

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе  
Белорусского государственного университета



А.В.Блохин

» октября 2023 г.

## ОТЗЫВ

оппонирующей организации

Белорусского государственного университета  
на диссертацию **Марковой Марины Владимировны**  
«Колебания трёхслойной круговой пластины переменной толщины»,  
представленную на соискание учёной степени  
кандидата физико-математических наук  
по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела

Обсудив публично на объединённом научном семинаре кафедр теоретической и прикладной механики и био- и наномеханики Белорусского государственного университета доклад соискателя Марковой М.В. и отзыв эксперта, установлено, что диссертационная работа посвящена важной в теоретическом и практическом приложении проблеме, связанной с определением параметров колебаний и напряжённо-деформированного состояния (НДС) неоднородных слоистых элементов конструкций. По результатам обсуждения на объединённом научном семинаре кафедр теоретической и прикладной механики и био- и наномеханики Белорусского государственного университета пришли к следующему заключению.

**Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки со ссылкой на область исследования паспорта соответствующей специальности, утверждённого ВАК.**

По совокупности поставленной цели и решаемых задач содержание диссертационной работы соответствует профилю специальности 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела и отрасли физико-математических наук. Область исследования работы согласуется со следующими пунктами паспорта специальности, утверждённого ВАК:

- п. III. 2 – Теория упругости, неклассические теории;
- п. III. 7 – Деформирование, устойчивость и колебания стержней, пластин и тонких оболочек, оптимальное проектирование тонкостенных конструкций. Теории слоистых и композитных оболочек, в том числе оболочек, изготовленных из функционально-градиентных материалов;

п. III. 10 – Методы решения краевых и начально-краевых задач при исследовании напряженно-деформированного состояния, устойчивости и колебаний деформируемых твёрдых тел и систем.

**Научный вклад соискателя в решение научной задачи с оценкой его значимости.**

Анализ представленных в диссертации исследований даёт основание считать, что теоретические выкладки, а также полученные практические результаты, выраженные в численно-параметрическом анализе, принадлежат лично автору. Проведённое автором исследование имеет научную новизну и практическую значимость.

Научный вклад соискателя в решение задачи о колебаниях круговой трёхслойной пластины переменной толщины включает новые механико-математические модели поперечных колебаний круговых трёхслойных элементов, имеющих переменную толщину наружных несущих слоёв; аналитические решения ряда новых сформулированных начально-краевых задач о собственных и вынужденных колебаниях круговых трёхслойных пластин ступенчато-переменного профиля и результаты численной апробации полученных решений. Все это позволяет с большой степенью достоверности моделировать напряженно-деформированное состояние при колебаниях слоистых элементов конструкций и вносит значимый вклад в развитие теории расчёта слоистых композитов.

**Конкретные научные результаты (с указанием их новизны и практической значимости), за которые соискателю может быть присуждена искомая учёная степень.**

Научные результаты диссертации, за которые соискателю может быть присуждена искомая учёная степень, включают:

*новую* механико-математическую модель осесимметричных поперечных колебаний круговой трёхслойной пластины с произвольным изменением толщины внешних несущих слоёв, *отличающуюся* наличием координатных функций коэффициентов, зависящих от плотности материалов и упругих характеристик слоёв, а также учётом инерции продольных колебаний и инерции вращения нормали с учётом сдвига в заполнителе, что *позволяет* формулировать и исследовать новый класс начально-краевых задач механики тонкостенных элементов конструкций;

*новую* механико-математическую модель осесимметричных колебаний круговой трёхслойной пластины со ступенчатым изменением толщины внешних слоёв, *отличающуюся* наличием дополнительных инерционных слагаемых, ранее не учитываемых в работах других авторов, что *позволяет* более точно моделировать исследуемый процесс;

аналитические решения ряда *новых* начально-краевых задач о собственных и вынужденных колебаниях круговой трёхслойной пластины со ступенчатым

изменением толщины внешних слоёв, *позволяющие* определять значения собственных частот и параметров НДС исследуемых элементов при различных способах закрепления, материалах, геометрических размерах и видах внешнего воздействия;

численно-параметрический анализ полученного решения, *отображающий* зависимость значений собственных частот трёхслойной ступенчатой пластины от особенностей её геометрии и изменение величины параметров НДС при учёте динамического характера внешней нагрузки (в сравнении с квазистатическим воздействием) и *позволяющий* судить о наиболее рациональной форме профиля ступенчатого трёхслойного элемента.

#### **Замечания по диссертации.**

Несмотря на несомненные достоинства диссертационной работы, по её содержанию считаем необходимым сделать следующие замечания:

1. Исследуемые трёхслойные элементы имеют переменную толщину только внешних несущих слоёв, элементы с переменной толщиной срединного заполнителя в работе не рассмотрены;

2. Представлено решение начально-краевой задачи лишь для пластины со ступенчатым изменением толщины внешних слоёв, другие виды очертания пластины в работе не рассмотрены;

3. В работе отсутствует сравнение полученных численных результатов с экспериментальными исследованиями и данными моделирования в специализированных пакетах компьютерной механики, способных подтвердить точность и правомерность предложенной модели;

4. В тексте диссертационной работы имеется ряд стилистических ошибок (например, стр. 14 «по средствам – посредством», стр. 28 «схожая задача – подобная задача» и т.д.) и некорректного, на мой взгляд, использования терминов (например, «деформативность пластины», «загружение пластины», «пластина с уширением»).

Необходимо подчеркнуть, что отмеченные замечания не уменьшают общего положительного впечатления о научной значимости диссертационной работы в целом и не затрагивают положения, выносимые на защиту.

**Соответствие научной квалификации соискателя учёной степени, на которую он претендует.**

Научная квалификация Марковой М.В. соответствует учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела.

**Рекомендации по практическому применению полученных результатов.**

Результаты, представленные в диссертационной работе, могут использоваться научно-исследовательскими учреждениями, проектными и

конструкторскими организациями, а также учреждениями высшего образования при чтении специальных курсов по направлению методы математического моделирования в механике, специальные разделы теории упругости.

### **Заключение.**

Диссертационная работа Марковой Марины Владимировны «Колебания трёхслойной круговой пластины переменной толщины» является завершённым научным исследованием и соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Работа содержит *новые научно обоснованные результаты* по актуальному направлению научных исследований в области механики деформируемого твёрдого тела, *включающие:*

– новые механико-математические модели осесимметричных поперечных колебаний круговой трёхслойной пластины с произвольным изменением толщины внешних несущих слоёв, отличающиеся наличием координатных функций коэффициентов, зависящих от плотности материалов и упругих характеристик слоёв, учётом инерции продольных колебаний и инерции вращения нормали с учётом сдвига в заполнителе, а также наличием дополнительных инерционных слагаемых, ранее не учитываемых в работах других авторов, что позволяет более точно моделировать исследуемые процессы;

– аналитические решения ряда новых начально-краевых задач о собственных и вынужденных колебаниях круговой трёхслойной пластины со ступенчатым изменением толщины внешних слоёв, позволяющие определять значения собственных частот и параметров НДС исследуемых элементов при различных способах закрепления, материалах, геометрических размерах и видах внешнего воздействия;

– численные расчеты на основе построенных моделей, результатом которых является установление зависимости значений собственных частот трёхслойной ступенчатой пластины от особенностей её геометрии и изменение величины параметров НДС при учёте динамического характера внешней нагрузки и позволяющие выдать рекомендации о наиболее рациональной форме профиля ступенчатого трёхслойного элемента.

Автор диссертации, Маркова Марина Владимировна, *заслуживает* присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела в соответствии с Положением о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий, утвержденном Указом Президента Республики Беларусь от 17.11.2004 № 560 (в редакции Указа Президента Республики Беларусь от 02.06.2022 № 190).

Экспертом от оппонировающей организации назначен доктор физико-математических наук, профессор М.А.Журавков (приказ ректора БГУ от 11.10.2023 № 561-ОД). Доклад соискателя и отзыв на диссертационную работу заслушаны и обсуждены на заседании научного семинара кафедр теоретической и прикладной механики и био- и наномеханики (протокол № 2 от 25.10.2023).

На заседании семинара присутствовали 9 человек, имеющих учёную степень, в том числе 4 доктора наук и 5 кандидатов наук: доктор физико-математических наук, профессор Журавков М.А.; доктор физико-математических наук, профессор Чигарев А.В.; доктор технических наук, доцент Богданович А.В.; доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор Медведев Д.Г.; кандидат физико-математических наук, доцент Конон П.Н.; кандидат физико-математических наук, доцент Докукова Н.А.; кандидат физико-математических наук, доцент Протопопов Б.Е.; кандидат физико-математических наук, доцент Ботогова М.Г.; кандидат физико-математических наук Чорный А.Д.; старший преподаватель Макаева Т.А.; старший преподаватель Нагорный Ю.Е.; старший преподаватель Шевченко Д.Е.; ассистент Авдейчик Е.В.; ассистент Климович Н.М., заведующий НИЛ Николайчик М.А.

В голосовании при одобрении отзыва на диссертационную работу Марковой М.В. приняли участие 9 членов научного семинара, имевших право голосовать.

Результаты голосования: «за» – 9, «против» – нет, «воздержались» – нет.

Председатель семинара:

кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры теоретической и  
прикладной механики



П.Н.Конон

Эксперт:

доктор физико-математических наук,  
профессор, заведующий кафедры  
теоретической и прикладной механики



М.А.Журавков

Секретарь научного семинара:

кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры теоретической и  
прикладной механики



Н.А.Докукова

Отзыв поступил в совет 2.11.2023  
Корень А.Г. Шибик

С отзывом ознакомлена  
02.11.2023 Шибик  
М.В. Маркова