

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Бойко Светланы
Владимировны «Моделирование формообразования элементов
конструкций в условиях нестационарной ползучести»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 01.02.04 – Механика
деформируемого твердого тела

1. Актуальность темы.

Развитие авиакосмической отрасли и кораблестроения предполагает использование современных технологий, которые позволяют повысить прочность и жесткость конструкций с одновременным снижением массы и сохранением эксплуатационных характеристик. Достижение этих целей осуществляется за счет использования композиционных материалов и современных легких сплавов из алюминия и титана.

Актуальность диссертационной работы обусловлена применением моделей и методов расчета, дающих приемлемую для практики точность, при проектировании технологических процессов получения необходимой формы изделия из заданного материала. Моделирование процессов изготовления деталей должно учитывать физическую нелинейность материала, остаточный ресурс изделия и нестационарные условия нагружения (температуру и усилия).

2. Структура и содержание работы.

Диссертация содержит 133 страницы, включая 34 рисунка, 10 таблиц и список литературы из 100 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая ценность полученных результатов, методология, достоверность научных исследований.

Первая глава посвящена обзору отечественной и зарубежной литературы по исследованию процессов формообразования элементов конструкций в условиях пластичности и ползучести.

Во второй главе формулируется модель для описания процессов ползучести и длительной прочности материалов с использованием параметра поврежденности. Изложена методика идентификации параметров модели. Представлены сравнительные диаграммы ползучести предложенной модели с экспериментальными данными при стационарных и нестационарных условиях нагружения. Выполнено моделирование изгиба балки в ползучести. Результаты расчетов задач формообразования совпадают с экспериментальными данными.

В третьей главе рассмотрен способ решения обратной задачи формообразования оребренной панели. Решение сводится к

последовательности прямых задач чистого изгиба балок таврового сечения и применению метода оптимизации Нелдера-Мида. Численная модель учитывает различие свойств материала на растяжение и сжатие, а также накопленные повреждения в материале при ползучести.

Заключение содержит краткий обзор основных результатов, полученных в диссертационной работе.

3. Научная новизна результатов исследований.

Новыми научными результатами, полученными автором, являются:

- 1) вариант системы определяющих уравнений с параметром поврежденности для описания процессов деформирования металлических материалов в условиях ползучести;
- 2) метод решения задач знакопеременного изгиба балок в режиме ползучести с учетом разносопротивляемости, температурной выдержки и накопленных повреждений;
- 3) реализация определяющих соотношений в конечно-элементной системе MSC.Marc для расчета процессов деформирования конструкций в условиях ползучести;
- 4) способ получения необходимой цилиндрической формы оребренной панели в условиях пластичности и ползучести на основе решения обратной задачи чистого изгиба балок и применения метода Нелдера – Мида.

4. Практическая значимость.

Практическая ценность диссертации связана с возможностью использования полученных экспериментальных данных и теоретических зависимостей в моделировании процессов горячего формообразования, в инженерных расчетах элементов конструкций, работающих в условиях ползучести, и проектировании технологических процессов изготовления деталей в производстве. Исследование позволяет развить подходы к созданию ресурсосберегающих технологий формообразования изделий из современных конструкционных материалов.

5. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Автором диссертационной работы изучены и проанализированы известные достижения и результаты других авторов по математическим моделям деформирования твердых тел, численным методам решения задач механики. На основе проведенного анализа автор использует в задачах деформирования элементов конструкций в ползучести уточненную систему определяющих соотношений, которая учитывает влияние температурно-силовых факторов и накопление поврежденности с помощью энергетического подхода.

В диссертации значительное внимание уделено проверке правильности полученных результатов. Для подтверждения теоретических положений автором выполнено решение ряда задач, проведено сравнение расчетных, экспериментальных данных и известных решений, полученных ранее другими авторами.

6. Достоверность.

Достоверность полученных результатов подтверждается корректным использованием уравнений механики деформируемого твердого тела, соотношений метода конечных элементов и удовлетворительным соответствием результатов расчетов с известными аналитическими решениями и экспериментальными данными.

7. Замечания по содержанию работы.

По диссертации имеются следующие замечания:

1. Замечания по оформлению работы. Много опечаток в тексте и отсутствуют запятые, что приводит к несогласованности предложений. Подобные замечания имеют место и в автореферате. Отсутствуют ссылки в тексте диссертации на источники литературы [10], [51], [87]. В ряде ссылок на формулы отсутствуют скобки. Отсутствуют обозначение степени t (стр.26), обозначение характеристик ползучести B_A , B_m , B_e , n , k , α , m , r в таблицах 2.1, 2.2, 2.3, 2.6, 2.7, 3.1, обозначения кривизн χ_{exp} , χ_{XT} , χ_W , χ_{mod} в таблице 3.2. Деформации и интенсивности деформаций ползучести обозначаются разными способами: ε_y (стр.24,31,32,49,56), ε_y^c (стр.25, 31,32,49), e_y^c (67), $\bar{\varepsilon}^{cr}$ (стр.67), \bar{e}^c (стр.67,68,72), ε^{cr} (стр.85,91,92,106), ε^c (стр.93,94). В диссертации имеются ошибки в формулах: на стр. 26-28 (некоторые функции не совпадают с данными статьи автора из журнала «Прикладная механика и техническая физика», 2014, Т.55, №6), на стр. 48-49 (в определении деформации по кривизне балки и напряжений ошибки в обозначениях ε , ε^c , ε^e), на стр.92 (отсутствуют напряжения в уравнениях равновесия). Подпись для рис.2.20 не соответствует рисунку (на рисунке представлены эквивалентные деформации ползучести, а не напряжения и деформации).
2. Почему в разделе 2.1.3 для материала Ст.45, ВТ-9 рассматриваются только графики распределения работы рассеяния по времени, а для стали 09Г2С - графики распределения деформаций по времени? Аналогично в разделе 2.1.4 для сплава ВТ9 и стали 09Г2С.
3. В разделе 2.1.4 рассматриваются нестационарные процессы нагружения для сплава ВТ9, при которых увеличивается температура и уменьшается напряжение, а для стали 09Г2С - нестационарные процессы нагружения с постоянной температурой и увеличивающимся напряжением.

Чем обоснован выбор нестационарных процессов нагружения данными вариантами?

4. На стр.69,70 не понятны граничные условия. В чем необходимость стержневых элементов? Почему нельзя ограничиться условиями на перемещения при моделировании изгиба?

5. В диссертации для решения обратных задач используется метод оптимизации Нелдера-Мида (стр.101), для которого вычисляется некоторый интегральный квадратичный критерий (стр.102). В выводах (стр.117) отмечается разработка методики определения оптимальных параметров процессов деформирования панели. Для анализа задач оптимизации, по мнению оппонента, необходимо было бы представить математическую формулировку с определением целевой функции (критерия качества), переменных проектирования и системы ограничений.

6. На стр.113,114 рассматривается деформирование балки в условиях пластичности в течение 3 ч. О каком времени здесь говорится? Ведь пластические деформации зависят от уровня напряжений. Соответствует ли модель идеального упруго-пластического тела (стр.113) реальному материалу?

7. Можно ли применить результаты решения обратных задач к производственной практике, в частности, заданию оснастки (формы пуансона)? В этом случае на решение могут влиять контактные ограничения. Либо какой должен быть технологический процесс изготовления оребренных панелей? Можно ли использовать разработанные методы решения обратных задач для панелей двойной кривизны?

8. При формообразовании в пластичности и ползучести оребренных панелей возможна потеря устойчивости, но о проблемах устойчивости стержней и оболочек в диссертации не говориться.

8. Заключение.

Диссертация Бойко Светланы Владимировны, представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, соответствует специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела (по отраслям: физико-математические науки), является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития машиностроительной отрасли, а именно для проектирования с помощью численного моделирования и развития ресурсосберегающих технологий формообразования сложно-конструктивных изделий из современных конструкционных материалов.

Основные результаты работы достоверны, подробно изложены в тексте диссертации и опубликованы в 15 научных работах, в том числе в 2 статьях в ведущих научных рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, и в 3 статьях, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Диссертация «Моделирование формообразования элементов конструкций в условиях нестационарной ползучести» соответствует требованиям п.п. 9,10 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) в части, касающейся ученой степени кандидата наук, а ее автор, Бойко Светлана Владимировна, достойна присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент: доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры «Авиастроение» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Константин Сергеевич Бормотин


К.С. Бормотин

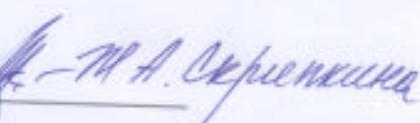
Почтовый адрес: 681013, Россия, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, проспект Ленина, 27
тел. +7 (4217) 53-23-04, E-mail: cvmi@knastu.ru

03.09.2020 г.

Подпись Константина Сергеевича Бормотина подтверждю:

Нач. УКД КнАГУ




К.С. Бормотин