек при учете краевых условий; имеется возможность учета конечных разрывов искомой функции, ее первых производных и правой части исходного дифференциального уравнения. Поэтому задача построения методики

расчета пластин в геометрически нелинейной постановке с привлечением разностной формы МПА является весьма актуальной задачей.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, списка литературы из 222 наименований и двух приложений. Объем работы 150 печатных листов. Она содержит 13 таблиц и 57 рисунков.

Во введении автор обосновывает актуальность выбранной темы и достоверность полученных результатов, формулирует цель, задачи исследования, научную новизну работы, ее теоретическую и практическую значимость.

Первая глава посвящена обзору работ по развитию теории расчета гибких пластин. В отдельные параграфы выделены обзор работ по расчету пластин на упругом основании и расчету конструкций с привлечением разностной формы МПА. Из чего автор делает вполне обоснованный вывод о перспективах применения МПА к расчету гибких пластин.

Во второй главе построен алгоритм расчета прямоугольных пластин в геометрически нелинейной постановке на базе разностных уравнений МПА. Путем введения новых переменных система нелинейных дифференциальных уравнений четвертого порядка в частных производных, известная как уравнения Кармана, сводятся к четырем дифференциальным уравнениям второго порядка в частных производных типа уравнений Пуассона, которые, в свою очередь, аппроксимируются разностными уравнениями МПА. Алгоритм строится относительно малых приращений функции прогиба.

В третьей главе построенная численная методика распространяется на гибкие пластины, контактирующие с упругим основанием. В данной главе разработан алгоритм расчета пластин на винклеровском основании с постоянным коэффициентом отпора под всей подошвой плиты, на основании с переменным коэффициентом отпора и при неполном контакте с упругим основанием.

Четвертая глава посвящена разработке программ для персональных ЭВМ на базе пакета прикладных программ MATLAB. Приведены многочисленные примеры решения тестовых и новых задач. Как уже отмечалось выше, возможности МПА по учету конечных разрывов, позволили получить численные решения для случаев приложения нагрузки, имеющей разрывной характер (ступенчато-постоянная нагрузка) и частичного опирания на основание, когда под определенными зонами подошвы пластины не учитывался отпор основания.

В приложениях приводится листинг разработанных программ.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность предлагаемых теоретических положений основывается на общепринятых положениях классической механики твердого тела. Методики расчета реализованы в рамках общепринятых гипотез и положений строительной механики. Достоверность полученных результатов обеспечивалась контролем сходимости численного решения на вложенных одна в другую расчетных сетках и сравнением с известными, ранее опубликованными данными.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке численной методики расчета прямоугольных пластин в геометрически нелинейной постановке на базе разностных уравнений МПА. Разработанная по предложенному алгоритму программа для ЭВМ, позволяет проводить расчет гибких пластин на действие статических нагрузок, в том числе разрывного характера, с учетом различных краевых условий.

Указанная методика распространена на расчет гибких пластин, контактирующих с упругим основанием. Возможность учета разрывности жесткостных характеристик модели основания позволяет вести расчет при неполном опирании конструкции на упругое основание, т.е. учитывать зоны, где контакт отсутствует.

С использованием пакета разработанных автором исследования программ, получены численные решения для ряда новых задач (расчет гибких пластин на действие разрывных нагрузок, при неполном контакте с упругим основанием).

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы заключается в развитии области применимости эффективного численного метода – МПА, в разработке методики расчета гибких прямоугольных пластин с учетом наличия разрывных параметров (нагрузка, характеристики основания). Разработанная методика может найти применение в практике проектных, научно-исследовательских организаций и может быть внедрена в учебные дисциплины высших учебных заведений строительного профиля.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность научных положений подтверждается использованием в рассуждениях общепринятых постулатов и гипотез строительной механики и механики твердого деформируемого тела. Достоверность выводов и рекомендаций базируется на использовании при решении задач апробированного математического аппарата и сравнении полученных результатов с известными данными из научной литературы.

Замечания

1. На странице 10 указано, что диссертация содержит 57 рисунков и фотографий. Но ни одной фотографии в диссертации не представлено.
2. Методика МПА позволяет учитывать различные разрывные нагрузки. В диссертации рассмотрены задачи только с кусочно-постоянной распределенной нагрузкой. К сожалению, нет примеров с полосовыми нагрузками, что могло полнее раскрыть возможности предлагаемой методики и МПА.
3. В диссертации на странице 74 при анализе результатов расчета указано: «... при заданных жесткостных характеристиках пластины, ее работа

на изгиб удовлетворительно описывается линейной теорией вплоть до достижения прогибов 0,005 длины стороны». В этом же выводе в автореферате на странице 12 параметр прогиба указан следующим образом: «...вплоть до достижения прогибов 0,05 длины стороны», т.е. в 10 раз больше. Вероятно, в автореферате в данной фразе опечатка.

Заключение

Диссертационная работа **Дао Нгок Кхоа** является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Диссертация на тему **«Расчёт гибких прямоугольных пластин по методу последовательных аппроксимаций»** отвечает 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.

Официальный оппонент:

Д.т.н., профессор, заведующий
кафедрой сопротивления
материалов и прикладной механики
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Поволжский государственный
технологический университет
(ПГТУ)



Иванов Сергей Павлович

« 24 » 04 2023 г.

Адрес: г. Йошкар-Ола, пл.Ленина, д.3
E-mail: sp-ivanov@mail.ru
Тел.: +79177057297



Исакова С.А.

« 24 » 04 2023 г.