

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук Муйземнек О.Ю.
на диссертационную работу ЕРШОВА АЛЕКСАНДРА АЛЕКСЕЕВИЧА
«Влияние параметров упрочнения материала на деформированное состояние в процессах
обработки металлов давлением», представленной на соискание учёной степени кандидата
технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением

Актуальность темы диссертации

Диссертация А.А. Ершова направлена на получение новых решений краевых задач механики деформируемого тела, более полно учитывающих реологические особенности поведения металлов и сплавов, применяемых в качестве конструкционных материалов. Возможность получения таких решений связана с появлением новой, более точной и чувствительной аппаратуры для измерения физических и механических свойств на микроскопическом уровне, появлением новых методик измерений характеристик этих свойств, развитием программных комплексов, позволяющих решать задачи большой сложности. В работе исследуются напряженные и деформированные состояния заготовок при изменении вида кривых упрочнения материалов в операциях осадки, прессования и листовой штамповки. Выбор такого круга вопросов обусловлен тем, что упомянутые процессы в практике обработки металлов давлением имеют большой удельный вес. В связи с этим, актуальность представленной работы, посвященной определению влияния вида кривой упрочнения на напряженно-деформированное состояние металлического материала в операциях осадки, прессования и листовой штамповки для уточнения последствий термомодеформационного воздействия на материал, не вызывает сомнений.

Актуальность работы подтверждается также тем, что она выполнялась в рамках Федеральной целевой программы «Научные и педагогические кадры инновационной России» Министерства образования РФ, государственный контракт от 22 марта 2010 г. № 02.740.11.0537 и НИР № Н97742Б012/12 в рамках государственного задания на 2011-2013 г.г. «Развитие физики и механики обработки металлов давлением с целью создания научных основ технологических процессов производства металлургической продукции».

Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из 4 глав, 2 приложений и списка литературных источников в составе 143 наименования, содержит 169 страниц машинописного текста, включая 90 рисунков и 7 таблиц.

Вх. № 05 - 19/1 - 314
от 26.11.14 г.

Во введении представлено обоснование актуальности темы диссертации, сформулирована цель исследований, приведена научная новизна и практическая значимость, описана структура диссертации.

В первой главе представлен обзор литературных данных о материалах с отклонениями от закона упрочняющейся среды и о влиянии вида нагружения на формирование свойств некоторых деформируемых сред. Отмечено, что появление новых методик оценки свойств деформируемых материалов требует проведения дополнительного анализа напряженно-деформированного состояния на уровне тензорных компонентов.

В первой главе также описана система уравнений и используемые в диссертационной работе программные средства для выполнения расчетов напряженно-деформированного состояния. Отмечены преимущества и недостатки современных программных пакетов, таких как DEFORM, PAM-STAMP и QFORM.

На основании проведенного аналитического обзора определены задачи диссертационной работы.

Во второй главе рассмотрено влияние вида кривой упрочнения на однородность распределения деформации по объему в процессе осадки цилиндрических образцов. Для проведения исследования использовался программный комплекс QFORM-2D. Для проверки полученных результатов выполнено сравнение распределения степени деформации со структурой образца из сплава ВТ22 при температуре 900 °С. Приведены количественные показатели оценки неоднородности распределения деформации в изучаемом процессе. Для иллюстрации решена краевая задача осадки титанового сплава марки ОТ4.

В главе рассмотрены вопросы управления формоизменением и оценка влияния трения на процесс осадки призматических заготовок. Предложена методика оценки коэффициента внешнего трения при осадке образцов, имеющих квадратное в плане сечение, состоящая в измерении радиуса кривизны боковых сторон образца и определении коэффициента трения по специально построенным диаграммам.

Третья глава посвящена исследованию взаимосвязи свойств материала и параметров деформации при производстве прутков и труб, в основном, методом прессования. Проведено сравнение и показано различие решений задачи прессования прутковой заготовки через коническую матрицу, полученных аналитическим методом и методом конечных элементов в программных продуктах РАПИД -2D и DEFORM.

Проведен сравнительный анализ результатов расчета напряженно-деформированного состояния прутковой заготовки в процессе прессования, выполненный при помощи программных комплексов DEFORM-2D и DEFORM-3D при полном

совпадении начальных и граничных условий. Выявлены различия в получаемых решениях, особенно значимые при больших коэффициентах вытяжек.

В главе рассмотрен вопрос управления параметрами Кернса в производстве трубных заготовок из альфа-титановых сплавов. Предложен метод обработки альфа-титановой заготовки с учетом оптимизации параметров Кернса (патент РФ № 2504598).

Проведено исследование влияние вида кривой упрочнения материала и коэффициента вытяжки на глубину проникновения пресс-утяжины в пресс-изделие при прессовании прутка круглого поперечного сечения из круглого контейнера. Задача была решена при помощи программного комплекса QFORM 7. Предложены пути снижения протяженности пресс-утяжины при прессовании заготовок.

Четвертая глава посвящена изучению влияния состояния поставки материала на формоизменение при листовой штамповке. Результаты, полученные при помощи решателей PAM-Autostamp и PAM-Inverse, позволили определить места появления концентраторов напряжений, места большого утонения, а также вероятного появления поверхностных дефектов детали «внутренняя часть капота» из сплава АМг3. Отслежено влияние вида кривой упрочнения на деформированное состояние изделия для метода листовой штамповки.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные при выполнении исследований.

В приложениях приведены акт внедрения результатов диссертационной работы в ряд научно-исследовательских работ для нужд группы компании ООО «Делкам-Урал» и ООО «ПЛИМ Урал», а также благодарственное письмо, полученное от компании ООО «КванторФорм».

В целом материал диссертации изложен достаточно полно, в правильной логической последовательности, включает большое количество иллюстративного материала, имеет все признаки научного исследования и свидетельствует о способности автора диссертации решать актуальные научно-технические задачи по профилю специальности «Обработка металлов давлением» с привлечением методов исследований из смежных научных дисциплин.

Новизна и обоснованность научных положений и результатов диссертации

К основным результатам диссертации, обладающим научной новизной и практической ценностью, относятся следующие разработки автора:

- метод обработки альфа-титановой заготовки с учетом оптимизации параметров Кернса;
- методика изучения трения в процессе осадки призматических образцов;
- сравнительный анализ определения напряженно-деформированного состояния и формоизменения в процессах осадки, прессования и листовой штамповки при различном характере кривых упрочнения деформируемых материалов;
- сравнительный анализ результатов решения краевых задач различными конечно-элементными методами.

Указанные результаты **обоснованы** достаточно глубокими экспериментальными исследованиями.

Это позволяет сделать вывод о **достоверности** полученных разработок.

Ценность полученных результатов для теории и практики

Ценность для теории заключается в результатах математического моделирования процессов осадки, прессования и листовой штамповки, которые расширяют знания об этих процессах деформации: расчет напряженно-деформируемого состояния и тепловых полей, определение формоизменения с учетом сложного характера кривых упрочнения.

Практическую ценность работы представляют метод обработки альфа-титановой заготовки с учетом оптимизации параметров Кернса (патент РФ №2504598); метод изучения трения в процессе осадки призматических образцов (патент РФ №2505797); уточнение приемов алгоритмизации метода конечных элементов (письмо разработчика программного обеспечения) и опыт применения стандартных программных модулей для решения краевых задач по заявкам различных предприятий (акт внедрения ООО «ПЛИМ Урал»).

Оформление диссертации. Публикации по работе

Диссертация написана достаточно грамотно и аккуратно оформлена в соответствии с требованиями к материалам, направляемым в печать.

Материал диссертационной работы достаточно полно опубликован в 18-ти печатных изданиях, в том числе в 11-ти рецензируемых статьях в журналах, рекомендованных ВАК РФ. Получены два патента на изобретения РФ.

Результаты диссертации доложены и обсуждены на научно-технических конференциях, в том числе международной.

Автореферат правильно отражает основное содержание диссертации.

Критические замечания

1. В главе 2 исследован процесс получения круглых дисков путем осадки призматических заготовок. В качестве модельного материала рассмотрен технический свинец. Как можно применить полученные рекомендации для аналогичных процессов осадки других материалов, в том числе в ювелирной промышленности?
2. В главе 3 выполнен сравнительный анализ результатов компьютерного моделирования процесса прессования прутковой заготовки по различным алгоритмам двумерной и трехмерной постановки соответственно системами DEFORM-2D и DEFORM-3D. В диссертационной работе сделан вывод о том, что программный продукт DEFORM в двух вариантах размерности пространства не прошел тестирования при больших деформациях, характерных процессу прессования. Чем вызвано такое расхождение результатов компьютерного моделирования: погрешностями постановки задачи или проблемами самого компьютерного комплекса DEFORM?
3. В главе 3 показано различие результатов конечно-элементного решения задачи прессования заготовок без полости с аналитическим вариантом расчетов, предложенным Л.Г. Степанским. Чем обусловлено это различие? Какой из вариантов решения дает более достоверное описание процесса?
4. Из диссертации неясно, какими критериями качества конечно-элементной сетки пользовались при её построении, а также не исследовано влияние размеров сетки на достоверность полученных результатов.
5. В диссертационной работе применялись три компьютерных комплекса DEFORM, RAM-STAMP и QFORM. Чем обоснован выбор именно этих программ?
6. В диссертационной работе не описаны настройки решателя для конкретных задач компьютерного моделирования. Поэтому полученные результаты не могут быть проверены, а поставленные задачи восстановлены.
7. На стр. 56 диссертационной работы отмечено, что аналогичные попытки применения схемы осадки квадратной в плане заготовки для получения дисков предпринимались зарубежными исследователями, но не указано, в чем преимущества метода, предлагаемого автором.

