

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Савченко Андрея Андреевича «Моделирование реологических процессов
и прогнозирование прочностных характеристик пластин из полимерных
и композитных материалов», представленной на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук по специальности
02.00.06 – Высокомолекулярные соединения

Актуальность и научная новизна диссертации. Развитие науки и техники внесло в строительство элементы и конструкции из полимеров и композитов на их основе. Изделия из указанных материалов отличаются высокой прочностью при малом собственном весе, однако полимеры обладают таким явно выраженным свойством, как развитие во времени деформаций при постоянных нагрузках (явление ползучести). Данное явление проявляется в обычных эксплуатационных условиях при различных длительных воздействиях и может существенно сказываться на напряженно-деформированном состоянии элементов. Поэтому совершенствование реологического расчета, особенно нелинейного, является одной из важных задач механики полимеров.

Диссертация А.А. Савченко посвящена определению напряженно-деформированного состояния и прогнозированию прочностных и деформативных характеристик полимерных и композитных пластин при ползучести. Тема диссертации, ориентированная на развитие методов расчета указанных выше элементов, является, несомненно, актуальной и практически значимой, так как тонкостенные пространственные конструкции из полимеров и композитов находят широкое применение в таких отраслях, как строительство, авиа- и машиностроение, кораблестроение и т.д.

Также широко распространены трехслойные пластины и оболочки, в которых в качестве заполнителя выступают полимеры. Такие конструкции при той же изгибной жесткости гораздо легче однослойных, а также обладают хорошими теплотехническими показателями. В инженерной практике ограничиваются расчётами только в упругой стадии, однако для пенопластов, применяемых в трехслойных конструкциях в качестве среднего слоя, характерна существенная вязкоупругость.

В работе А.А. Савченко получены разрешающие уравнения и методики, позволяющие определить, насколько существенно вязкость заполнителя влияет на напряженно-деформированное состояние трехслойной конструкции и ее деформативность. Выполнено сравнение результатов, получаемых с использованием линейного уравнения Максвелла-Томпсона и нелинейного уравнения Максвелла-Гуревича.

Многие авторы ограничиваются строго определенным законом связи деформаций ползучести и напряжений. Важным достоинством работы А.А. Савченко является универсальность разрешающих уравнений. Они позволяют использовать любую теорию ползучести, как линейную, так и нелинейную.

Решение задач для полимеров и композитов с учетом вязкоупругости связано с определенными математическими трудностями и в большинстве случаев может быть выполнено только численно. Автор для данной задачи применяет метод конечных разностей и метод конечных элементов. Также предложен оригинальный подход к расчету, сочетающий в себе метод Эйлера и решение в двойных тригонометрических рядах. При этом практически все задачи, рассмотренные в диссертационной работе, решаются одновременно двумя методами с последующим сравнением результатов.

Одной из важных задач механики полимеров является задача о концентрации напряжений. Автором впервые рассмотрена задача растяжения полосы из полиметилметакрилата с отверстием с учетом реологии материала. Также проведено сравнение реологического поведения полимерных пластин, для которых характерна изотропия свойств, с композитными анизотропными пластинами.

Достоверность выводов и результатов исследования. Достоверность подтверждается строгой математической постановкой задачи, проверкой выполнения всех дифференциальных и интегральных соотношений, применением нескольких методов к решению одной задачи с последующим сопоставлением результатов, сравнением с опубликованными ранее результатами теоретических и экспериментальных исследований других авторов в данной области.

Практическая значимость результатов работы. Практическую ценность представляет предложенная автором методика для определения напряженно-деформированного состояния трехслойных и однослойных пластин из полимерных и композитных материалов с учетом ползучести. Кроме того, автором разработана методика определения реологических параметров полимеров по кривым ползучести и показано, что для жесткого пенополиуретана лучшее совпадение с экспериментальными данными обеспечивает нелинейное уравнение Максвелла-Гуревича.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 145 машинописных страницах (с 2 приложениями) и состоит из введения, 4 глав, выводов и списка литературы из 69 наименований. Работа снабжена большим количеством графиков (65 рисунков) и изложена грамотным научным

языком, характерным для специалиста высокой квалификации. Содержание глав диссертации детально раскрывает и обосновывает решение каждой из поставленных автором задач и защищаемых положений.

Содержание диссертации. Диссертация состоит из четырех глав. В первой главе приводится обзор работ, посвященных тематике диссертации. Также рассматриваются основные теории ползучести, как линейные, так и нелинейные, используемые для описания ползучести полимеров.

Вторая глава посвящена вопросу расчета полимерных изотропных пластинок. Приводится решение ряда модельных задач для пластин из поливинилхлорида, полиметилметакрилата, ЭДТ-10, выполняется сравнение результатов, получаемых на основе метода конечных элементов с полуаналитическим решением с использованием двойных тригонометрических рядов.

В третьей главе рассматриваются задачи расчета пластин из стеклопластиков. Приводится решение задачи изгиба стеклопластиковой пластины на основе эпоксидного связующего. Также для пластины из того же материала исследуется явление концентрации напряжений.

В четвертой главе рассматриваются трехслойные балки и пластины с пенополиуретановым наполнителем. Прежде чем переходить к анализу напряженно-деформированного состояния, автор излагает методику получения реологических параметров полимеров по кривым ползучести и приводит результаты проведенных им испытаний для жесткого пенополиуретана. Далее представлен вывод разрешающих уравнений для пластин с учетом вязкоупругих свойств среднего слоя. Для трехслойных балок выполняется сравнение результатов на основе линейной и нелинейной теории ползучести.

Общая оценка выполненной работы (в соответствии с требованиями ВАК)

Все поставленные автором вопросы рассмотрены достаточно подробно, изложены четко и аргументировано. Диссертационная работа соответствует требованиям ВАК по специальности 02.00.06 - «Высокомолекулярные соединения».

Личный вклад соискателя включает:

- сбор, систематизацию, анализ и обобщение обширной информации по исследуемой проблеме;
- вывод разрешающих уравнений для расчета однослойных и трехслойных пластин из полимеров и композитов с учетом вязкоупругости;

- разработку численного алгоритма расчета, создание программы для расчетов в пакете Matlab;
- теоретическое исследование ползучести указанных выше конструкций с учетом различных факторов.

Все это заметно выделяет эту работу в ряду аналогичных исследований и позволяет положительно оценить личный вклад соискателя.

Качество оформления диссертации

Диссертация выполнена на современном уровне с использованием компьютерных технологий, что обеспечило высокое качество оформления. Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации. Работа хорошо иллюстрирована и оформлена.

По диссертации имеются следующие *замечания*:

1. Для композитных пластин автор ограничился случаем ортотропного материала, однако это всего лишь частный случай анизотропии.

2. Автор не поясняет в диссертации, почему продолжительность эксперимента на сдвиговую ползучесть пенополиуретана составила именно 50 суток. Почему испытания не проводились дальше?

3. Предложенная автором модель трехслойных конструкций не учитывает возможность отслоения обшивок от среднего слоя.

4. В главе 4 при сравнении результатов с решением в расчетном комплексе Лира автор в указанном программном продукте вычисления выполняет в упругой постановке, заменив мгновенный модуль сдвига материала длительным. Однако существуют программные комплексы, например Ansys, Abaqus, которые позволяют учитывать ползучесть. Почему не использовались эти комплексы?

5. Многие представленные в работе задачи выходят за рамки существующих экспериментальных данных. Для подтверждения теоретических результатов, полученных в диссертации, целесообразно провести эксперименты.

Высказанные замечания не снижают общего положительного впечатления о работе. Диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование, выполненное на актуальную тему и отличающееся новизной полученных результатов. Выводы по диссертации позволяют оценить научный уровень как современный и достаточно высокий.

О достаточности и полноте публикаций по теме диссертации

Автором опубликовано 12 работ по теме диссертации из которых 5 в изданиях, включенных в перечень рекомендованных ВАК для опубликования результатов диссертационного исследования, а также 3 работы в журналах, входящих в международные базы Scopus / Web of Science. Работа обсуждалась на конференциях и семинарах различного уровня.

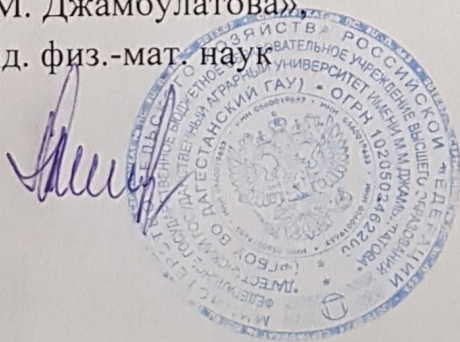
Выводы

Диссертация на тему «Моделирование реологических процессов и прогнозирование прочностных характеристик пластин из полимерных и композитных материалов» Савченко А.А. представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему.

Представленная работа Савченко А.А. удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемые к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук (п.9. Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842).

Считаю, что автор работы, Савченко Андрей Андреевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 02.00.06 - высокомолекулярные соединения.

Доцент кафедры математики
и физики ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный аграрный
университет имени
М.М. Джамбулатова»,
канд. физ.-мат. наук



Яхьяева Хасайбат Шарабутдиновна



Контактная информация

Адрес: 367032, Республика Дагестан,
г. Махачкала, ул. Гаджиева, 180
Раб. тел.: 69-61-00 Тел.: 89288753047
E-mail: khasaybat@bk.ru