

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Чана Динь Хынга** на тему «РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОШТАМПОВКИ ЛИСТОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ, С ПРИМЕНЕНИЕМ ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДАМИ 3D-ПЕЧАТИ», 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 микроштамповки цветных сплавов инструментом, изготовленным 3D-печатью. Инструмент является базовой составляющей технологии обработки металлов давлением, поэтому исследования по поиску эффективных конструкторско-технологических решений могут улучшить характеристики деталей и снизить трудоемкость их изготовления.

Работа конкретно посвящена решению технологической проблемы микроштамповки листовых деталей из меди М1, латуни Л63 и алюминия А5, применяемых в микроэлектронной промышленности. Технология воплощена на примере разработки по вытяжке детали «Стаканчик» с применением инструментов цифрового проектирования. Исследовательская часть содержит такие этапы, как проектирование детали, выбор технологического процесса, проведение экспериментов, анализ результатов с помощью инструментов цифровой метрологии.

В автореферате кратко излагается содержание шести глав. В первой главе представлены исследования в области микроштамповки и показана проблема «масштабного фактора», возникающая при разработке технологических процессов листовой штамповки малоразмерных деталей, особенно менее 10 мм. Во второй главе приведена методика исследования, выбираются параметры технологических операций вырубки, вытяжки и пробивки по известным аналитическим уравнениям, определяются механические свойства материала по методу одноосного растяжения. В третьей главе представлены результаты компьютерного проектирования и моделирования процесса вытяжки для разных значений коэффициентов подобия. Обосновано уравнение расчета максимальной силы по методике многофакторного планирования эксперимента. В четвертой главе дана последовательность операций изготовления и оценены точностные характеристики инструмента, полученного из металлов и полимеров по технологиям 3D-печати. Разработано специализированное оборудование для выполнения операций микроштамповки. В пятой главе исследован износ поверхности инструмента и осуществлена валидация полученных результатов с результатами численного моделирования. В шестой главе показаны примеры изготовления нескольких микродеталей, которые могут быть внедрены в микроэлектронную промышленность, выполнено обсуждение полученных результатов.

Основными научными результатами работы являются:

- комплексные исследования технологии микроштамповки с помощью миниатюрных инструментов, изготовленных аддитивными методами;
- математическая модель пятифакторного уравнения регрессии изменения максимальной силы деформирования от технологических параметров;
- результаты экспериментальных исследований, полученных на специализированном стенде, представляющем из себя мехатронную систему, оснащённую датчиками измерения силы и контроля перемещения пуансона;
- точностные характеристики инструментов микродеформирования для формообразующей и разделительной операций при помощи бесконтактной системы 3D-сканирования.

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 перспективным внедрением инструментов цифрового производства на предприятиях, повышением качества и точности изготовления продукции.

По автореферату имеются замечания.

1) Представленный литературный обзор основан на работах зарубежных исследователей.

2) Нет анализа технологического оборудования для изготовления подобных деталей.

3) Отсутствуют конкретные требования к деталям, которые предъявляются в микроэлектронной промышленности.

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

Аннотация диссертации Чана Д.Х. 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, Чан Динь Хынг 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

Исаков Владимир Владимирович

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



Джамай Екатерина Викторовна

04.04.2025

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 Чана Динь Хынга на тему «РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОШТАМПОВКИ ЛИСТОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ, С ПРИМЕНЕНИЕМ ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДАМИ 3D-ПЕЧАТИ»,