

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 работы

Горячая изотермическая штамповка цветных сплавов является одним из прогрессивных направлений обработки металлов давлением, направленных на получение точных сложнопрофильных деталей высокого качества и повышенным коэффициентом использования металла в сравнении с традиционной горячей объемной штамповкой.

В диссертационной работе Фам Ван Нгок выделен объект исследования - полые осесимметричные детали из алюминиевого сплава системы Al-Mg (АМг6), характеризующиеся наличием развитого фланца (диаметр фланца составляет 1,5-2 диаметра центральной части изделия при отношении диаметра фланца к его толщине не более 85). При их формообразовании есть вероятность образования дефектов типа утяжина и прострел, что снижает качество изделия. В данном случае качество изделия определяется двумя параметрами: 1) наличие дефекта на штампованном изделии; 2) протяженность (глубина) дефекта в тело штампованного изделия. Поиск научно обоснованных технологических решений, обеспечивающих получение бездефектных штампованных изделий с коэффициентом использования металла более 0,3 является актуальной научно-технологической задачей.

Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных результатов и выводов, библиографического списка из 129 наименований и включает 192 страницы машинописного текста, содержащего 72 рисунка, 15 таблиц, 5 приложений.

Автором рассмотрены особенности технологии горячей изотермической штамповки алюминиевых сплавов, основные типы формируемых при этом дефектов, критерии оценки устойчивости заготовки при комбинированном выдавливании, проанализированы параметры технологии, оказывающие влияние на характер течения деформируемого материала, а также функциональные зависимости, описывающие реологические свойства деформируемых алюминиевых сплавов.

Проведены экспериментальные исследования реологических свойств алюминиевых сплавов группы Al-Mg, в том числе AMg2, AMg3, AMg5, AMg6; на основании обобщения результатов предложены регрессионные модели их сопротивления деформации в температурно-скоростном диапазоне: $T \in [20; 450] \text{ } ^\circ\text{C}$ и $\dot{\epsilon}_i \in [0,001; 0,4] \text{ c}^{-1}$. Для оценки возможности применения регрессионных моделей посредством математического моделирования выполнен анализ напряженно-деформированного состояния при горячей изотермической штамповке полых осесимметричных изделий с фланцем и разработана методика диагностики и прогнозирования дефектов. Предложены математические модели, обеспечивающие управление устойчивостью заготовки при её комбинированном выдавливании на этапе формирования фланца. Представлены рекомендации по проектированию процесса комбинированного выдавливания полого осесимметричного изделия с фланцем в изотермических условиях, а также научно-обоснованные режимы комбинированного выдавливания. Реологические модели встроены в прикладное ПО, на которое получены свидетельства о государственной регистрации, предназначенное для определения силы деформирования на этапе разработки технологического процесса горячей изотермической штамповки сплавов системы Al-Mg.

Научная новизна работы состоит в обобщении результатов теоретических и экспериментальных исследований, в том числе исследований реологических свойств сплавов системы Al-Mg в широком диапазоне термомеханических параметров: , а также исследований, направленных на изучение устойчивости заготовки при формировании фланца, составляющего 1,5-2 диаметра центральной части осесимметричного изделия и получаемого путем комбинированного выдавливания в условиях горячей изотермической деформации. В результате сделанного в работе обобщения получены:

1) функциональные зависимости для описания реологических свойств алюминиевых сплавов системы Al-Mg от термомеханических параметров и процентного содержания магния для области значений скорости деформации $0,001-0,4 \text{ c}^{-1}$ и области значений температуры $20-450 \text{ } ^\circ\text{C}$.

2) функциональные зависимости, устанавливающие взаимосвязь между параметром, характеризующим потерю устойчивости (образование дефекта типа утяжина и прострел) заготовки при её комбинированном выдавливании в изотермических условиях, и параметрами, характеризующими геометрию (соотношение высоты к диаметру) заготовки, геометрию (соотношение высоты свободной части к толщине) стенки выдавливаемого изделия, а также условия контактного трения и величину рабочего хода инструмента.

Практическая значимость работы заключается в разработке и научном обосновании технологических решений по применению технологии горячей изотермической штамповки для изготовления полых осесимметричных изделий с фланцем. Полученные функциональные зависимости и научно-обоснованные рекомендации могут быть использованы на этапе разработки и внедрения технологических процессов горячей изотермической штамповки деталей из сплавов системы Al-Mg, рассмотренных в диссертации, в том числе:

1) режимы комбинированного выдавливания в условиях горячей изотермической деформации осесимметричного изделия с фланцем, позволяющие управлять устойчивостью заготовки при её комбинированном выдавливании;

2) рекомендации для проектирования технологии горячей изотермической штамповки осесимметричных изделий с развитым фланцем из алюминиевых сплавов системы Al-Mg и алгоритм прогнозирования дефектообразования, полученный на основе расчета поля Гартфилда;

3) прикладная программа для построения изотермической кривой текучести и расчета коэффициентов математической модели сопротивления деформации, на которую получено свидетельство о государственной регистрации, и результаты которой могут быть использованы во второй прикладной программе;

4) прикладная программа 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, на которую получено свидетельство о государственной регистрации.

Практическое использование результатов работы состоит во внедрении отдельных результатов исследований в учебный процесс, что подтверждается актами внедрения результатов диссертационной работы в учебный процесс вузов в РФ и Вьетнама.

Достоверность выводов основана на использовании современных методов исследований, апробации и верификации результатов теоретических исследований. Корреляция результатов математического моделирования и экспериментальных исследований оценивалась методами статистического анализа – критерий корреляции Пирсона и коэффициент детерминации R^2 .

Перспективы дальнейшей разработки

Полученные в диссертации результаты для исследуемой детали с фланцем, изготавливаемой из сплава АМг6 и имеющей диаметр в 1,5-2 раза больше диаметра его центральной части и отношение диаметра фланца к его толщине не более 85, могут быть перенесены на аналогичные полых осесимметричных деталей с фланцем изготавливаемые из сплавов АМг2, АМг3, АМг5 и имеющих различный

масштабный фактор. Для этого могут потребоваться дополнительные исследования для проверки основных зависимостей, полученных в данной диссертации.

В качестве замечаний по диссертации можно отметить следующее:

1. В главе 3 диссертационной работы получены функциональные зависимости, описывающие реологические свойства алюминиевых сплавов системы Al-Mg в диапазоне температур от 20 до 450 °С. Требуется пояснения выбор столь широкого диапазона значений температур при определении модели сопротивления деформации, применяемой в последующем для моделирования технологии горячей изотермической штамповки.
2. В диссертационной работе недостаточно полно освещен вопрос о формировании интерметаллидов при температурах деформирования выше 400 °С и их влиянии на выбор температуры пластической деформации алюминиевых сплавов системы Al-Mg. Для сплавов этой системы может быть характерно растрескивание поковок и штамповок при температурах горячей обработки давлением. В частности, рекомендации о выборе температур для предотвращения растрескивания приводятся в отраслевом стандарте ОСТ-92-1619-87. Не ясно исследовался ли данный вопрос в диссертации и в каком объеме.

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертации.

Заключение:

Представленная диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно - квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения по управлению устойчивостью заготовки из сплава АМгб при формировании фланца, составляющего 1,5-2 диаметра центральной части осесимметричного изделия, получаемого путем комбинированного выдавливания в условиях горячей изотермической деформации.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 8 научно-технических конференциях, опубликованы в 21 печатной работе, в том числе 5 статей в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в области разработки технологии горячей изотермической штамповки и проектирования штампового инструмента для её реализации.

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 порядке присуждения 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:

ГОЛОВКИН Павел Александрович
кандидат технических наук
начальник лаборатории входного
контроля материалов АО «Плутон»

Подпись Головкина Павла Александровича удостоверяю

Начальник отдела кадров



А.Е. Чвырева

Адрес организации: 105120, Москва, ул. Нижняя Сыромятническая, 11
АО «Плутон»

Электронный адрес: p.golovkin@pluton.msk.ru

Телефон: +7 (495) 730-36-19