

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по организации
научной и

проектно-инновационной деятельности
Южного федерального университета

д.э.н., доц.

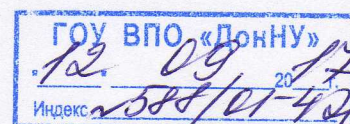
И.К.Шевченко

« 5 » сентября 2017г.

ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» о диссертационной работе Занько Алены Игоревны на тему: «Решение задач теории изгиба тонких многосвязных анизотропных плит новыми численно-аналитическими методами», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Во многих отраслях современной промышленности, машиностроения, авиастроения в качестве элементов конструкций широко используются тонкие пластинки из композиционных материалов, содержащие отверстия и находящиеся в условиях поперечного изгиба. Под действием различного типа нагрузок вблизи этих отверстий может возникать концентрация напряжений, которую необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации таких конструкций. Более того, в силу свойств композитов, имеющих выраженную реологию, нужно учитывать, какие изменения напряженного состояния, в том числе и около отверстий, могут происходить с течением времени. Следовательно, нужно иметь надежные методы определения напряженно-деформированного состояния многосвязных анизотропных пластин, обладающих вязкоупругими свойствами. Отметим, что настоящему времени решение таких задач чаще всего осуществляется при помощи конечно-элементных технологий, а существующие аналитические и численно-аналитические методы не позволяют получать результаты достаточно высокой степени точности. Поэтому тема диссертационной работы Занько А. И., посвященной распространению на случай теории изгиба тонких плит хорошо зарекомендовавших себя при решении плоской задачи теории упругости численно-аналитических методов, актуальна и представляет значительный научный интерес для исследователей и инженеров при решении задач прогнозирования деформирования и прочности конструктивных пластинчатых элементов из композиционных материалов.



Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованной литературы и двух приложений с таблицами и рисунками.

В начале диссертационной работы Занько А. И. приведено описание этапов становления и развития теории изгиба тонких плит, методов решения различных задач, указаны достоинства и недостатки существующих аналитических методов решения задач для упругих плит, указано на недостаточность исследования вопросов деформирования плит при наличии реологических свойств в рамках модели линейной вязкоупругости, обоснована актуальность темы диссертационного исследования.

Во втором разделе работы даны основные соотношения теории изгиба тонких многосвязных плит, использующей комплексные потенциалы, структурно зависящих от корней характеристического уравнения 4 степени. Получены решения ряда частных задач, например, представлено решение задачи об изгибе эллиптической плиты распределенными по контуру моментами.

В третьем разделе работы на основе введенных потенциалов представлено сведение исследуемых задач о деформировании анизотропных пластин к решению линейных алгебраических систем, дано решение задачи для многосвязной анизотропной пластины с отверстиями произвольной конфигурации и расположения, описаны результаты численных исследований для ряда задач с установлением закономерностей влияния на НДС геометрических характеристик отверстий, их количества и взаимного расположения, физико-механических параметров материалов плит, вида внешнего воздействия. Выявлено наличие концентрации напряжений вблизи отверстий, количественно оценено влияние этого фактора. В качестве отверстий исследовано НДС для круговых, квадратных и треугольных отверстий. Особый интерес представляет исследование концентрации напряжений в окрестности углов у квадратного отверстия, критическое сравнение с известными результатами.

В четвертом разделе диссертации разработана методика решения задач линейной вязкоупругости, которая моделируется с помощью операторов Работнова, для многосвязных анизотропных пластин, дано решение задачи для многосвязных вязкоупругих пластин, проведены численные исследования с анализом влияния временного фактора на значения исследуемых характеристик в зонах концентрации напряжений.

В заключении сформулированы основные обобщенные научные результаты проведенных в работе теоретических и численно-аналитических исследований.

Основные научные результаты, полученные автором, состоят в следующем:

- установлен общий вид комплексных потенциалов в теории изгиба многосвязных анизотропных плит;
- распространен на задачи изгиба пластин метод определения комплексных потенциалов для плоской задачи теории упругости, заключающийся в построении общего вида комплексных потенциалов, разложении искомых потенциалов в ряды Лорана и по полиномам Фабера, удовлетворении граничным условиям в рамках обобщенного метода наименьших квадратов;
- разработаны методики сведения методом малого параметра задач линейной вязкоупругости для многосвязных анизотропных пластин к решению последовательности задач классической теории изгиба пластин;
- решение ряда новых задач изгиба для многосвязных пластин с отверстиями различной конфигурации, в частности, для пластин с криволинейными контурами и сближенными отверстиями;
- проведение численных исследований с установлением новых закономерностей влияния на значения основных характеристик НДС пластин их геометрических характеристик, физико-механических свойств материалов, времени действия нагрузок.

Разработаны общие подходы к решению исследуемого класса задач, созданы программные средства для их численной реализации, проведен численный анализ решения конкретных задач, связанных с проектированием и определением рабочих параметров элементов конструкций в виде пластин с отверстиями, получены результаты, позволяющие оценивать влияние физико-механических свойств материалов, способа внешнего воздействия, количества, взаимного расположения и сочетания отверстий и времени действия нагрузок на НДС элементов конструкций.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

Обоснованность и достоверность научных положений диссертации, а также основных результатов и выводов, обеспечивается корректностью постановок краевых задач, использованием для решения этих задач строгих математических методов, непротиворечивостью получаемых результатов решения конкретных задач ожидаемым физическим картинам для реальных процессов, согласованием получаемых результатов для частных задач с известными данными других авторов, а также с данными приведенных в диссертации точных решений этих задач.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Результаты диссертационного исследования могут быть рекомендованы для использования в научных исследованиях организаций, занимающихся расчетами на прочность конструкций с тонкостенными компонентами.

Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации. Результаты диссертационного исследования достаточно полно представлены в журнальных публикациях.

Общие замечания по диссертации.

В качестве замечаний по диссертационной работе необходимо отметить следующие:

1. На с.84 диссертации при обсуждении результатов расчетов автор пишет о том, что относительная погрешность удовлетворения граничных условий достигала сотых долей процента; неясно, каким образом эта точность определялась для свободного контура.

2. В работе представлен способ исследования задачи линейной вязкоупругости для пластин с отверстиями. Реализация принципа Вольтерра в работе основана на выделении некоторого малого параметра, построении регулярных разложений решения по этому параметру. Имеется замечание по поводу трактовки и реализации этого подхода. Во-первых, неаккуратно высказывание «выражения упругих постоянных через упругие операторы (4.14)», поскольку в рамках принципа соответствия речь идет о замене упругих постоянных анизотропного материала на вязкоупругие операторы. К сожалению, в диссертации отсутствуют способы построения алгебры таких операторов, позволяющих реализовать предлагаемый подход.

На с.122 диссертации этот подход демонстрируется для пластины с отверстием. К сожалению, автор весьма вольно трактует принцип Вольтерра, просто заменяя всюду упругие константы на функции времени. Вместе с тем, поскольку коэффициент Пуассона входит в знаменатель формулы (4.33), то необходимо строить соответствующий обратный оператор, а затем суперпозицию возникающих операторов.

3. Неясно, как по данным таблиц 4.1-4.2 можно определить все реологические параметры, необходимые для расчетов, данные о E_1^0, E_2^0, ν_{12}^0 отсутствуют; судя по тексту диссертации, расчеты моментов проводились просто для мгновенных и длительных модулей, что не дает возможности оценить изменение изучаемых характеристик во времени и точность построенных решений.

4. В работе отсутствует сравнение найденных значений величин, особенно коэффициентов концентрации с получаемыми другими методами, например, методом конечных элементов.

Однако указанные замечания не снижают в целом высокого уровня диссертационной работы, имеют характер пожеланий автору в дальнейшей его научной работе. Диссертация Занько А. И. «Решение задач теории изгиба

тонких многосвязных анизотропных плит новыми численно-аналитическими методами» представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему. Научные результаты, полученные диссертантом, имеют важное значение для исследователей и инженерных работников, изучающих вопросы оценки напряжённого состояния тонкостенных элементов конструкций из композиционных материалов с отверстиями под действием различных нагрузок. Работа отвечает требованиям п. 2.1 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Занько Алена Игоревна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Отзыв составлен Ватульяном Александром Ованесовичем, доктором физико-математических наук (специальность - 01.02.04), профессором, заведующим кафедрой теории упругости Института математики, механики и компьютерных наук Южного федерального университета (344090, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Мильчакова 8а, тел.8-918-58-96-075, e-mail vatulyan@math.rsu.ru).

Отзыв обсуждён и утверждён на заседании кафедры теории упругости Института математики, механики и компьютерных наук ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», протокол № 1 от 4 сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой
теории упругости
Института математики,
механики и компьютерных наук
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»
д.ф.-м.н., профессор

Ватульян Александр Ованесович

