

Отзыв научного руководителя,
кандидата физико-математических наук, доцента
Беляковой Татьяны Александровны

на диссертационную работу Гончарова Иннокентия Александровича по теме «Моделирование влияния микроструктурных механизмов на поведение материалов при сверхпластическом деформировании», представленную на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 — «Механика деформируемого твердого тела».

Гончаров Иннокентий Александрович окончил механико-математический факультет МГУ по кафедре вычислительной математики в 2013 году. За годы учебы в аспирантуре на кафедре теории пластичности механико-математического факультета МГУ И. А. Гончаровым проведено исследование влияния учёта параметров микроструктуры и кинетических уравнений их эволюции на решение краевых задач сверхпластичности для металлических сплавов. Предложен подход к анализу определяющих соотношений для сверхпластических материалов, описывающих внутреннее состояние материала, сформулирован алгоритм определения входящих в них материальных констант, исследована устойчивость этого алгоритма. Разработана модель неодновременного измельчения зёрен при сверхпластическом деформировании; аналитически и численно исследованы формы кривых, определяемых реологической моделью Бэкофена. При решении задач использовались классические методы механики деформируемого твёрдого тела, методы математического анализа, теории вероятностей и теории размерностей, а также численные методы.

В первой главе диссертации исследуется применимость структурно-механических моделей на основе нелинейно-вязких элементов для описания сигмоидальной кривой сверхпластичности. Методом математической индукции доказывается, что параллельное или последовательное соединение нелинейно-вязких элементов, независимо от их количества и значений их параметров, не способно описать сигмоидальный характер логарифмической зависимости напряжения от скорости деформаций. Проведённая классификация позволила выделить в пространстве параметров модели Бэкофена области преобладания различных типов кривых и дать практические рекомендации для выбора материальных параметров, соответствующих требуемой сигмоидальности. Во второй главе предложен алгоритм определения материальных постоянных для класса определяющих соотношений сверхпластичности, учитывающего эволюцию микроструктуры и деформационное упрочнение. Показано, что полученные с использованием предложенного алгоритма модели обладают предсказательной силой, а сам алгоритм демонстрирует устойчивость по отношению к шумам в экспериментальных данных. Третья глава диссертации посвящена решению

задачи о деформировании круглой пластины давлением газа в режиме сверхпластичности с учётом эволюции микроструктуры при деформировании. Показано, что введение в определяющие соотношения феноменологического параметра, связанного со средним размером зерна, позволяет уточнить характеристики оптимального режима обработки металла давлением, а также улучшить оценку таких значимых технологических параметров как неоднородность толщины в готовом изделии и распределение напряженно-деформированного состояния в оболочке в зависимости от времени. Четвёртая глава диссертационной работы посвящена моделированию измельчения зёрен при развитых деформациях в условиях сверхпластичности. Проведён обзор существующих подходов к описанию измельчения зёрен, показано, что к ряду экспериментальных данных они не применимы, и предложена модель измельчения зёрен, основанная на предположении, что измельчение зёрен даже одного размера происходит неодновременно. С помощью такого подхода удалось корректно определить имеющиеся экспериментальные данные, а также характерное для некоторых сверхпластических сплавов явление разупрочнения материала при больших деформациях.

Основные результаты диссертационной работы И. А. Гончарова изложены в 11 печатных работах, 4 из которых опубликованы в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus и RSCI. Результаты диссертации были представлены и положительно оценены на международных и всероссийских конференциях International conference «Materials science of the future: research, development, scientific training (MFS'2019)» (Нижний Новгород, 2019), «1st Russia-Japan Joint Workshop on Composite Materials (RJCM-1)» (Москва, 2019), «XXXI Международная инновационная конференция молодых ученых и студентов (МИКМУС – 2019)» (Москва, 2019), конференции "Ломоносовские чтения" (Москва, 2014, 2019, 2020). Кроме того, полученные результаты докладывались и обсуждались на научно-исследовательских семинарах: семинар лаборатории упругости и пластичности НИИ механики МГУ под руководством проф. Р.А. Васина, семинар имени А.А. Ильюшина кафедры теории упругости под руководством проф. Д.В. Георгиевского, семинар имени Б.Е. Победри кафедры механики композитов под руководством проф. В.И. Горбачева, семинар кафедры кафедры газовой и волновой динамики под руководством академика Р.И. Нигматулина, проф. Н.Н. Смирнова, проф. А.В. Звягина.

Диссертационная работа «Моделирование влияния микроструктурных механизмов на поведение материалов при сверхпластическом деформировании» Гончарова Иннокентия Александровича выполнена на высоком научном уровне, носит законченный характер и обладает несомненной практической значимостью. Она соответствует специальности 01.02.04 — «Механика деформированного твердого тела» и удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Рекомендую диссертацию «Моделирование влияния микроструктурных

механизмов на поведение материалов при сверхпластическом деформировании»
Гончарова Иннокентия Александровича к защите на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 — «Механика
деформированного твердого тела».

Я, Белякова Татьяна Александровна, даю согласие на включение моих
персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного
совета, и их дальнейшую обработку.

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук (по специальности 01.02.04),
доцент кафедры теории пластичности
механико-математического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова
(119192, Ленинские горы, д. 1, телефон +7(495) 939-36-14,
e-mail: tatiana.belia

Т. А. Белякова

Подпись к. ф.-м

« 2 » СЕНТ 2021 г.