

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Бауэр Светланы Михайловны на диссертацию Саитовой Регины Ринатовны на тему «Высокотемпературная ползучесть и охрупчивание материалов в условиях длительной эксплуатации», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

В настоящее время очень широко развивается материаловедение, создаются новые лаборатории по исследованию и созданию новых материалов и металлических сплавов. Диссертационная работа Саитовой Р.Р. посвящена исследованию процессов ползучести, поврежденности и длительной прочности металлических материалов и сплавов в условиях высокотемпературной ползучести. При длительном воздействии высоких температур и относительно небольших напряжениях металлические сплавы и чистые металлы теряют пластичность и разрушаются хрупко, с малой величиной деформации, т.е. наблюдается так называемый эффект тепловой хрупкости. Проблема высокотемпературной ползучести и длительной прочности металлических материалов важна в таких ответственных областях современного машиностроения, как тепловые и атомные энергетические установки, авиационные и космические аппараты и др. В связи с этим **актуальность тематики диссертационной работы не вызывает сомнений.**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, и включает в себя 108 страниц, 32 рисунка и 3 таблицы. Список литературы содержит 147 библиографических ссылок.

33-06-1201 от 02.10.2023

Во введении представлены цели и задачи работы, обосновывается ее актуальность и новизна, приведены основные положения, выносимые на защиту. Представлен также список опубликованных автором работ.

В первой главе диссертации представлен очень подробный и интересный обзор работ по теме диссертации.

Во второй главе представлены основные теоретические результаты. Для решения проблемы тепловой хрупкости предложена модифицированная система взаимосвязанных кинетических уравнений для деформации ползучести и параметра поврежденности. В качестве параметра поврежденности рассматривается относительное изменение плотности в процессе ползучести, которое рассматривается как интегральная мера накопления структурных микродефектов. Также учитывается закон сохранения массы. Получены аналитические и численные решения взаимосвязанных кинетических уравнений для деформации ползучести и параметра поврежденности. Обсуждается критерий длительной прочности, позволяющий описать участок хрупкого разрушения. Показано, что критерий длительной прочности Качанова-Работнова является частным случаем предложенного нового критерия. Проведено сравнение полученных решений с экспериментальными результатами по изменению пористости (плотности), ползучести и длительной прочности для различных металлов и сплавов в процессе высокотемпературной ползучести при различных температурах и уровнях нагрузки. При этом функция поврежденности имеет общий характер для испытанных при различных температурах и силовых нагрузках металлов. Данный результат позволяет рассматривать параметр поврежденности, задаваемый как относительное изменение плотности, в качестве универсальной характеристики накопления пористости в процессе ползучести.

В третьей главе диссертации представлены результаты экспериментального исследования, проведенного автором диссертации. Описаны результаты эксперимента в условиях ползучести при двухступенчатом нагружении для алюминиевого сплава АМг2 при температуре 250°C. Показано хорошее соответствие теоретических и экспериментальных кривых ползучести.

В четвертой главе предложен метод определения поврежденности по экспериментальным кривым ползучести. При этом учитывается сжимаемость металлических материалов, а относительное изменение плотности рассматривается как параметр сплошности. В этом случае формулируется

только одно уравнение для скорости ползучести. Параметр сплошности определяется из рассматриваемого кинетического уравнения и выражается через скорость ползучести и деформацию ползучести. Для описания экспериментальных кривых ползучести в работе используются различные эмпирические зависимости. Построены теоретические кривые сплошности. Критерий длительной прочности получен при условии, когда параметр сплошности достигает критической величины. Полученные теоретические кривые качественно верно описывают экспериментальные кривые длительной прочности.

Достоверность результатов работы обоснована использованием современного оборудования и методик исследования, воспроизводимостью экспериментальных результатов, использованием феноменологических методов механики рассеянного повреждения и разрушения, согласованностью выводов, сделанных по результатам исследования, с современными научными представлениями.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что результаты исследования вносят существенный вклад в теорию механики континуального разрушения. Результаты работы могут быть использованы для более точного описания процессов ползучести, поврежденности и длительной прочности, протекающих в металлических материалах и сплавах в условиях длительной высокотемпературной ползучести, в частности, при ступенчатых нагружениях.

В качестве замечания можно отметить следующее:

1. Фраза на стр. 47 «Так как точное аналитическое решение системы уравнений (24)-(25) в общем виде не представляется возможным, в связи с этим точное решение системы было получено в виде функции $\Psi(\varepsilon)$ » требует дополнительных пояснений.
2. В четвертой главе для описания экспериментальных кривых ползучести представлен ряд теоретических зависимостей с большим числом коэффициентов. Не совсем понятно каким образом выбирались значения коэффициентов.
3. Имеется ряд мелких опечаток.

Сделанные замечания не снижают значения работы для теории и практики

Оценивая работу в целом, следует отметить ее высокий научный уровень.

Основные результаты работы представлены в 19 публикациях, из которых 4 статьи опубликованы в изданиях, индексируемых Scopus и Web of Science, 7 статей опубликовано в РИНЦ. Основные материалы диссертации достаточно полно изложены в указанных публикациях. Результаты диссертации доложены на 16 российских и международных конференциях.

Диссертация Саитовой Регины Ринатовны на тему: «Высокотемпературная ползучесть и охрупчивание материалов в условиях длительной эксплуатации» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Саитова Регина Ринатовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета

Доктор физико-математических наук,
Профессор,
Профессор кафедры теоретической и прикладной
механики
СПбГУ

Бауэр С.М..

Подпись руки	<i>Бауэр С.М.</i>
УДОСТОВЕРЯЮ	
Специалист по кадровой работе	<i>Л. Н. [Signature]</i>
« 26 » сентября 2023 г.	

