

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Прониной Юлии Григорьевны 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.

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений, поскольку проблемы высокотемпературной ползучести и длительной прочности металлических конструкций возникают в различных отраслях промышленности, а единая всеобъемлющая теория ползучести до сих пор не построена. В данной диссертации представлено обобщение теории Л.М. Качанова и Ю.Н. Работнова на случай, когда в качестве скалярной меры поврежденности выбрано разуплотнение материала. Несмотря на то, что использование этого параметра для оценки долговечности не всегда оправдано, он поддается измерению стандартными методами и поэтому активно используется для прогнозирования поведения материалов многими авторами. Оценка возможности использования разуплотнения в качестве меры поврежденности является практически востребованной задачей.

Достоверность и новизна полученных результатов. К значимым новым результатам работы можно отнести подробный анализ системы кинетических уравнений для деформации ползучести и относительной плотности в формулировке Р.А. Арутюняна, на основе которого построены точные аналитические зависимости между деформацией и плотностью, а также приближенные явные решения нулевого и первого порядков указанной системы уравнений, сформулирован новый критерий длительной прочности. Достоверность решений подтверждается строгостью математической постановки и применением адекватных методов решения, совпадением частных случаев с известными решениями Л.М. Качанова и Ю.Н. Работнова и совпадением решений, полученных разными методами. Примечательно, что аналитические решения получены в том числе и для такой комбинации параметров кинетических уравнений, когда основное решение становится вырожденным. Кроме того, проведено сопоставление полученных решений с имеющимися в научной литературе экспериментальными данными, показавшее качественное совпадение теоретических и экспериментальных результатов, экспериментально проверена применимость данной теории к описанию двухступенчатого нагружения. Также предложен метод определения величины разуплотнения по экспериментальным кривым ползучести.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов. Полученные результаты можно рассматривать как распространение теории Л.М. Качанова и Ю.Н. Работнова на случай, когда в качестве скалярной меры поврежденности можно использовать разуплотнение материала, поэтому они представляют научный интерес для механики деформируемого тела. Особую ценность представляет тот факт, что представленная теория позволяет описывать третий участок кривых ползучести. С практической точки зрения, обобщение теории Л.М. Качанова и Ю.Н. Работнова позволяет описывать более широкий спектр экспериментальных данных, а потому точнее

описывать процессы ползучести и предсказывать долговечность конструкций в экстремальных условиях.

Оценка содержания и оформления диссертации. Работа объемом 108 страниц состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 147 наименований. В первой главе представлен объемный обзор литературы по теме исследований, остальные главы содержат результаты работы автора.

Диссертация содержит небольшое количество опечаток и хорошо оформлена. Однако есть некоторые замечания по оформлению:

- читателю было бы удобнее, если бы список цитированной литературы был организован в алфавитном порядке;
- встречается путаница в терминах параметров сплошности и поврежденности;
- повторение в п. 2.6 результатов предыдущих пунктов для плотности вместо относительной плотности (линейно связанной с исходной) избыточно.

Замечания, вопросы и пожелания:

1. В п. 2.1. и в критерии длительной прочности (42) утверждается, что в момент разрушения $\psi=0$ (т.е. плотность равна нулю), что не соответствует физической действительности.
2. Каким образом в работе выбирались значения параметров A , B , α , β , m и n ? Являются ли какие-то из них параметрами материала, независимыми от температуры и напряжения? Как их определять? В главе 3 для описания двухступенчатого нагружения использовались разные B для одного и того же материала при одном и том же напряжении и постоянной температуре. Если это подгоночный параметр, не постоянный даже для конкретного материала при фиксированных температуре и напряжении, то как предполагается использовать данную модель для оценки длительной прочности в условиях, отличающихся от условий эксперимента? А также как определяется критическое разуплотнение ψ^* ? Как оно зависит от температуры?
3. Каково отношение температуры 250°C к температуре плавления сплава АМг2?
4. Для верификации предложенной модели было бы целесообразно измерять плотность образцов, подвергавшихся ползучести. При наличии только трех имеющихся образцов – хотя бы только в конечной точке кривой – после испытания на ползучесть.
5. Что означает фраза «Процессы повреждения по изменению плотности полностью тормозят развитие разрушения» (стр. 81) и как это свидетельствует о независимости скорости ползучести от поврежденности?
6. На рис. 29 теоретические кривые не описывают качественное поведение экспериментальных данных. Чем это можно объяснить?

Указанные замечания не умаляют значимости полученных результатов.

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, доцент,
профессор Кафедры вычислительных методов
механики деформируемого тела СПбГУ



Пронина Юлия Григорьевна

28.09.2023