

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Нгуен Хань Тоан «Исследование закономерностей процесса формообразования осесимметричных составных заготовок из сплавов цветных металлов методом осадки с кручением», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.4 - «Обработка металлов давлением»

В настоящее время биметаллические материалы нашли очень широкое применение во всех высокотехнологичных отраслях промышленности, потому что кроме обеспечения повышенных эксплуатационных свойств и снижения массы изготовленных из них деталей, они успешно обеспечивают надежную защиту корпусных и силовых изделий общего и специального машиностроения от воздействия агрессивных сред. Кроме того, изделия из биметаллических материалов играют очень важную роль в создании систем автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами в металлургии, автомобилестроении, станкостроении и энергетике.

Проанализировав имеющиеся гибридные заготовки, Соискатель установил, что они изготовлены из однородных либо разнородных материалов, отличающихся по прочности, маркам и толщине. Гибридные заготовки были предварительно сварены или соединены каким-либо другим способом и пригодны для изготовления готовых изделий или их полуфабрикатов способом объемной штамповки.

Исследуя различные способы получения гибридных заготовок в том числе сварку лазерным лучом, соединение трением с перемешиванием (Friction-Stir Welding FSW) и метод интенсивной пластической деформации горячей прокаткой Соискатель объективно показал их преимущества и недостатки и предложил новый, оригинальный способ изготовления гибридных заготовок осадкой с кручением. При этом способе, пакет, состоящий из нескольких заготовок из сплавов на основе титана, алюминия и меди ОТ4-1, АМг2, АМг6, БрХ0,8, деформируется вращающимся и движущимся поступательно инструментом. В работе Соискатель убедительно доказал, что высокое качество соединения обеспечивается за счет диффузионных процессов, возникающих при реализации разработанных термомеханических параметров деформации не только при осадке с кручением, но и при последующей объемной штамповке.

Определение указанных параметров являлось главной целью представленной диссертационной работы.

Учитывая отсутствие в настоящее время в указанной области технологических разработок теоретических и экспериментальных данных по изготовлению гибридных заготовок, диссертационная работа, направленная на отработку технологии изготовления и исследования качества указанных заготовок, является актуальной.

Значительной теоретической заслугой Соискателя явилось определение функциональных зависимостей между сопротивлением деформации титанового сплава ОТ4-1 и термомеханическими параметрами деформации (температура, скорость и величина деформации) в широком диапазоне температур, в том числе в температурных интервалах горячей объемной штамповки.

Существенным экспериментальным успехом Соискателя явилось установление зависимости, отражающей влияние скорости скольжения деформируемого металла на контактное трение в процессе осадки с кручением заготовок из медного сплава БрХ0,8, позволяющей повысить точность моделирования процесса получения гибридных заготовок методом осадки с кручением.

В работе обоснованно уделено большое внимание изучению влияния термомеханических параметров деформации на макро- и микроструктуру гибридного материала, и качество соединения, образовавшегося в процессе изготовления гибридных заготовок из сплавов ОТ4-1, АМг2, АМг6, БрХ0,8. С помощью металлографических методов исследований и замеров микротвердости в многочисленных контрольных зонах изготовленных изделий, автор убедительно подтвердил высокое качество штампованных поковок, изготовленных предложенным способом.

На основе проведенных аналитических и экспериментальных исследований Соискателю удалось разработать эффективную методику проектирования технологического процесса с применением компьютерного имитационного моделирования для изготовления способом осадки с кручением гибридных заготовок из однородных и разнородных материалов.

Полученные соискателем результаты исследований содержат научную новизну, заключающуюся в следующем:

1. Впервые предложены реологические модели титанового сплава ОТ4-1 с применением уравнений Хензеля - Шпиттеля с 9-ю и 5-ю неизвестными коэффициентами методом осадки цилиндрических образцов с учетом различных термомеханических параметров в диапазоне 20 - 800°C и скоростей деформации 0,001 - 0,4 с<sup>-1</sup>. Показано, что установленная функциональная зависимость (уравнение Хензеля - Шпиттеля с 9-ю неизвестными коэффициентами)

обеспечивает высокую точность расчета энергосиловых параметров в процессе осадки с кручением с погрешностью меньше 8,5%.

2. Впервые изучена структура гибридных заготовок из цветных сплавов ОТ4-1, АМг2, АМг6, БрХ0,8 полученных формообразованием в различных температурно-скоростных условиях деформации осадкой с кручением.

3. Впервые предложена функциональная зависимость, отражающая влияние скорости скольжения материала заготовки на контактное трение при осадке с кручением заготовок из медного сплава БрХ0,8. Функциональная зависимость применена в разработанной подпрограмме «friction.sliding\_velocity», позволяющей в процессе компьютерного моделирования определять скорость скольжения, что повышает точность моделирования процесса осадки с кручением заготовок из данного материала на 10-15%..

Рассматриваемая работа имеет большое практическое значение, заключающееся в следующем:

- на основе анализа структурных изменений материала гибридных заготовок из цветных сплавов ОТ4-1, АМг2, АМг6, БрХ0,8 до и после процесса осадки с кручением в зависимости от температурно-скоростных параметров разработаны научно-обоснованные режимы холодной и горячей деформации с кручением осесимметричных заготовок для получения качественных соединений гибридных заготовок, что подтверждено результатами исследования микроструктуры и микротвердости.

- впервые получены гибридные заготовки из двух разнородных материалов с высоким качеством соединения и полуфабрикат детали, что свидетельствует о возможности для их дальнейшего применения при изготовлении деталей типа «кронштейн», обладающих комплексом механических и структурных свойств, достаточных для эксплуатации.

- впервые получены полуфабрикаты из гибридных заготовок с двумя разнородными материалами (типа «кронштейн» и «колпачек») и гибридная заготовка с тремя слоями материалов (алюминиевый сплав АМг2 и медный сплав БрХ0,8). Установлено, что полученные полуфабрикаты и заготовки имеют высокое качество соединения, что подтверждено результатами исследований микроструктуры и микротвердости получаемых гибридных заготовок.

Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне. Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием современных средств и методик проведения исследований, в том числе компьютерного моделирования.

По работе имеется следующее замечание:

- для более полной и объективной оценки качества материала и зоны соединения гибридных заготовок, изготовленных способом осадки с кручением,

целесообразно подвергнуть указанные изделия современным методам неразрушающего контроля.

Сделанное замечание не влияет на качество проведенных исследований, выполненных на высоком экспериментальном и техническом уровне, а также на научную новизну. Работа имеет большую практическую значимость. Поставленные в работе задачи решены, цель достигнута.

Диссертационная работа Нгуен Хань Тоана является завершенной квалификационной работой, удовлетворяющей требованиям пп.9-11, 13 и действующего «Положения Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842», предъявляемого к кандидатским диссертационным работам. Автор диссертации Нгуен Хань Тоан заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.4 - «Обработка металлов давлением».

И. о. главного технолога ОАО «ВИЛС»

Согласие на обработку персональных данных – подтверждаю

Д.С. Князев

24.04.2024

Адрес: 121596, Москва, ул. Горбунова, д. 2  
Телефон (рабочий): +7(495)287-74-00 доб. 2100.  
Адрес электронной почты: dmitry\_knyazev@oaovils.ru

Ведущий инженер

Научно-технологического бюро

производства жаропрочных

сплавов и специальных сталей ОАО «ВИЛС»

Согласие на обработку персональных данных – подтверждаю

П.А. Клевков

24.04.2024

Адрес: 121596, Москва, ул. Горбунова, д. 2  
Телефон (рабочий): +7(495)287-74-00 доб. 2103.  
Адрес электронной почты: Pavel\_klevkov@oaovils.ru

Подпись Князева Дмитрия Сергеевича и Клевкова Павла Анатольевича – подтверждаю.

И.о. начальника службы управления персоналом ОАО «ВИЛС»



Е. В. Беликова