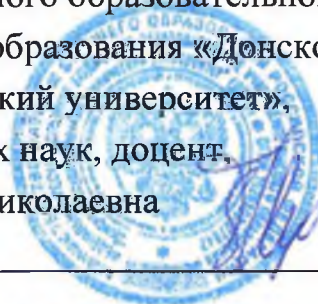


УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научно-исследовательской работе и инновационной деятельности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет»,
доктор экономических наук, доцент,
Ефременко Инесса Николаевна



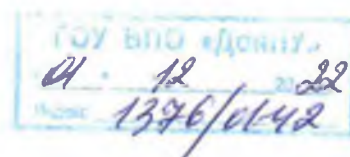
«08» ноября 2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации по диссертации Нескорודה Романа Николаевича на тему «Методы исследования неклассических моделей упругого и вязкоупругого деформирования многосвязных тонкостенных конструкций и геомассивов», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

Актуальность для науки и практики

Разработка эффективных численно-аналитических методов анализа моделей деформационных процессов, в которых предусмотрен дальнейший последовательный учет сочетаний ряда усложняющих факторов физико-механических и геометрических свойств объектов исследования, диктуется как логикой внутринаучного фундаментального развития механики деформируемого твердого тела, так и запросами практики конструирования и мониторинга текущего состояния прочностных характеристик конструкционных элементов и сооружений самого широкого спектра назначения. К числу таких связанных факторов, подлежащих учету в приобретающих в контексте интенсивного научно-технического развития все более важную роль неклассических моделях механики деформирования, относятся существенная физико-механическая анизотропия; выраженные реологические свойства, вязкоупругость и текучесть материалов; сложная криволинейная геометрия очертаний границ объектов, многосвязность граничных контуров и поверхностей рассматриваемых упругих тел и элементов конструкций; снятие гипотез относительно структуры полей деформаций с игнорированием отдельных реальных аспектов их формирования.



В частности, многообразие физических процессов деформирования природных и искусственных материалов – полимеров и композитов на их основе, бетонов, горных пород и грунтов, эксплуатируемых при высоких температурах пластмасс, металлов и сплавов, приводит к необходимости дальнейшего поиска эффективных математических методов конструирования и расчетной реализации определяющих уравнений деформирования вязкоупругих тел, учет параметра времени в которых осуществляется путем введения специальных интегральных операторов. При этом, в доминирующих по степени применения моделях деформативных характеристик массивов горных пород, одно из их ведущих физико-механических свойств в виде вязкоупругой анизотропии, до сих пор учитывается в крайне незначительной степени и практически не используется в прикладном анализе вязкоупругого напряженного состояния геомассивов. Также аналитические методы расчета полей напряжений в геомассивах с туннельными выработками ограничены рассмотрением выработок эллиптического (кругового) поперечного сечения. Отсутствие эффективного компьютеризированного метода анализа модели вязкоупругого состояния горного массива с обусловленной слоистостью структуры осадочных геоматериалов анизотропией, а также количественных методов параметрической оценки полей напряжений в окрестности горизонтальных выработок усложненного поперечного сечения, затрудняет процесс изучения напряженно-деформированного состояния реальных разрабатываемых массивов горных пород. В связи с этим, актуальной является проблема разработки универсального алгоритма учета усложненных физико-механических и геометрических свойств данных объектов, обладающего простотой реализации, широтой применения, доступностью использования и позволяющего, в частности, моделировать геометрию очертаний области любой сложности.

Для изучения вязкоупругого напряженного состояния анизотропных тонких плит с отверстиями при их изгибе, как правило, используется классическая модель Кирхгофа-Лява. Однако, эта модель не позволяет учитывать деформации поперечного сдвига, что также приводит к необходимости построения альтернативных неклассических моделей с менее жесткими ограничениями на структуру полей деформаций.

В связи с этим, представленная в диссертационной работе Р.Н. Нескородева разработка новых специализированных численно-аналитических методов изучения вязкоупругого напряженно-деформированного состояния анизотропных элементов конструкций с отверстиями и геомеханического состояния анизотропных массивов с системами выработок усложненного сечения, а также методов их алгоритмической компьютерной реализации для качественной и количественной оценки влияния вязкоупругих свойств в конструкциях и массивах, является современной актуальной

проблемой механики деформируемого твердого тела, имеющей важное научное и прикладное значение.

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

К числу основных новых научных результатов, полученных автором, могут быть отнесены следующие:

1. Разработаны новые методы решения линейных задач вязкоупругого деформирования, в рамках которых не требуются построения аналитических представлений ядер релаксации и ползучести, уравнения состояния которых для рассматриваемых моделей имеют форму определяющих соотношений обобщенного закона Гука с имеющими явную зависимость от времени коэффициентами, а взаимное определение функции релаксации и ползучести осуществляется на основе численного алгоритма по известным экспериментальным данным о значениях взаимоопределяемых функций без использования их аналитической аппроксимации с применением предлагаемой методики восполнения таблиц экспериментальных реологических параметров и на базе учета гипотезы об упругой сжимаемости материала, позволяют эффективно исследовать открытый ранее для численно-аналитического изучения широкий круг важнейших в фундаментальном аспекте и для приложений в проектно-технологическом моделировании неклассических задач расчета прочности и надежности конструкций и сооружений.

2. Применительно к исследованию эффектов ползучести и релаксации в задачах деформирования анизотропных массивов горных пород предложен метод преобразования интегральных уравнений состояния к уравнениям закона Гука с параметрическими зависимостями деформативных характеристик материалов от времени.

3. Предложен новый теоретический аналитико-числовой алгоритм редукции системы пространственных соотношений теории упругости, описывающих изгибное деформирование изотропных и трансверсально-изотропных пластин, применительно к пластинам малой толщины с получением комплекса разрешающих соотношений новой уточненной теории изгиба ослабленных отверстиями пластин указанного типа в виде системы двумерных дифференциальных уравнений в частных производных шестого порядка, а также описан соответствующий способ удовлетворения краевым условиям на границах отверстий.

4. Применительно к исследованию процессов двумерного деформирования тел с локализованными неоднородностями гладких очертаний предложен новый теоретический аналитико-числовой алгоритм построения замкнутых граничных кривых сложных конфигураций как совокупностей участков в виде эллиптических или круговых дуг контуров пересечений либо объединений вспомогательных выпуклых областей.

5. Предложен новый теоретический аналитико-числовой алгоритм редукции системы пространственных соотношений теории упругости, описывающих изгибное деформирование изотропных и трансверсально-изотропных пластин, применительно к пластинам малой толщины с получением комплекса разрешающих соотношений новой уточненной теории изгиба ослабленных отверстиями пластин указанного типа в виде системы двумерных дифференциальных уравнений в частных производных шестого порядка, а также описан соответствующий способ удовлетворения краевым условиям на границах отверстий.

6. Впервые осуществлены разработка и применение аналитико-числового метода определения в уточненной постановке вязкоупругого напряженного состояния изгибаемых изотропных, трансверсально-изотропных и ортотропных пластин с эллиптическим отверстием.

Значимость теоретических результатов и выводов диссертационного исследования заключается в разработке новых эффективных специализированных численно-аналитических методов исследования параметрических временных характеристик вязкоупругого напряженного состояния анизотропных сред с туннельными полостями и отверстиями усложненных очертаний, базирующихся на концепции обращения операторов определяющих уравнений анизотропной наследственной среды, в получении нового варианта соотношений уточненной теории изгиба тонких трансверсально-изотропных и ортотропных упругих и вязкоупругих пластин, в разработке метода аппроксимации сложных криволинейных двумерных контуров неоднородностей в деформируемых телах, а также в разработке методов решения краевых задач теории изгиба анизотропных пластин в рамках рассматриваемой неклассической модели.

Практическое значение работы заключается в непосредственной применимости разработанных методов и алгоритмов их компьютерной численной реализации в прочностных расчетах анизотропных элементов конструкций и сооружений из армированных композиционных материалов, расчетах характеристик деформирования массивов из податливых горных пород с туннельными выработками усложненной формы сечения; при получении проектных оценок мгновенной и длительной прочности плит и пластин из вязкоупругих полимерных, композиционных и армированных материалов с технологическими отверстиями, вырезами и вставками, применяемых в конструкциях строительных сооружений, машин и приборов и подверженных воздействиям изгибающих усилий.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты и выводы работы могут быть использованы при реализации теоретических и прикладных исследованиях в ряде научных организаций Российской Фе-

дерации, в частности, в Донском государственном техническом университете, в Южном федеральном университете, а также в государственных учреждениях образования и науки Донецкой Народной Республики, в том числе в ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», и в Республиканском научно-исследовательском и проектно-конструкторском институте горной геологии, геофизики, и маркшейдерского дела МОН ДНР.

Содержание автореферата в полной мере соответствует основным положениям диссертации.

Замечания по содержанию диссертации и автореферата.

1. При рассмотрении напряженно-деформированного состояния нетронутого горного массива не совсем понятно как определяется коэффициент бокового распора.
2. В диссертационной работе в достаточной степени показано сопоставление численных данных реализованных исследований с известными результатами для пластин и геомассивов, но в относительно малой мере представлены результаты для вариантов моделей с новыми, ранее не рассмотренными характеристиками.
3. В автореферате, при описании метода, представленного в пятом разделе работы, было бы целесообразным более подробное описание способа построения гладких контуров произвольной конфигурации с заданной кривизной в любой точке, в том числе для неоднородностей с невыпуклым контуром.
4. При рассмотрении задач изгиба тонких анизотропных плит рассмотрен только случай цилиндрического изгиба. Были бы актуально и рассмотрение других случаев изгиба.
5. Для решения задач изгиба ортотропных плит в работе предложены два варианта алгоритма разделения общего уравнения – для тонких и для толстых плит. В дальнейшем же автор ограничился рассмотрением только случая тонких плит, не уделив внимание не менее важному варианту задач изгиба плит относительно большой толщины.
6. В работе численно исследован только один вариант задачи для объекта с многосвязным граничным контуром.

Вместе с тем, приведенные замечания не влияют на общую положительную оценку выполненной диссертационной работы.

Заключение

Диссертация Нескородева Романа Николаевича представляет собой завершенную научно-квалификационную работу на актуальную тему, связанную с решением задач ползучести материалов конструкций и сооружений в рамках концепции создания аналитико-числового метода исследования вязкоупругого напряженно-

деформированного состояния анизотропных деформируемых сред, не требующего построения аналитических представлений ядер ползучести и релаксации в специальной форме, а также с разработкой методов исследования неклассических моделей изгибного деформирования тонких анизотропных плит и описания геометрически сложных криволинейных двумерных граничных контуров деформируемых тел и конструкционных элементов. Работа отвечает всем установленным критериям по уровням новизны и достоверности полученных результатов, выводов и рекомендаций.

Общее содержание работы, основные научные результаты и выводы в полной мере соответствуют тематическим позициям паспорта научной специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Новые научные результаты, полученные диссертантом в работе, имеют существенное значение для фундаментальной и прикладной науки, а также для инженерной практики. Выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованы. Работа отвечает требованиям п. 2.1. Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемых к докторским диссертациям, а ее автор Р.Н. Нескородев заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Отзыв обсужден и одобрен на расширенном заседании кафедры теоретической и прикладной механики Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования “Донской государственный технический университет” «03» ноября 2022 г., протокол № 4.

доктор физ.-мат. наук, доцент,
заведующий кафедрой теоретической
и прикладной механики ФГБУВО
“Донской государственный технический
университет”, 344003, г. Ростов-на-Дону,
пл. Гагарина, 1, т. 8(863) 232-79-53,
e-mail: reception@donstu.ru

А.Н. Соловьев

Я, Соловьев Аркадий Николаевич, согласен на автоматизированную обработку моих персональных данных _____

(подпись)

Подпись А.Н. Соловьева удостоверяю:

Ученый секретарь

Ученого совета ДГТУ



В.Н. Анисимов