

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Во Фан Тхань Дата** на тему «РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СОСТАВНЫХ ЗАГОТОВОК АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА РС-356 И ТИТАНА ВТ1-0 ОСАДКОЙ С КРУЧЕНИЕМ», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 – Технологии и машины обработки давлением.

Диссертация посвящена решению актуальной задачи, направленной на разработку, моделирование и проектирование технологии получения изделий из составных заготовок из алюминия и титана посредством осадки с кручением. Биметаллические осесимметричные заготовки из разнородных сплавов позволяют, с помощью обработки давлением, создавать облегченные, коррозионно – и теплостойкие изделия.

Работа конкретно посвящена решению технологической проблемы по изготовлению составных изделий из несвариваемых между собой материалов - алюминиевого сплава РС-356 (ТУ 24.42.00-002-4669951-2019, ГОСТ Р 71758-2024) и технического титана марки ВТ1-0 по ОСТ 1 90012-81, ГОСТ 19807-91 (далее титана ВТ1-0) методом осадки с кручением на угол не более 180 градусов. Технология воплощена с применением инструментов цифрового проектирования на примере разработки заготовки, обеспечивающей возможность изготовления биметаллических изделий, в том числе деталей типа «диск биметаллический».

В автореферате кратко излагается содержание пяти глав. В первой главе представлены исследования осадки цилиндрических заготовок, в том числе осадкой с кручением, способы получения порошковых заготовок и методы их осадки, методы определения энергосиловых параметров, используемых в процессах обработки металлов давлением. Показано, что вопросы разработки технологических процессов осадки с кручением для производства составных изделий, из алюминиевого сплава РС-356 и титана ВТ1-0 недостаточно изучены.

Во второй главе приведена методика исследования параметров сопротивления деформации алюминиевого сплава РС-356, основанная на сочетании экспериментальных данных и математического моделирования. Формообразование составных изделий осуществляли за одну непрерывную операцию, включающую на первом этапе осадку без кручения на величину 40-50% с последующим включением вращения верхнего бойка с углом вращения до 180 градусов.

В третьей главе подробно рассмотрен процесс аппроксимации экспериментальных зависимостей типа «напряжение текучести – деформация» с использованием уравнения Хензеля–Шпиттеля, учитывающего влияние термомеханических параметров. Определение коэффициентов модели осуществлялось методом наименьших квадратов с применением программных средств MATLAB и Microsoft Excel. Это позволило осуществить моделирование процесса осадки пакета из 2 заготовок за 2 перехода до высоты 2,0 ... 2,1 мм со скоростью осевого перемещения инструмента 2 мм/сек с угловой скоростью вращения 36 градусов в секунду с целью получения составного изделия из алюминиевого сплава РС-356.

В четвёртой главе представлены результаты проведенных испытаний на сжатие образцов РС-356 для построения кривых «напряжение текучести – деформация», определения энергосиловых и температурных параметров и изучения микроструктуры при их деформировании осадкой без кручения и с кручением. Эксперименты по получению составного изделия из алюминиевого сплава РС-356 и титана ВТ1-0 выполнены по двух переходной схеме, включающей нагрев матрицы на 550 °С и кручение на 108 градусов.

В пятой главе выполнен анализ полученных результатов исследований. Дано сравнение теоретических кривых напряжения текучести с экспериментальными данными,

полученными при осадке образцов из алюминиевого сплава РС-356. Осадка составных заготовок с учетом найденных параметров деформации позволила получить изделия с малозаметной границей контакта, структура превращается в механическую смесь мелкозернистых фрагментов. Анализ фазовой диаграммы Ti – Al и химического состава секторов показал, что образовавшиеся в процессе формообразования сравнительно прочные фазы Ti_3Al , $TiAl_2$ в зоне соединения обеспечивают надежное соединение материалов ($Ti_3Al - \sigma_B = 220 \dots 600$ МПа, $TiAl_2 - \sigma_B = 350 \dots 580$ МПа).

Основными научными результатами работы являются:

- зависимости напряжения текучести от величины деформации алюминиевого сплава РС-356 на основе уравнения Хензеля-Шпиттеля, для моделирования процесса деформации алюминиевого сплава РС-356 в интервале температуры 20-450 °С применима реологическая модель с 9-ю коэффициентами, а модель с 5-ю коэффициентами – для процессов холодной деформации заготовок;
- зависимости величины деформации на увеличение температуры заготовок из алюминиевого сплава РС-356 в температурном диапазоне 20-450 °С при скоростях деформации 0,001; 0,01 и 0,4 сек⁻¹;
- металлографические результаты процесса получения составных изделий из алюминиевого сплава РС-356 и титана BT1-0 методом осадки с кручением с углами поворота бойка до 108 градусов.

Предложенные диссертантом выводы и рекомендации соответствуют цели и задачам исследования, являются убедительными и достоверными. Это способствуют методической постановке и решению организационных, технических и программных вопросов, связанных с их использованием в учебном процессе Московского политехнического университета при обучении аспирантов по научной специальности 2.5.7 «Технологии и машины обработки давлением».

По автореферату имеются замечания.

- 1) Автор ограничился исследованием одного алюминиевого сплава и титана BT1-0 и неясна применимость полученных результатов к другим материалам.
- 2) Нет анализа технологического оборудования для изготовления подобных деталей.
- 3) Каким образом можно управлять технологическими параметрами процесса изготовления составных заготовок?

Однако отмеченные замечания не снижают ценности работы и важность полученных в ней расчетно-экспериментальных результатов.

Автореферат диссертации Во Фан Тхань Дата показывает многосторонний подход в решении поставленной проблемы. Работа является законченной в объемах сформулированных задач. Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор, Во Фан Тхань Дат заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 – Технологии и машины обработки давлением.

к.т.н., старший научный сотрудник
ФАУ ЦИАМ им. П.И. Баранова

Подпись Исакова В.В. заверяю:
Ученый секретарь ФАУ
«ЦИАМ им. П.И. Баранова»
д.э.н., доцент



Исаков Владимир Владимирович

01.09.2025

Джамай Екатерина Викторовна

Федеральное автономное учреждение

«Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова»

111116 г. Москва, ул. Авиамоторная, 2. Тел (485) 362-40-25

vvisakov@ciam.ru

Я, Исаков Владимир Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Во Фан Тхань Дата на тему «РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СОСТАВНЫХ ЗАГОТОВОК АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА РС-356 И ТИТАНА ВТ1-0 ОСАДКОЙ С КРУЧЕНИЕМ»,