

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.076.09,

созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 15.11.2018 г. № 12

О присуждении Савченко Андрею Андреевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Моделирование реологических процессов и прогнозирование прочностных характеристик пластин из полимерных и композитных материалов» по специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения принята к защите 10.09.2018 г., протокол № 5 диссертационным советом Д 212.076.09 на базе ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» Минобрнауки России, 360004, КБР, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173, № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель – Савченко Андрей Андреевич 1991 года рождения, в 2014 году окончил ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет» Минобрнауки РФ. В период подготовки диссертации с 2015 по 2018 годы обучался в аспирантуре Донского государственного технического университета при кафедре «Соппротивление материалов. В 2017 году А. А. Савченко был прикреплен соискателем кафедры «Органическая химия и высокомолекулярные соединения» ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова» для сдачи кандидатского экзамена по научной специальности 02.00.06 – Высокомолекулярные соединения, работает в должности инженера строителя по надзору зданиями и сооружениями АО «Продмаш» г. Ростова-на-Дону, внешний совместитель кафедры «Соппротивления материалов».

**Диссертация выполнена** на кафедре «Соппротивление материалов» ФГБОУ ВО «Донской государственной технической университет» Минобрнауки России.

**Научный руководитель** – доктор технических наук (02.00.06 – высокомолекулярные сооружения), профессор, Языев Батыр Меретович, ФГБОУ ВО «Донской государственной технической университет», профессор кафедры «Соппротивление материалов».

### **Официальные оппоненты:**

**Калабин Александр Леонидович**, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Тверской государственной технической университет», заведующий кафедрой «Программное обеспечение вычислительной техники»;

**Яхьяева Хасайбат Шарабутдиновна**, кандидат физико-математических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова», доцент кафедры физики, дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Андреевым Владимиром Игоревичем, академиком РААСН, заведующим кафедрой «Соппротивление материалов», доктором технических наук, профессором, и утвержденном Пустовгаром А.П., проректором ФГБОУ

ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», кандидатом технических наук, доцентом, указала, что по своему содержанию и научно-техническому уровню диссертационная работа «Моделирование реологических процессов и прогнозирование прочностных характеристик пластин из полимерных и композитных материалов», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения соответствует п. 9 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., и паспорту специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения по пунктам: п. 7 «Физические состояния и фазовые переходы в высокомолекулярных соединениях. Реология полимеров и композитов»; п. 8 «Усовершенствование существующих и разработка новых методов изучения строения, физико-химических свойств полимеров в конденсированном состоянии и других свойств, связанных с условиями их эксплуатации»; п. 9 «Целенаправленная разработка полимерных материалов с новыми функциями и интеллектуальных структур с их применением, обладающих характеристиками, определяющими области их использования в заинтересованных отраслях науки и техники», а её автор, Савченко Андрей Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 8 работ. Соискателем опубликовано 3 работы в журналах, индексируемых в международных системах Web of Science, Scopus и 2 работы в сборниках и материалах международных и российских конференций. Получено авторское свидетельство на программу для ЭВМ. Авторский вклад составляет 74 %. Общий объем научных изданий составил 5,31 п.л.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Savchenko, A.A. Calculation for the Circular Plate on Creep Considering Geometric Nonlinearity / A.S.Chepurnenko, B.M.Yazyev, A.A.Savchenko // Procedia Engineering. – 2016. – Т. 150. – С. 1680-1685. (Web of Science, Scopus)
2. Савченко, А.А. Концентрация напряжений в вязкоупругой полимерной пластинке с отверстием / А.А. Савченко // Научно-технический вестник Поволжья. – 2017. – №4. – С. 44-47. (ВАК)
3. Савченко, А.А. Моделирование реологических процессов в трехслойных плитах с пенополиуретановым наполнителем / А.С.Чепуненко, А.А.Савченко // Пластические массы. – 2018. – № 5-6. – С. 24-27. (ВАК, Scopus)

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы от:

1. декана факультета судостроения и энергетики ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», доктора технических наук, профессора Притыкина Алексея Игоревича. Имеются замечания: 1) для трехслойных конструкций автор использует прямоугольные конечные элементы, что накладывает ограничения на форму рассматриваемой конструкции. Более универсальными являются треугольные конечные элементы. На мой взгляд, стоило рассмотреть и такие элементы. 2) в силу неоднородностей, как на молекулярном, так и надмолекулярном уровне полимеры характеризуются дискретным спектром времен релаксации. Автор при решении задачи использует одночленный вариант уравнения Максвелла-Гуревича с одной составляющей спектра времен релаксации. Не объясняется, поче-

му не учитываются «младшие» составляющие спектра времен релаксации?

2. заведующего кафедрой «Вычислительная техника и автоматизированные системы управления» ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения», доктора технических наук, профессора Чернова Андрея Владимировича. Имеются замечания: 1) в третьей главе автор использует закон ползучести в интегральной форме. В автореферате не указывается, каким образом определяются деформации ползучести на каждом шаге. Предложенный автором ранее в главе 2 метод Эйлера для интегрального уравнения неприменим. 2) в диссертации соискатель приводит результаты расчета для трехслойной балки в программном комплексе Лира. При замене мгновенного модуля упругости на длительный автор получает решение в конце процесса ползучести. Возникает вопрос, почему необходимо использовать численные методы, решать дифференциальные уравнения в частных производных, если достаточно ввести длительный модуль деформации.

3. доцента кафедры «Высшей математики» ФГБОУ ВО «Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова», кандидата физико-математических наук Аминовой Елены Хрисанфовны. Имеются замечания: 1) автор не затрагивает вопросы устойчивости полимерных пластин при ползучести, однако это задачи, представляющие даже больший интерес, чем просто исследование напряженно-деформированного состояния. 2) автор указывает в диссертации, что степенной закон Финдли неприменим для сложных режимов нагружения, однако он не рассматривает такие режимы. Было бы интересно исследовать напряженно-деформированное состояние полимерных пластин при меняющейся во времени нагрузке.

4. заведующей кафедрой технологии строительного производства ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» доктора технических наук, доцента Гурьевой Виктории Александровны. Имеются замечания: 1) На рисунке 11 автореферата (график изменения напряжений  $\sigma_y$ ) имеется точка экстремума. В этой точке возможна потеря несущей способности пластины, однако автор не определяет, в какой момент времени это может произойти. 2) в уравнении 15 автореферата рассматривается одномерное уравнение, и прогиб является функцией только координаты  $x$ . Однако автор использует в записи знак частной производной  $\partial$  вместо полной производной  $d$ . 3) одна из обшивок кровельных трехслойных панелей с пенополиуретановым наполнителем выполняется гофрированной, однако автор это не учитывает.

5. профессора кафедры «Химии», доктора технических наук, профессора Сапаева Хусейна Хамзатовича. Имеются замечания: 1) разработанная автором модель трехслойных конструкций предполагает равенство перемещений на стыке наполнителя и обшивок, т.е. стык предполагается идеальным. В реальных конструкциях данная гипотеза может не выполняться. 2) в таблице 1 для вторичного ПВХ автор приводит значения модуля упругости  $E=1480$  МПа и для модуля высокоэластичности  $E_\infty=5990$  МПа. Имеются сомнения насчет корректности таких данных, ведь длительный модуль  $E_\infty$  должен быть меньше, чем мгновенный  $E$ .

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается широкой известностью их научных достижений в области разработки и исследований по реологии элементов из полимерных и композитных материалов и публикациями в ведущих отечественных и зарубежных научных журналах, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, а также способностью объектив-

но определить научную и практическую ценность данного исследования.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

разработана универсальная методика конечно-элементного моделирования ползучести полимерных и композитных пластин (на примере стеклопластика ВПС-48/120) произвольной формы при изгибе и в случае плоского напряженного состояния;

предложен оригинальный подход к расчету полимерных пластин (полиметилметакрилат, вторичный поливинилхлорид, ЭДТ-10) с учетом реологии материала, заключающийся в использовании двойных тригонометрических рядов;

доказано наличие явления перераспределения внутренних усилий и напряжений при ползучести для анизотропных стеклопластиковых пластин (стеклопластик ВПС-48/120);

введены величины длительных упругих постоянных для композитных пластин, позволяющие получить решение в конце процесса ползучести без применения шаговых методов.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

доказано положение о постоянстве во времени напряжений в полимерных пластинах при изгибе, а также объяснен эффект возврата к упругому распределению напряжений в случае плоского напряженного состояния полимерных пластин (полиметилметакрилат);

использован применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, т.е. с получением обладающих новизной результатов) комплекс существующих базовых методов исследования, в т.ч. численных и численно-аналитических;

изложены выявленные особенности распределения и изменения напряжений в процессе ползучести в однослойных и трехслойных полимерных пластинах;

выявлено для трехслойных пластин с пенополиуретановым наполнителем изменение во времени напряжений, наличие точек экстремума на графиках зависимости напряжений от времени;

раскрыты различия в характере реологического поведения полимерных и композитных пластин (стеклопластик ВПС-48/120);

проведена модернизация существующих численных методов, обеспечивающая получение новых результатов по теме диссертации с учетом нелинейной ползучести полимеров (полиметилметакрилат, вторичный поливинилхлорид, ЭДТ-10).

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

разработана методика проведения экспериментальных исследований по определению реологических параметров полимеров при сдвиговой ползучести;

разработан и внедрен в производство (группа компаний АКССстрой) пакет прикладных программ для расчета полимерных и композитных пластин, а также трехслойных пластин с пенополиуретановым наполнителем на ползучесть.

определены пределы и перспективы использования теории на практике, направления будущих экспериментальных исследований с учетом нелинейной ползучести полимеров;

создана модель ползучести однослойных и трехслойных пластин из полимерных и композитных материалов, основанная на классических гипотезах механики полимеров и свободная от дополнительных упрощений;

представлены рекомендации по упрощенному учету ползучести полимеров в инже-

нерной практике.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

теория построена на известных соотношениях механики полимеров, согласуется с опубликованными экспериментальными данными;

идея базируется на анализе особенностей нелинейной работы полимерных материалов;

использованы результаты других авторов для сравнения, а также сопоставление результатов, полученных на основе различных методов и с применением программных комплексов;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации; в качестве среды для разработки прикладных программ расчета применен комплекс «Matlab»

**Личный вклад соискателя состоит в:**

участии на всех этапах процесса, включая постановку цели и задач исследования, планирование эксперимента, обсуждении полученных результатов формирование выводов;

получении основных разрешающих уравнений и разработке алгоритмов расчета полимерных и композитных пластин на базе программного комплекса «Matlab», подготовке публикаций по выполненной работе, апробации работы на научных конференциях, подготовке основных публикаций по теме исследования, текста автореферата и диссертации;

Диссертационная работа Савченко Андрея Андреевича на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научно-практической задачи, имеющей значение для развития физической химии и механики полимеров.

На заседании 15 ноября 2018 г. (протокол № 12) диссертационный совет принял решение присудить Савченко А.А. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 докторов наук по специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения, физико-математические науки, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 20, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Хаширова Светлана Юрьевна

Долбин Игорь Викторович

13.11.2018 года