

В диссертационный совет 24.2.327.05
при ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт»
(национальный исследовательский университет)
125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4,
А-80, ГСП-3, МАИ

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Фам Ван Нгок
«Совершенствование технологии изготовления полых осесимметричных
изделий с фланцем методом комбинированного выдавливания в
изотермических условиях», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 2.6.4 – Обработка металлов
давлением

Актуальность темы

Изделия различной формы из алюминиевых сплавов, обладающие малой массой, находят широкое применение в современной технике, в том числе в авиастроении. К ним относятся осесимметричные полые изделия с фланцем, которые, как правило, получают многооперационной горячей объемной штамповкой. Повысить эффективность их производства можно путем создания температурно-скоростных условий процесса, соответствующих изотермической горячей штамповке в условиях вязкого или вязкопластического течения материала. В ряде случаев это позволяет получать изделия сложной геометрической формы за один переход штамповки за счет реализации больших степеней деформаций, обеспечить повышение КИМ вследствие снижения напусков и припусков, снизить технологическую силу.

В современной технической литературе отсутствуют в достаточном количестве данные о механических свойствах алюминиевых сплавов в условиях кратковременной ползучести, что увеличивает сроки подготовки производства. Режимы штамповки требуют длительной экспериментальной отработки. Разработка на основе экспериментально полученных данных математической модели, учитывающей зависимость сопротивления материала деформированию от скорости деформаций, температуры деформирования и процентного содержания магния в алюминиевом сплаве, позволит существенно облегчить выбор рациональных технологических параметров процессов изотермической штамповки при использовании её в современных программных комплексах компьютерного моделирования процессов ОМД.

Одной из проблем при изотермическом горячем выдавливании является потеря устойчивости заготовки, приводящая к образованию дефектов типа «прострел» и «утяжина», что сопровождается потерей качества поковок и ограничивает предельные возможности формоизменения. Разработка функциональных зависимостей показателя устойчивости процесса формоизменения от геометрических параметров заготовки и условий трения при изотермическом комбинированном выдавливании полых осесимметричных изделий с фланцем позволит прогнозировать дефектообразование на этапе технологических расчетов и исключить брак.

Таким образом, работа, направленная на теоретическое и экспериментальное обоснование рациональных режимов изотермического комбинированного выдавливания полых осесимметричных изделий с фланцем из алюминиевых сплавов, обеспечивающих получение поковок с отсутствием дефектов формы за одну операцию штамповки, несомненно, является актуальной.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из введения, 5 разделов, заключения. Работа изложена на 192 страницах машинописного текста, содержит 72 рисунка, 15 таблиц, список использованных источников из 129 наименований, 5 приложений. По своему содержанию, объему и оформлению диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

В диссертационной работе обоснованы актуальность поставленной в работе задачи, ее научная новизна и практическая ценность, приведены положения, выносимые на защиту, и краткое содержание разделов диссертации.

Выполнен обзор современного состояния технологии горячей изотермической штамповки алюминиевых сплавов. Проведен анализ причин возникновения дефектов типа «прострел» и «утяжина» на поверхности поковок при горячем изотермическом выдавливании полых осесимметричных изделий. Отмечены критерии оценки устойчивости заготовки при выдавливании, позволяющие прогнозировать образование поверхностных дефектов, приведены примеры использования инструментов имитационного компьютерного моделирования для диагностики и прогнозирования дефектов.

В работе приведена методика построения изотермической кривой текучести алюминиевых сплавов. Представлен химический состав, механические, физические свойства исследуемых материалов, обоснован выбор размеров образцов, испытательного оборудования, температурно-скоростных условий деформирования.

На основе результатов натурного и вычислительного экспериментов получена обобщенная математическая модель сопротивления

деформированию сплавов системы Al-Mg в диапазоне температур $T=20...450$ С, скоростей деформаций $\dot{\xi}=0,001...0,4$ с⁻¹, процентного содержания магния Mg=2...6%. Определены константы предложенной модели, позволяющие использовать ее в современных программных комплексах для моделирования процессов обработки металлов давлением.

Большое внимание уделено моделированию горячего изотермического комбинированного выдавливания полых осесимметричных изделий с наружным фланцем. Представлены результаты расчета напряженно-деформированного состояния и кинематики течения материала в очаге деформаций, а также натурального эксперимента. Приведены регрессионные модели поля Гартфильда в зависимости от хода инструмента, геометрических параметров заготовки и условий трения на контактных поверхностях инструмента и заготовки при анализе дефектообразования.

Как логичный итог, сформулированы рекомендации по расчету сопротивления деформированию алюминиевых сплавов и разработке технологических процессов изотермической горячей штамповки с учетом возможного дефектообразования. Приводятся основные результаты и выводы по выполненной работе.

Приложения к диссертации содержат Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, результаты экспериментальных исследований по построению индикаторных диаграмм при сжатии цилиндрических образцов из исследуемых материалов и соответствующие им изотермические кривые текучести в заданных диапазонах изменения скорости деформаций и температуры, результаты металлографических исследований, расчеты поля Гартфильда, а также сведения об использовании результатов исследований в учебном процессе.

В тексте диссертации приведены необходимые ссылки на использованные источники. Некорректных заимствований в диссертации не обнаружено.

Автореферат.

Объем автореферата составляет 22 страницы, включая 4 рисунка и 1 таблицу. Структура и содержание автореферата идентичны структуре и содержанию диссертации.

Научную новизну представляют

- впервые полученные эмпирические формулы для описания реологических свойств алюминиевых сплавов системы Al-Mg (AMg₂, AMg₃, AMg₅, AMg₆) при деформировании в области значений скорости деформации 0,001-0,4 с⁻¹ в холодном, полугорячем и горячем состоянии, в том числе, в условиях, близких к изотермическим, отличающиеся от известных учетом процентного содержания магния в деформируемом материале и обеспечивающие высокую сходимость расчетных и экспериментальных значений;

- впервые выявленная взаимосвязь между параметром, характеризующим потерю устойчивости (образование дефекта типа «утяжина» и/или «прострел») заготовки при её комбинированном выдавливании в изотермических условиях, и параметрами, характеризующими геометрию заготовки, геометрию стенки выдавливаемого полуфабриката, а также условия контактного трения и разработаны математические модели, отражающие выявленные взаимосвязи.

Практическая значимость:

- разработаны научно-обоснованные режимы комбинированного выдавливания в условиях горячей изотермической деформации осесимметричного изделия с фланцем, позволяющие управлять устойчивостью заготовки при её комбинированном выдавливании;

- разработаны рекомендации для проектирования технологии горячей изотермической штамповки осесимметричных изделий с развитым фланцем из алюминиевых сплавов системы Al-Mg;

- разработан алгоритм и получено свидетельство на программу для ЭВМ для построения изотермической кривой текучести и расчета коэффициентов математической модели сопротивления деформации;

- разработан алгоритм и получено свидетельство на программу для ЭВМ для прогнозирования текущего значения напряжения текучести при фиксированных значениях величины деформации, скорости деформации, температуры и процентного содержания магния в сплаве системы Al-Mg на основе модели сопротивления деформации. Данный алгоритм может быть применен на этапе подготовки производства для оценки значения силы деформирования.

Соответствие паспорту научной специальности

Содержание диссертации соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.6.4. «Обработка металлов давлением»: 1,5,6.

Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается использованием известных научных гипотез, теоретических методов, корректных ограничений и допущений, использованием современных программных комплексов, испытательного оборудования, регистрирующей аппаратуры и подтверждаются соответствием результатов теоретических исследований экспериментальным данным.

Основные результаты и выводы по диссертационной работе соответствуют поставленным задачам исследования и подтверждают положения научной новизны и практической значимости.

Замечания по работе

1. В работе не рассмотрены вопросы оценки предельных возможностей формоизменения изотермического комбинированного выдавливания осесимметричных деталей с развитым фланцем, которые могут ограничиваться не только дефектами формы («утяжина», «прострел»), но и разрушением материала заготовки вследствие исчерпания ресурса пластичности в краевых участках фланца.

2. Недостаточно внимания уделено исследованиям силовых режимов комбинированного выдавливания и напряженно-деформированного состояния в очаге деформации в зависимости от геометрических параметров поковки и технологических режимов штамповки. Результаты таких исследований могут быть полезны при назначении рациональных параметров процесса и определении допустимых степеней деформации.

3. В работе желательно было бы привести, например, в главе 5, в качестве примера описание предлагаемого технологического процесса, включающее количество операций, режимы их выполнения и значение силовых параметров (силы резки заготовки, силы штамповки и т.п.).

4. Рекомендации по проектированию технологических процессов изотермического комбинированного выдавливания полых осесимметричных изделий с фланцем (п.п. 5.3, 5.4) изложены излишне кратко. Желательно было бы показать поля распределения параметров, характеризующих напряженно-деформированное состояние и график силы, позволяющий выбрать оборудование для выполнения формообразующей операции.

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертации.

Заключение:

В целом представленная диссертация выполнена на высоком уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная научно-технологическая задача повышения качества полых осесимметричных изделий с фланцем, связанное со снижением риска образования дефекта типа «утяжина» и/или «прострел» посредством совершенствования технологии штамповки за счет управления устойчивостью заготовок при их комбинированном выдавливании в изотермических условиях. Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 8 научно-технических конференциях, опубликованы в 21 печатной работе, в том числе 5 статьях в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в области теории и технологии горячего изотермического выдавливания изделий ответственного назначения для деталей машин и механизмов техники, имеющей применение в различных отраслях.

Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Фам Ван Нгок, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.4. - Обработка металлов давлением.

Официальный оппонент:

Черняев Алексей Владимирович
профессор кафедры
«Механика и процессы пластического формоизменения»
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
доктор технических наук, доцент



« 12 » 09 2023 г.

Адрес организации: 300012, г. Тула, проспект Ленина, 92
Наименование организации: ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Телефон: +7 (4872) 734-444
Электронный адрес: info@tsu.tula.ru

