

## Отзыв

на автореферат диссертации Светланы Владимировны Бойко «Моделирование формообразования элементов конструкций в условиях нестационарной ползучести», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Для современного развития различных отраслей машиностроения актуальной задачей является сохранение ресурса изделия в процессе его эксплуатации. При моделировании процесса ползучести элементов конструкций необходимо учитывать физическую нелинейность свойств материалов, а также изменение их свойств под действием температурной выдержки и длительного силового воздействия. Данное исследование посвящено разработке методов решения прямых и обратных задач ползучести и длительной прочности элементов конструкций с учетом физической нелинейности материала.

Для решения этих задач используется обобщение энергетического варианта кинетической теории при условии непостоянного предельного значения удельной диссилируемой работы.

В первой главе приведен краткий обзор известных работ отечественных и зарубежных исследователей по тематике данной диссертации. Во второй и третьей главах приведены основные результаты, полученные соискателем.

1. Предложен вариант уточненной системы определяющих уравнений с одним скалярным параметром поврежденности для описания ползучести элементов конструкций вплоть до разрушения.
2. Изложена методика идентификации параметров материала. Выполнена проверка её адекватности экспериментальным данным по ползучести и длительной прочности для образцов стали марки 45, титанового сплава ВТ9 и стали 09Г2С при стационарных и нестационарных условиях нагружения. Результаты расчетов хорошо согласуются с экспериментальными данными.

Разработан метод определения ползучести балок прямоугольного сечения при знакопеременном изгибе для материала с разными

свойствами на растяжение и сжатие, с учетом температурной выдержки без нагрузки и учетом поврежденности материала. Показано, что для достоверного описания деформирования деталей в условиях ползучести необходимо учитывать влияние поврежденности материала и температурной выдержки.

3. Показано, что необходимо учитывать процесс релаксации напряжений для описания деформирования деталей в условиях ползучести. Проведено моделирование процесса деформирования балок прямоугольного сечения в процессе ползучести с учетом процесса релаксации напряжений и поврежденности. Выполнена проверка на предложенного подхода алюмоглифом сплаве В-1461.
4. Введен параметр поврежденности материала в конечно-элементный пакет MSC.Marc для процессов деформирования (вплоть до разрушения) элементов конструкций в условиях ползучести.
5. Реализованы алгоритмы для решения прямых и обратных задач деформирования элементов конструкций различного поперечного сечения для случая чистого изгиба балок в условиях пластичности и ползучести.
6. Разработан метод решения задач формообразования цилиндрического изгиба оребренной панели для получения целевой формы изделия в процессе пластичности и ползучести с учетом распружинивания детали при снятии разгрузки. Численная модель учитывает различие свойств материала при растяжении и сжатии, а также наличие накопленных повреждений в материале в процессе ползучести.
7. Разработана методика определения оптимальных параметров процессов деформирования оребренной панели, основанная на определении и расчетно-экспериментальном исследовании НДС балок различного поперечного сечения в условиях ползучести с учетом поврежденности материала.

Замечания:

1. На рис. 11(а) приведены главные максимальные напряжения в процессе пластичности. Пластические напряжения действуют в конструкциях в квазистатическом режиме, поэтому слово «процесс» здесь не подходит.

2. На стр. 14 (строка 8 снизу) предложенное соотношение

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} + K|\sigma|^{m-1}\sigma$$

рассматривается как характеристика материала с разупрочняющим участком ползучести, правильнее это соотношение считать характеристикой упруго-пластического материала.

3. На стр. 10 (строка 7 сверху) в приводимом соотношении для приращений эффективной деформации ползучести используется выражение  $\sin 3\theta$ , смысл которого не поясняется.
4. На стр. 11 (строка 11 снизу) приведено выражение для параметра  $B_A$ , смысл которого не объяснен.
5. В автореферате не приводится определяющее соотношение, в котором учитывается различие свойств материала при растяжении и сжатии.

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 12-ти статьях, в том числе в двух статьях в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, и трех статьях в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus.

Считаем, что полученные в диссертации «Моделирование формообразования элементов конструкций в условиях нестационарной ползучести» результаты соответствуют требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а её автор – С.В. Бойко – достойна быть кандидатом физ.-мат. наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Заведующий лабораторией  
ползучести и длительной прочности  
НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова,  
Лауреат государственно премии РСФСР,  
Почетный работник науки и техники РФ,  
профессор, доктор физико-математических наук

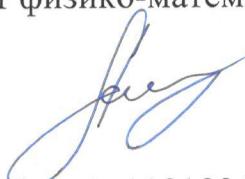
Локощенко Александр Михайлович

Адрес рабочий: 119192 Москва Мичуринский проспект, дом 1.

Тел. рабочий: 8-495-939-53-08

E-mail: loko@imec.msu.ru

Старший научный сотрудник  
лаборатории ползучести и длительной прочности  
НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова,  
кандидат физико-математических наук

  
Фомин Леонид Викторович

Адрес рабочий: 119192 Москва Мичуринский проспект, дом 1.

Тел. рабочий: 8-495-939-24-28

E-mail: fleonid1975@mail.ru

Подписи Локощенко Александра Михайловича и Фомина Леонида  
Викторовича заверяю.

Заведующая канцелярией



*Л.Н. Морсунская*