

### **Отзыв** научного руководителя

доктора физико-математических наук Горбачева Владимира Ивановича  
на диссертационную работу Кабановой Любови Александровны  
**«Метод структурных функций в решении квазистатических задач об  
изгибе неоднородных упругих пластин»**, представленную на соискание  
степени кандидата физико-математических наук по специальности  
1.1.8 – «Механика деформируемого твёрдого тела»

Кабанова Любовь Александровна в 2019 году с отличием окончила специалитет механико-математического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова на кафедре механики композитов, и в том же году была принята на работу на эту же кафедру в должности младшего научного сотрудника. В 2021 году была прикреплена к кафедре для сдачи экзаменов кандидатского минимума (дисциплины «Механика деформируемого твердого тела», «Английский язык», «История и философия науки»).

Диссертационная работа Кабановой Любови Александровны на соискание степени кандидата физико-математических наук посвящена построению и исследованию приближенных решений задачи об изгибе неоднородной линейно-упругой пластины при помощи метода структурных функций. В качестве основной расчетной задачи выбрана задача об изгибе свободно опертой на всех боковых гранях пластины, слои которой ортотропны в осях координат, параллельных сторонам пластины. Такая задача неоднократно исследовалась, что делает её удобным примером для построения приближенных решений по методу структурных функций и анализа построенных приближений. В «Обзоре литературы» диссертационной работы приведены критерии качества приближенных решений, сформулированные для моделей слоистых пластин, и проверяемые в диссертации для построенных приближенных решений.

В Главе 1 работы излагаются классические приближенные модели, используемые для приближенного описания напряженно-деформированного состояния в пластине, обобщенные для случая произвольной анизотропии, оценено их соответствие и несоответствие приведенным критериям качества,

приведен пример решения расчётной задачи, основанного на моделях Кирхгофа-Лява и типа Тимошенко.

В Главе 2 диссертации рассматривается метод структурных функций. В разделе 2.1. приведены его предпосылки и основные известные соотношения. В разделе 2.2. рассмотрен вопрос практического применения метода к решению трехмерных смешанных краевых задач теории упругости, выделены параметры метода в данном случае – порядок метода, порядок точности решения сопутствующей задачи, упругие свойства сопутствующего тела. Показано, как для общей полиномиальной формы решения сопутствующей задачи связаны повышение порядка метода и повышение порядка точности решения сопутствующей задачи.

В разделе 2.3. методом структурных функций построены приближенные решения задачи о нагружении прямоугольной пластины, свободно опертой по контуру, составленной из линейно-упругих, ортотропных в связанных с пластиной осях координат слоев. Получены ограничения на выбор упругих свойств сопутствующего тела – в рассматриваемой автором расчетной задаче такие ограничения следуют из требований выполнения граничных условий задачи на верхней и нижней лицевой плоскости. Получены аналитические выражения для структурных функций первого и второго порядка, получены выражения для компонент напряженно-деформированного состояния пластины. Показано, что уже первый порядок метода структурных функций позволяет описывать поле перемещений в пластине в виде ломаных от поперечной координаты, если решение сопутствующей задачи выбрано в рамках модели Тимошенко или более точное. Уже первый порядок метода структурных функций позволяет приближенно вычислить и поперечные напряжения в пластине – в работе такой результат получен на основе приближенного решения сопутствующей задачи в трехмерной постановке.

В Главе 3 для расчетных задач приводятся результаты численных сопоставлений приближенных решений, построенных методом структурных



функций, с известными решениями. В качестве последних выбраны конечноэлементные решения, аналитическое решение той же задачи в трехмерной постановке, решение той же задачи в модели типа Тимошенко. Сравнения проводятся для пластин, составленных из сильно ортотропных слоев. В разделе 3.1. для асимметричной и симметричной пластины сопоставлены ожидаемо наиболее точные приближения, построенные методом структурных функций, конечноэлементное и аналитическое решение задачи. Показано, что результат применения метода структурных функций с предложенными в работе упругими свойствами сопутствующего тела удовлетворительно согласуется с известными решениями, а повышение порядка метода позволяет это согласование улучшить. В разделе 3.2. сопоставлены между собой все построенные в работе приближения по методу структурных функций: продемонстрировано, что повышение точности решения сопутствующей задачи играет важную роль и позволяет качественно и количественно улучшить приближение. В разделах 3.3. и 3.4. показано, что приближенные решения, построенные методом структурных функций, приближаются к точному по мере уменьшения толщины пластины или её неоднородности.

Основные положения представленной работы опубликованы в 4 статьях в журналах, индексируемых базами данных Scopus и RSCI. Во время выполнения работы автор проявил высокий уровень самостоятельности, научной любознательности и критического отношения к полученным результатам.

Диссертационная работа Кабановой Любови Александровны «Метод структурных функций в решении квазистатических задач об изгибе неоднородных упругих пластин» выполнена на высоком научном уровне и имеет характер законченного научного исследования. Она соответствует специальности 1.1.8 – «Механика деформируемого твердого тела». Работа

удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М. В. Ломоносова.

Диссертация «Метод структурных функций в решении квазистатических задач об изгибе неоднородных упругих пластин» может быть рекомендована к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 – «Механика деформируемого твердого тела».

Научный руководитель:  
доктор физико-математических наук,  
заведующий кафедрой  
механики композитов  
механико-математического  
факультета  
МГУ имени М. В. Ломоносова

Горбачев Владимир Владимирович

119991, Россия, г. Москва,  
Ленинские горы, д. 1, стр. 1,  
Механико-математический  
факультет МГУ

«08» апреля 2025 г.

Тел.: +7 (495) 939-43-43  
Email: vladimir.gorbachev@math.msu.ru.

