



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное
государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Московский
авиационный институт
(национальный
исследовательский
университет)» МАИ
МАИ, Волоколамское ш., д. 4,
Москва, 125993
Факс: 8 (499) 158 29-77, Тел. 8 (499) 156-43-33
E-mail: mai@mai.ru

ОКПО 02056406 ОГРН 1037739180820

ИНН 77-12038445 КПП 77-07-001

М. И. Дедт № 394-6-181

на № _____

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по научной работе
ФГБОУ ВО «Московский авиационный
институт (национальный исследовательский
университет)», д.т.н., профессор



Равикович Ю.А.

2021г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на диссертационную работу Нгуен Чунг Киена «Разработка технологии горячей штамповки эндопротезов из титановых сплавов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 - Обработка металлов давлением.

Актуальность темы диссертационного исследования.

Сегодня в России в год медицинскую помощь по травматологии и ортопедии получают около 5 миллионов пациентов, производится примерно 10 миллионов изделий и проводится около 3 миллионов операций. Поэтому к металлическим имплантатам предъявляются высокие требования к функциональным характеристикам (высокая биосовместимость, надежность, низкий модуль упругости и высокая удельная прочность). Этим требованиям соответствуют титановые сплавы, в частности сплавы типа ВТ6. Технология производства имплантируемых изделий, в частности эндопротезов тазобедренного сустава, должна быть высокоэффективна с экономической точки зрения, чтобы по дизайну, качеству и стоимости выдерживала конкуренцию с аналогичной иностранной продукцией.

В настоящее время эндопротезы изготавливают механической обработкой из титановых плиты. Существующая технология дорога и не всегда обеспечивает требуемый уровень механических свойств. Поэтому необходимость повысить качество и эксплуатационные характеристики, снизить стоимость и трудоёмкость производства эндопротезов за счет разработки технологического процесса штамповки несомненно является актуальной задачей.

Структура и общая характеристика диссертационной работы.

На отзыв представлена диссертация, состоящая из введения, 6 глав, выводов по работе, списка литературы из 118 наименований отечественных и зарубежных авторов. Общий объем работы составляет 119 страниц машинописного текста, в том числе 60 рисунков, 25 таблиц и 2 приложения. Результаты работы отражены в 6 печатных работах, из них 3 статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в Перечень ВАК.

В качестве главной цели автор выдвинул задачу разработки универсальной технологии горячей штамповки титановых сплавов, которую можно применять не только для изготовления эндопротезов, но и для изделий другого назначения из титановых сплавов.

Поэтапно решая в методически грамотной последовательности ряд важных задач, автор в полной мере достиг этой цели, а к числу несомненных достоинств работы следует отнести комплексный характер исследований, основанный на применении:

- современного компьютерного моделирования процессов горячей штамповки в программах Q-FORM 3D и DEFORM 3D;
- экспериментальных исследований по физическому моделированию динамики, как самого процесса штамповки, так и структурных изменений в заготовке;
- опытно-промышленного опробования новых режимов штамповки поковок ножек титановых эндопротезов в открытых штампах.

Во введении дано обоснование актуальности работы, поставлена её цель и задачи исследования, сформулирована научная новизна, практическая ценность, указаны основные положения, выносимые автором на защиту.

В первой главе представлен обзор литературных данных по составу, структуре и механическим свойствам, особенностям нагрева и деформации промышленных титановых сплавов, способам производства титановых полуфабрикатов, технологиям и оборудованию для горячей деформации, работающему, как на отечественных, так и на зарубежных предприятиях. Подробно описаны особенности штамповки изделий из титановых сплавов. Определены основные задачи исследования, способы и пути решения стоящих задач. Показана перспективность направлений, связанных с разработкой технологии горячей штамповки титановых сплавов с применением компьютерного и физического моделирования, базирующихся на теориях пластичности и обработки металлов давлением.

Во второй главе подробно изложена методика проведения исследований, описаны материалы и использованное в работе оборудование. Описаны процессы компьютерного моделирования с помощью программ Q-Form-3D, Deform-3D формоизменения заготовки в процессе горячей объемной штамповки.

В третьей главе представлены результаты компьютерного моделирования горячей

штамповки эндопротеза. Изучено влияние размеров и формы исходной заготовки на распределение температуры, усилие деформации, заполнение гравюры штампа и коэффициент использования металла. Разработан чертёж поковки, конструкция штамповых вставок, и предложены три схемы штамповки из заготовок разной формы. В результате был разработан технологический процесс штамповки эндопротезов и установлено, что технология горячей объемной штамповки может эффективно применяться для производства имплантатов тазобедренного сустава из сплава ВТ6.

В четвертой главе представлены результаты физического моделирования для выбора типов заготовки, рациональной схемы и необходимого оборудования для горячей штамповки эндопротезов. Благодаря смоделированному процессу штамповки титановых эндопротезов в открытых штампах, были выявлены закономерности и особенности заполнения гравюры штампа, характера образования и форма облоя. Предложено изменить технологию штамповки, добавив промежуточную стадию для разделения потоков материала, что позволило снизить энергосиловые параметры процесса в 2 раза.

В пятой главе описана процедура выбора способа получения заготовки для горячей штамповки с точки зрения универсальности изготовления изделий разного типоразмера с минимальными затратами, при сохранении высоких эксплуатационных характеристик эндопротеза. Опробованы две технологии горячей деформации: на основе традиционных подходов по рассчитанным режимам, вторая с дополнительным использованием термоводородной обработкой (ТВО), причем в работе рассматривалось три способа получения заготовок, применяемых в промышленности. После горячей деформации ($\epsilon > 50\%$) по предложенной технологии на всех образцах тип и балл макро- и микроструктуры структуры удалось уменьшить практически в 2 раза. Применение ТВО позволило снизить температуру деформации с 900°C до 750°C , что обязательно повлияет на ресурс инструмента и экономику производства. Кроме того, ТВО дополнительно уменьшила размер пластин альфа фазы после горячей деформации ещё в 2 раза по сравнению с традиционной технологией штамповки.

В шестой главе описана разработка и производство штамповых вставок. Пробная штамповка эндопротезов из титанового сплава ВТ6 по разработанной технологии подтвердила адекватность использованной математической модели и совпадение с данными физического моделирования горячей штамповки.

Содержание диссертационной работы полностью отражает достигнутые автором результаты по поставленной цели и задачам. Работа хорошо структурирована и изложена технически грамотным языком.

Научная новизна работы заключается

- в выборе рациональных схем объемной штамповки, анализе энергосиловых параметров деформирования, а также в определении формы и размеров заготовки на основе методов компьютерного моделирования;
- в оценке особенностей течения металла при горячем деформировании в штампе, адекватности выбора объема и формы заготовки, на основе методов физического моделирования.
- в разработке технологии штамповки для изготовления ножки эндопротеза тазобедренного сустава;
- в оптимизации режимов горячей деформации и выборе рациональной заготовки (её размера и формы).

Достоверность результатов и обоснованность выводов.

Достоверность результатов и обоснованность выводов автора не вызывают сомнений. Для проведения исследований использовалось современное программное обеспечение, оригинальные и взаимодополняющие методики, соответствующие современному научному уровню. Анализ экспериментальных данных позволяет сделать вывод о правильности выбора темы работы.

Наиболее значимые результаты работы.

- Исследование влияния размеров и форм исходных заготовок на технологические параметры процесса горячей объемной штамповки.
- Выбор рациональной схемы, конфигурации заготовок при горячей штамповки эндопротезов из титанового сплава ВТ6.
- Выбор режимов деформации титанового сплава ВТ6 для изготовления эндопротезов.
- Влияние макро и микроструктуры заготовки и способа её производства а так же предложенной технологии горячей деформации на эксплуатационные характеристики эндопротезов из титанового сплава ВТ6.
- Универсальная технология горячей штамповки титановых сплавов, сочетающая компьютерное и физическое моделирование, с выбором рациональной заготовки и предложенными режимами деформации в сочетании с ТВО.

Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы.

Полученные базы данных могут быть использованы при моделировании процесса получения изделий из титанового сплава ВТ6 на предприятиях, занимающихся горячей

объемной штамповкой, а также в учебном процессе при проведении практических занятий и лабораторных работ для студентов, обучающихся в бакалавриате и магистратуре.

Личный вклад автора.

Автор провел аналитический обзор литературы по теме исследования, составил основной план проведения экспериментов. Им изготовлены опытные партии поковок эндопротезов, смоделирован процесс их штамповки в открытых штампах, изучены микро и макроструктуры заготовок и поковок из сплава ВТ6 до и после горячей штамповки, проведена обработка и анализ полученных результатов. Автор участвовал в научных конференциях и подготовке научных статей.

Соответствие автореферата содержанию диссертации.

Содержание автореферата отражает основные положения диссертации. В автореферате изложены основные идеи и выводы диссертации, показан вклад автора в проведённые исследования, степень новизны и практическая значимость результатов работы.

Замечания по диссертационной работе.

1. Раскрывая технологические возможности применения технологии горячей штамповки эндопротезов из титановых сплавов, автор не рассматривает экономические вопросы данной технологии, которые могут ограничивать её применение.

2. Анализируя негативное влияние износа гравюры на конструкции штамповых вставок, соискатель не указывает пути решения данной проблемы.

3. Нет сопоставления механических и функциональных свойств эндопротезов полученных по разным технологиям.

4. В тексте работы имеются грамматические неточности и опечатки.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации, а лишь уточняют и дополняют отдельные положения или являются пожеланиями для дальнейшей работы.

Заключение.

В целом представленная диссертация выполнена на актуальную тему, на высоком научном уровне, полученные результаты имеют научную новизну и практическую значимость. Достоверность результатов не вызывает сомнений и подтверждается опытно-промышленным опробованием разработанных технических решений. Автореферат и публикации полностью соответствуют содержанию диссертации.

Диссертационная работа Нгуен Чунг Киена полностью соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидат технических наук, а её автор, Нгуен Чунг Киена, заслуживает присуждения ученой степени кандидат технических наук по специальности 05.16.05 - Обработка металлов давлением.

Отзыв рассмотрен на заседании кафедры «Материаловедение и технология обработки материалов», протокол № 3б от «18» октября 2021 года.

Результаты голосования: за - 19 чел., против - нет, воздержавшихся - нет.

Отзыв составлен профессором, д.т.н. Скворцовой С.В.

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Московский авиационный
институт (национальный
исследовательский университет),

Кафедра «Материаловедение и технологии
обработки материалов»,
заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент



В.С. Спектор

Почтовый адрес: 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, А-80, ГСП-3,
Тел. 8 (499) 158-43-33
Официальный сайт: <https://mai.ru/>.
Эл. почта: mai@mai.ru.