



НПО ТЕХНОМАШ
ИМ. С. А. АФАНАСЬЕВА

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «РОСКОСМОС»
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«ТЕХНОМАШ» ИМЕНИ С.А. АФАНАСЬЕВА»
(АО «НПО «ТЕХНОМАШ» ИМ. С.А. АФАНАСЬЕВА»)

127018, г. Москва, 3-й проезд Марьиной Рощи, д. 40, а/я 131
тел.: +7(495) 689-50-66, факс: +7(495) 689-73-45
www.tmnpo.ru e-mail: info@tmnpo.ru

ОГРН 1217700647812, ИНН 9715411975, КПП 771501001

ОТЗЫВ

официального оппонента по диссертации БЕЛОЗИР Ирины Ивановны
на тему «Совершенствование технологии свободного дорнования
цилиндрических заготовок из порошковых медно-титановых материалов»,
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 2.6.4. Обработка металлов давлением

Актуальность темы

В диссертационной работе Белозир И.И. решается актуальная задача повышения прочности и стойкости, увеличения срока службы тормозных систем тепловозов, повышение их качества за счет создания упрочненного и уплотненного поверхностного слоя отверстия порошковой втулки.

Характеристика основного содержания работы

Диссертационная работа Белозир И.И. содержит введение, пять глав, заключение, список литературы 119 наименований; 73 рисунка, 7 таблиц, 2 приложения на двух страницах.

Во введении показана необходимость выполнения исследовательской работы, поставлены цели и задачи исследования.

В первой главе «Обработки полых заготовок методом дорнования» дана общая характеристика процессов дорнования, рассмотрены особенности процесса дорнования в порошковых заготовках, приведены методы численного моделирования, рассмотрена роль остаточных напряжений в упрочнении поверхностного слоя заготовок.

В второй главе представлен материал и методы исследования технологии свободного дорнования цилиндрических полых заготовок из порошковых медно-титановых материалов. Для теоретического обоснования свободного дорнования заготовок из порошкового материала использована теория пластичности пористых тел, учитывающая наличие пористости в материале. Представлен программный комплекс Deform-3D, обосновано применение для решения задач дорнования.

В третьей главе в программной комплексе Deform-3D выполнено компьютерное моделирование свободного дорнования заготовок с различной пористостью с учетом размеров инструмента. Сделан анализ напряженно-деформированного состояния, плотности, остаточных напряжений, силы дорнования заготовки с различными геометрическими параметрами и различным инструментом; показаны условия образования дефектов. Установлено изменение силы дорнования в зависимости от условий деформирования.

В четвертой главе выполнено экспериментальное исследование технологических параметров свободного дорнования порошковых пористых заготовок. Экспериментально получена зависимость силы дорнования от технологических параметров и характеристик заготовки. Изучено влияние пористости, степени толстостенности, относительного натяга и угла заборного конуса инструмента на силу дорнования. Исследована структурная неоднородность и деформационное упрочнение, сделан анализ качества после дорнования.

В пятой главе даны технологические процессы свободного дорнования цилиндрических полых заготовок из порошковых материалов. Разработаны технологии свободного дорнования деталей «втулка» и «втулка с фланцем». Показано, что порошковые медно-титановые материалы с содержанием титана 6 % имеют высокие прочностные свойства, износостойкость, достаточно высокую теплопроводность, самосмазываемость.

В заключении автор приводит основные выводы по диссертационной работе.

В приложении даны акты об использовании результатов работы в учебном процессе и на ООО «Лугамаш».

Диссертация И. И. Белозир в полной мере соответствует современной стратегии научного подхода к решению поставленной задачи.

Научная новизна диссертационной работы И.И. Белозир заключается в следующем:

- определено влияние напряженно-деформированного состояния в поверхностном слое центрального отверстия втулки на физико-механические свойства заготовок из порошкового медно-титанового материала при свободном дорновании;

- установлено, что уменьшение исходной пористости материала приводит к росту интенсивности напряжений, увеличению силы дорнования, ширины уплотнённого слоя, уменьшению относительной пористости;

- установлено, что для порошковых заготовок из медно-титановых материалов остаточные окружные и осевые напряжения на образующей поверхности увеличиваются при уменьшении пористости и увеличении степени толстостенности, что влияет на рост твёрдости и улучшение эксплуатационных свойств;

- установлено, что сила дорнования возрастает с увеличением степени толстостенности и высоты заготовки, что обусловлено структурной деформацией большего объёма материала заготовки, при этом плотность поверхностного слоя отверстия изменяется незначительно;

- установлено, что увеличение натяга и угла заборного конуса приводит к увеличению силы дорнования за счёт большого гидростатического сжатия, интенсивности напряжений и деформаций, при этом уменьшается ширина уплотнённого слоя и изменяется характер пластической деформации;

- получены математические модели расчёта относительного уширения и относительного укорочения, уменьшения внутреннего диаметра отверстия втулки, силы дорнования от технологических параметров порошковой заготовки и инструмента, позволяющие выбрать высоту и диаметр заготовки, угол заборного конуса и натяг для получения качественной заготовки после свободного дорнования.

Практическая ценность:

- определены оптимальные параметры технологии свободного дорнования заготовки из порошкового медно-титанового материала: заготовка с исходной пористостью 15 %, величина натяга 0,2 мм, угол заборного и обратного конуса дорна 4°;

- разработана методика оценки качества заготовки, основанная на регрессионных зависимостях параметров: относительного уширения и относительного укорочения, уменьшения диаметра отверстия втулки вследствие упругого последействия, усилия дорнования от натяга, угла заборного конуса дорна и толстостенности заготовки;
- разработаны технологии свободного дорнования порошковых заготовок тонкостенных и толстостенных деталей типа «втулка» и «втулка с фланцем»;
- доказано, что в результате дорнования происходит пластическая деформация и упрочнение внутреннего диаметра заготовки вследствие механического воздействия дорна. Упрочнение поверхностного слоя отверстия происходит за счёт увеличения плотности дислокаций в радиальном направлении на ширину не более 2 мм, при этом микротвёрдость внутренней поверхности отверстия увеличивается до 580 МПа, пористость уменьшается в два раза до 7 % от начальной, металлоёмкость снижается на 30%, износостойкость повышается на 15%, а трудоёмкость изготовления деталей сокращается в 1,2 раза;
- исследование влияния напряженно-деформированного состояния и исходной пористости на изменение плотности, остаточных напряжений и силы свободного дорнования порошковых медно-титановых заготовок проведено в полной мере.

Материалы диссертационной работы используются в учебном процессе ЛГУ им. В. Даля на кафедре материаловедения при подготовке специалистов по направлениям 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» профиль «Композиционные и порошковые материалы, покрытия» и 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» магистерская программа «Функциональные материалы, покрытия».

Результаты работы переданы в технический отдел ООО «ЛУГАМАШ».

Полученные результаты рекомендуется использовать на предприятиях машиностроения при разработке технологических процессов изготовления деталей из порошковых материалов.

Работа выполнена в рамках НИР БМ-1-23 «Создание материалов со специальными свойствами».

Подтверждение публикации основных результатов в научной печати и соответствия содержания автореферата основным положениям диссертационной работы

Диссертационная работа изложена четким, технически грамотным языком, ее содержание в достаточной степени проиллюстрировано графиками и таблицами. Оформление диссертации отвечает требованиям ВАК РФ.

Автореферат диссертации и публикации полностью отражают содержание диссертационной работы.

По теме диссертационной работы опубликовано 18 научных работ, в том числе 4 в журналах рецензируемых ВАК РФ, 2 в журналах рецензируемых в ВАК ЛНР (до 2024 г.).

Материалы диссертации доложены и обсуждены на 9 международных научных конференциях.

Обоснованность и достоверность научных результатов диссертационной работы.

Обоснованность и достоверность основных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы подтверждена комплексом теоретических и экспериментальных исследований. Теоретические исследования выполнены с использованием программного комплекса Deform-3D, сделан глубокий анализ полученных результатов. Экспериментальные исследования выполнены на сертифицированном лабораторном оборудовании по стандартным методикам. Для обработки экспериментальных данных использованы методы математической статистики.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты диссертационной работы рекомендуется использовать в вузах, обучающих студентов по направлениям «Металлургия» и «Технологии материалов и материаловедение» при подготовке бакалавров, магистров и аспирантов, а также на предприятиях машиностроения, занимающихся изготовлением деталей узлов машин методами обработки давлением.

Замечания по диссертационной работе

1. Отсутствуют запатентованные результаты интеллектуальной деятельности, например, на «Способы получения полых изделий из порошковых материалов», несмотря на то что соискателем предложены новые технологические решения.
2. Отсутствует учёт влияния тепловых процессов (зависевших от степени и скорости деформации, теплопроводности материала, коэффициента трения и исходной плотности, варьируемых в пределах от 100 до 300°C), возникающих при холодном деформировании спечённых пористых заготовок (Ti-Cu), на реологические свойства конечного продукта.
3. Название темы диссертации не полностью соответствует объёму выполненных работ. В разделе «Научная новизна» п. 4 отмечается, что сначала проводится, свободное дорнование, а далее по тексту идёт описание силового дорнования «...силы дорнования от технологических параметров порошковой заготовки и инструмента, позволяющие выбрать высоту и диаметр, угол заборного конуса и натяг для получения качественной заготовки после свободного дорнования». Таким образом, диссертант разрабатывал комбинированное дорнование, включающее сначала свободное дорнование, а затем силовое дорнование с применением дорна.

Указанные замечания не снижают ценность выполненных исследований.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Белозир И.И. «Совершенствование технологии свободного дорнования цилиндрических заготовок из порошковых медно-титановых материалов», является законченной научно-квалификационной работой, в которой за счет выполненных автором исследований решена актуальная задача повышения эксплуатационных свойств цилиндрических порошковых деталей типа «втулка» из медно-титанового материала на основе разработки технологии свободного дорнования тонко- и толстостенных заготовок. Выносимые на защиту результаты соответствуют следующим направлениям исследований паспорта научной специальности 2.6.4: п.1 «Исследование и расчёт деформационных, скоростных, силовых, температурных и других параметров разнообразных процессов обработки давлением металлов, сплавов и композитов»; п.2 «Исследование способов,

