

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертационную работу Боршевецкого Сергея Алексеевича
«Статика и динамика пластин и оболочек с учетом рационального
расположения дополнительных опор», представленную на соискание
ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 1.1.8. – «Механика деформируемого твердого тела»

1. Актуальность темы исследования.

Исследование статики и, особенно, динамики пластин и оболочек со множеством локальных закреплений является актуальной научной задачей, решение которой осложняется существенным размером получаемой системы уравнений. Разработка алгоритма, позволяющего анализировать жесткостные свойства крупных конструкций, исследовать деформированное состояние пластин и оболочек от произвольных нагрузок представляет сложную и актуальную проблему механики. В диссертационной работе сделан акцент на построение универсальной методики как для пластин, так и для оболочек для разных видов нагружений.

2. Структура и оформление диссертации.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка из 125 наименований и содержит 162 страницы текста, включая 126 рисунков. По структуре и оформлению диссертация и автореферат диссертации соответствуют установленным требованиям.

Во введении раскрыты все основные составляющие диссертации: актуальность, цели и научная новизна исследования, его практическая значимость, методы исследования, обоснованность и достоверность результатов, основные положения, выносимые на защиту, апробация работы и публикации, структура и объем работы.

В первой главе проанализировано современное состояние исследований по теме диссертации, отмечена недостаточная глубина исследования в вопросах динамики пластин и оболочек с дополнительными закреплениями. Далее, выполнена постановка задачи в общем виде для шарнирно опертой прямоугольной

пластины и приведено решение. Критерием расположения локальных закреплений является условие ограничения максимального прогиба. Ядром решения служат функции Грина, разложенные в двойные тригонометрические ряды Фурье для удовлетворения граничных условий. Локальные опоры заменены соответствующими реакциями с помощью метода компенсирующих нагрузок. В нестационарной постановке используются прямые и обратные преобразования Лапласа, а для решения интегральных уравнений Вольтерра 1-го рода выполняется дискретизация по параметру времени. Таким образом, постановка задачи из уравнений движения в дифференциальном виде сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений в коэффициентах разложений. В работе рассмотрены частные случаи нагружения с фундаментальными решениями для двух моделей конструкции: Кирхгофа и Тимошенко. Для нестационарной нагрузки описано сведение задачи о двумерной пластине к одномерной задаче для бесконечной полосы. Далее, выполнены общая постановка и решение задачи для цилиндрической оболочки с локальными опорами. В завершении главы, приведены фундаментальные решения для двух случаев сосредоточенного нагружения для двух моделей конструкции: Кирхгофа-Лява и Тимошенко.

В главе 2 приведены численные решения задач о прямоугольной шарнирно опертой пластине с дополнительными закреплениями для трех видов сосредоточенного нагружения: статического, гармонического и нестационарного. Каждое решение сопровождается графиками найденных функций, деформированного состояния и проверкой выполнения граничных условий. Верификация выполнена в программном комплексе конечно-элементного моделирования. Дополнительно, построены сводные диаграммы решений для распространенных конструкционных материалов. Результаты решений, полученных разными способами, сравниваются и анализируются.

Третья глава посвящена численным примерам с цилиндрической оболочкой, опертой подвижными опорами по торцам и имеющая локальные закрепления по площади конструкции. В качестве нагрузок рассматриваются сосредоточенные статическая и гармоническая. В качестве моделей рассматриваются оболочки Кирхгофа-Лява и Тимошенко. По аналогии со второй главой, выполняется сравнение результатов с конечно-элементной моделью, анализ и проверка

граничных условий, построены дополнительные диаграммы результатов для распространенных конструкционных материалов.

В заключении изложены выводы по диссертационной работе.

3. Теоретические результаты диссертации и их научная новизна.

Разработана математическая модель и алгоритм исследования статике и динамики пластин и оболочек, имеющие большое количество регулярно расположенных локальных закреплений по площади конструкции, от действия произвольной нагрузки на основании требуемого условия жесткости. Построены фундаментальные решения задач для нормальных прогибов прямоугольных пластин; нормальных и тангенциальных перемещений для цилиндрических оболочек. Для случая нестационарного воздействия на пластину предложено решение задачи в одномерной постановке. Выполнен сравнительный анализ результатов для двух моделей конструкций: Кирхгофа и Тимошенко, а также численное сравнение с методом конечных элементов. Данные результаты являются главными достижениями в работе и указаны в диссертации и автореферате в качестве основных положений, выносимых на защиту.

4. Практическая значимость результатов диссертации.

Полученные фундаментальные решения могут использоваться для создания программы по оценке жесткостных свойств разрабатываемых в КБ конструкций. Пользователь задает все параметры на входе. На выходе программа выдает расположение опор, удовлетворяющих условиям жесткости.

Также, приведенный в работе материал имеет потенциал углубления исследований: от расширения области применения, до усложнения постановки задач. Интересен перенос разработанного алгоритма на механику композиционных материалов.

5. Достоверность результатов диссертации.

Достоверность научных положений и выводов в диссертационной работе обеспечивается корректностью принимаемых постановок рассматриваемых задач и используемых при их решении математических методов. Проведена верификация построенных фундаментальных решений путем сравнения результатов, полученных разными способами. Надежность фундаментальных решений

нормального перемещения пластин и оболочек с дополнительными закреплениями обоснована путем сопоставления результатов с результатами решения задачи методом конечных элементов и анализом выполнения граничных условий.

6. Апробация работы.

Диссертационная работа Боршевецкого С.А. в достаточной мере опубликована и апробирована. Основные положения работы опубликованы в двух рецензируемых научных журналах из перечня, рекомендованного ВАК РФ, а также одна в сборнике публикаций Scopus. Работа докладывалась на 23 международных и всероссийских конкурсах и конференциях по профилю механики, математического моделирования, проектирования и прочности.

7. Замечания по содержанию работы.

1. На странице 8 в пункте 5 ближе к концу абзаца записана фраза «как отмечалось в литературном обзоре». Однако, это только введение и обзора еще никакого не было. Следовало написать фразу в будущем времени.

2. В подразделах, посвященных определению размеров единичных сегментах (2.1.2 на странице 71, 2.2.2 на странице 79 и т.п.), несколько неудачна формулировка с «делит пластину на ... частей». Как такового деления, согласно диссертации, не происходит, анализируется сколько раз найденный сегмент «помещается» в пластину по той или иной стороне конструкции.

3. На странице 86 для лучшей наглядности можно было бы добавить визуальное обозначение экстремума или последовательного увеличения, про которые идет речь в тексте работы. Чтобы было лучшим понимание почему мы берем обозначенный интервал времени за новую границу интервала исследования.

4. Имеются редакционные замечания по лишним запятым, неправильному употреблению запятых вместо точек в конце формул, путанице в терминах «сокращения» и «обозначения», «двумерные» и «одномерные» объекты.

Высказанные замечания не ставят под сомнения результаты диссертации, выносимые на защиту.

8. Заключение по диссертации.

Диссертационная работа Боршевецкого Сергея Алексеевича на тему «Статика и динамика пластин и оболочек с учетом рационального расположения

дополнительных опор», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, является завершенной научно-квалификационной работой, обладающей новизной, достоверностью, высокой степенью научной значимости и соответствует специальности 1.1.8. – «Механика деформируемого твердого тела». Полученные в диссертации результаты имеют важное значение для развития механики деформируемого твердого тела в области нестационарных задач пластин и оболочек, оценки жесткостных характеристик конструкций. Автореферат диссертации достаточно полно и верно отражает основное содержание работы.

Диссертационная работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным положением о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 года, а ее автор, Боршевский Сергей Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8. – «Механика деформируемого твердого тела».

Официальный оппонент:

Профессор кафедры «Прикладная механика» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», доцент, доктор технических наук (01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела»)



Сорокин Федор Дмитриевич

Подпись Сорокина Федора Дмитриевича заверяю:

25.09 2025 года

«ВЕРНО»

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА

 КИНЯПИНА А.Н.
ОТДЕЛ ПО ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ
ЕДИНОЙ ПРИЕМНОЙ УКСИА
МГТУ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА

С отзвон
означением
02.10.2025 

