

ОТЗЫВ

научного руководителя

о диссертации Климова Кирилла Юрьевича

«Реономные свойства сплавов с памятью формы

и их влияние на устойчивость»

*на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела*

Диссертация Климова Кирилла Юрьевича посвящена моделированию реономного поведения сплавов с памятью формы (СПФ), наблюдаемого в экспериментах по изотермическому нагружению образцов в режиме мартенситной неупругости и сверхупругости. В работе предложен ряд моделей, призванных описать это реономное поведение. На основе предложенных определяющих соотношений был проведён анализ устойчивости простейших модельных систем, содержащих элементы из СПФ, с учётом реономных свойств этих материалов.

В настоящее время большинство авторов, изучающих поведение СПФ, зависящее от масштаба времени, придерживаются той точки зрения, что процесс деформирования СПФ сам по себе является склерономным, а наблюдаемые экспериментально реономные эффекты обусловлены зависимостью от времени процессов теплопередачи и теплопроводности при выделении и поглощении латентного тепла фазовых переходов. Однако экспериментальные данные свидетельствуют о том, что реономное поведение может наблюдаться и в изотермическом процессе, то есть оно не объясняется только лишь процессами теплопроводности.

В работе Климова К.Ю. впервые построены модели реономного поведения СПФ при их нагружении в режиме мартенситной неупругости в рамках предположений о существовании предельно медленных и предельно быстрых процессов неупругого деформирования этих материалов. Впервые исследовано влияние реономных свойств СПФ на устойчивость модельных систем, содержащих эти материалы.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы.

Во **введении** обосновывается актуальность исследований, проводимых в рамках данной диссертационной работы, приводится обзор решенных на данный момент задач устойчивости для тонкостенных элементов из СПФ, определяется цель, ставятся задачи работы, формулируется научная новизна и практическая значимость представляемой работы.

Первая глава диссертационной работы посвящена анализу экспериментальных данных, подтверждающих наличие у СПФ реономных свойств. В этой главе приводятся результаты экспериментов по жесткому изотермическому нагружению, мягкому ступенчатому нагружению и релаксации напряжений для образцов из никелида титана в режиме мартенситной неупругости, а также по нагружению и разгрузке образцов в режиме сверхупругости. Завершает главу формулировка основанных на экспериментальных наблюдениях положений, опираясь на которые будет осуществляться поиск подходящих определяющих соотношений, позволяющих описать наблюдаемое в эксперименте реономное поведение.

Во **второй главе** предложен ряд моделей, призванных описать наблюдаемое в эксперименте, и описанное в главе 1, реономное поведение СПФ. Для каждой модели приводится глубокий анализ применимости ее определяющих соотношений для описания экспериментальных данных, формулируются основные достоинства и недостатки модели. В рамках главы предлагается процедура идентификации параметров модели по экспериментальным данным мягкого изотермического ступенчатого нагружения образца из никелида титана в режиме мартенситной неупругости.

В **третьей главе** приведено исследование на устойчивость простейших модельных систем, содержащих элементы из СПФ с учетом реономных свойств. Используются определяющие соотношения моделей, сформулированных в главе 2. В рамках главы решены задачи устойчивости жесткого стержня на вязкопластическом шарнире, деформируемого стержня и стойки Шенли. Показано, что реономные свойства могут оказывать существенное влияние на уровень критической нагрузки потери устойчивости, а сама эта критическая нагрузка может быть получена по формуле типа формулы Эйлера, в которой упругий модуль следует заменить на касательный модуль, вычисленный по диаграмме мартенситной неупругости предельно медленного нагружения в момент потери

устойчивости. Для большинства модельных систем показано, что с учетом реономных свойств СПФ для них корректна постановка задачи устойчивости по Ляпунову на бесконечном временном интервале. При этом уровень критической нагрузки, получаемый при решении задачи в квазистатической и динамической постановках совпадают.

В заключении сформулированы основные результаты диссертации.

Основные результаты в достаточной мере опубликованы в рецензируемых специализированных журналах, а также апробированы на многих научных конференциях и семинарах.

Считаю, что диссертационная работа «Реономные свойства сплавов с памятью формы» удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор – Климов Кирилл Юрьевич заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Научный руководитель,
профессор кафедры теории пластичности
механико-математического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова,
доктор физико-математических наук

Мовчан
А.А.Мовчан

« 20 » *февраля* 20 *17* г.

119234, Москва, Ленинские горы, МГУ, Главное здание,
механико-математический факультет, кафедра теории пластичности;
e-mail: movchan47@mail.ru; тел. +7(495) 946-17-77

Подпись профессора А.А.Мовчана заверяю
исполняющий обязанности декана
механико-математического факультета
МГУ имени Ломоносова
профессор

