ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Фомина Алексея Александровича «Влияние сопротивления деформации иридия и сплавов платины на формоизменение этих материалов в процессах штамповки», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением

Актуальность темы диссертации

Диссертация Фомина А.А. посвящена совершенствованию процессов изготовления изделий из сплавов платины и иридия, а также изучению реологических свойств этих материалов. Иридий и сплавы платины нашли широкое применение в промышленности, однако, они мало изучены. Например, информация о сопротивлении деформации, необходимая для разработки технологических процессов ОМД, практически отсутствует. Основными изделиями из указанных материалов являются платиновые стеклоплавильные аппараты для получения стекловолокна, в том числе оптоволокна, и иридиевая тигельная аппаратура для получения оптических монокристаллов. Оптоволокно и оптические монокристаллы применяются при создании информационно-телекоммуникационных систем, которые согласно Указу Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899 включены в приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации. В связи с этим, диссертационную работу, направленную на совершенствование технологии штамповки дна стеклоплавильного агрегата из платиновых сплавов и разработку технологического процесса производства цельноштампованного тигля из иридия, **следует считать актуальной**.

Кроме того, актуальность работы подтверждает то, что она выполнена в рамках следующих научных программ:

- Федеральная целевая программа «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» Министерства образования РФ, государственный контракт от 22 марта 2010 г. № 02.740.11.0537;

- «Разработка научных основ физики и механики обработки металлов давлением с целью создания энерго- и ресурсосберегающих инновационных технологий производства металлургической продукции ответственного назначения» (гос. задание №11.1369.2014/К от 18.07.2014);

- Проект № 17 «Разработка технологии производства цельноштампованных донышек фильерных питателей шириной до 180 мм» и проект N19 «Разработка технологии производства цельноштампованных изделий из иридия» согласно приказу №7-2013 от 17.04.2013 г. генерального директора ООО «ЕЗ ОЦМ –

ИНЖИНИРИНГ» Гроховского С.В. и генерального директора ОАО «ЕЗ ОЦМ» Боровкова Д.А.

Структура и содержание диссертации

Диссертация содержит введение, 4 главы, заключение, список литературы из 63 наименований и 2 приложения. Работа изложена на 129 страницах машинописного текста, включая 91 рисунок и 8 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, указаны цели и задачи исследований, подчеркнута научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе представлен достаточно подробный аналитический обзор по теме диссертации. Приведены имеющиеся данные о физико-механических свойствах иридия, платины и ее сплавов. Рассмотрены области применения изделий из указанных материалов, описаны используемые в промышленности способы холодной штамповки фильерного дна стеклоплавильного агрегата из сплавов платины и методы производства иридиевых тиглей с бесшовным дном.

Особое внимание уделено описанию программных продуктов, используемых для определения напряженно-деформированного состояния в диссертационной работе.

По результатам аналитического обзора сформулированы задачи диссертационной работы.

Во второй главе представлены ход и результаты исследования сопротивления деформации сплавов платины и технически чистого иридия.

При изучении свойств платиновых сплавов была применена комбинированная методика, состоящая в растяжении проволочных образцов в условиях небольших степеней деформации и измерения условного предела текучести для образцов с высокой степенью нагартовки. В итоге получены кривые упрочнения для сплавов ПлРд-10, ПлРд-10ДУ и ПлПдРдРу 81-15-3,5-0,5 в достаточно широком диапазоне степеней деформации в холодном состоянии.

Также описаны горячие пластометрические испытания иридия марки И99,9. Построены кривые упрочнения в диапазоне температур 800…1400 °С при скоростях деформации 0,2…20 $с^{-1}$. Получена аналитическая зависимость сопротивления деформации иридия от степени, скорости и температуры деформации, позволяющая рассчитать уровень сопротивления деформации иридия при любом значении указанных факторов в исследованных пределах. Анализ, полученных данных, позволил определить особенности упрочнения иридия.

Третья глава посвящена анализу первой операции стандартной технологии производства фильерного дна стеклоплавильных сосудов из сплавов платины. Описаны

дефекты, заключающиеся в виде различий заполнения первого и второго полуряда каждого ряда выступов заготовки по форме, вследствие несимметричного заполнения отверстий штампа. Описанные дефекты оказывают отрицательное влияние на последующие операции штамповки и приводят к поломке формообразующих бойков.

Для решения проблемы заполнения штампа поставлена и решена аналитическим методом краевая задача холодной штамповки одного канала стеклоплавильного аппарата, получены формулы для оценки энергосиловых параметров. С помощью пакета ABAQUS проведен анализ деформированного состояния одного канала стеклоплавильного аппарата при холодной штамповке. Для моделирования многоканальной штамповки дна применен программный комплекс DEFORM.

Результаты моделирования показали, что увеличение шага обработки заготовки до значения, кратного расстоянию между двумя соседними рядами выступов, приводит к более симметричному и полному заполнению отверстий штампа. Разработанное рацпредложение внедрено в производственную деятельность ОАО "Екатеринбургский завод по обработке цветных металлов".

В четвертой главе разработана технология горячей вытяжки цельноштампованного иридиевого тигля. Для этого были предложены и исследованы четыре варианта технологий. Моделирование процесса было выполнено при помощи программных комплексов PAM-STAMP и QFORM.

Анализ результатов моделирования показал, что вариант вытяжки за один переход с применением неподвижного прижима и матрицы специальной формы позволяет получить качественное изделие. В настоящий момент разработанная технология проходит этап аппаратурного оформления для дальнейшего внедрения в производство на ОАО «ЕЗ ОЦМ».

В заключении сформулированы полученные при выполнении исследований результаты.

В приложениях приведены акты внедрения результатов диссертационной работы, предоставленные ОАО «Екатеринбургский завод по обработке цветных металлов» и ООО «ЕЗ ОЦМ – Инжиниринг».

Оценивая содержание диссертационной работы, следует отметить, что материал исследования изложен в правильной логической последовательности и достаточно полно раскрывает этапы большой научно-исследовательской работы от постановки задач до разработки внедренных рацпредложений.

Новизна и обоснованность научных положений и результатов диссертации

К основным результатам диссертации, обладающим существенной научной новизной и практической ценностью, относятся следующие разработки автора:

- получение данных о реологических свойствах платиновых сплавов ПлПдРдРу 81-15-3,5-0,5, ПлРд-10 и ПлРд-10ДУ в достаточно широком диапазоне степеней деформации;
- получение данных о реологических свойствах технически чистого иридия при температурах 800 – 1400 °С и скоростях деформации 0,2, 2 и 20 $с^{-1}$, ранее не описанных в литературных источниках;
- выявление закономерностей заполнения штампа при многорядной штамповке дна стеклоплавильного аппарата из сплавов платины;
- определение закономерностей пластического течения иридия при горячей листовой штамповке.

Указанные выше результаты и положения диссертационной работы основаны на применении современных вычислительных методов и пакетов программ, на статистической обработке полученных данных, что дает полное основание считать их **достоверными**.

Ценность полученных результатов для теории и практики

Теоретическая ценность диссертационной работы заключается в получении данных о реологических свойствах иридия и сплавов платины, которые расширяют знания об особенностях деформации этих материалов, а также в результатах расчетов деформированного состояния заготовок в процессах холодной и горячей штамповки указанных материалов в производственных условиях.

Практическую ценность работы представляют рекомендации по совершенствованию процесса листовой штамповки дна стеклоплавильного агрегата из сплавов платины (акт внедрения ОАО «Екатеринбургский завод по обработке цветных металлов», г. Верхняя Пышма) и разработка технологии горячей штамповки иридиевых тиглей (акт внедрения ООО «ЕЗ ОЦМ – ИНЖИНИРИНГ», г. Верхняя Пышма).

Оформление диссертации. Публикации по работе

Диссертация написана достаточно грамотно и весьма аккуратно оформлена в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011. Отдельные опечатки и описки не препятствуют пониманию излагаемого материала.

Материалы диссертационной работы достаточно полно опубликованы в 10-ти печатных трудах, в том числе в трех рецензируемых статьях в журналах, рекомендованных ВАК РФ. Одна статья вошла в международную базу Scopus.

Все публикации соответствуют теме диссертации. Автореферат правильно отражает основное содержание диссертации.

Критические замечания

1. В пункте 2.3 описана методика проведения горячих пластометрических испытаний иридия. Максимальная температура испытаний составляет 1400 °С. Какие при этом использовались нагреватели камерной печи и из чего были изготовлены бойки?
2. В пункте 3.2 приведена проверка аналитического решения задачи холодной штамповки одного канала стеклоплавильного аппарата. Чем еще может быть вызвано сильное отличие расчетного усилия от фактического, кроме пренебрежения силами трения? Также результаты расчета приведены не в единицах системы СИ.
3. В пункте 3.4 показано, что высота выступов увеличилась примерно в 1,5 раза. На мой взгляд, на второй операции штамповки большая высота выступов может привести к обрывности фильер. Наблюдается ли такое явление на практике? Если да, то какие технологические приемы используются для решения этой проблемы?
4. Из описания постановки задачи в пункте 4.2.3 не понятно, что представляет собой неподвижный прижим, и как он реализован при моделировании. Является ли эта идея разработкой автора, или ее применение на практике было осуществлено ранее?

Заключение

Указанные выше замечания не снижают научной и практической ценности результатов выполненной работы и не оказывают существенного влияния на общую положительную оценку выполненной диссертационной работы.

Диссертация А.А. Фомина является законченной, самостоятельной научно-квалификационной работой, в которой рассмотрены вопросы создания новых и совершенствование существующих технологических процессов штамповки изделий из иридия и сплавов платины, приведены новые данные, описывающие зависимость сопротивления деформации от степени деформации для сплавов платины в холодном состоянии и для иридия в горячем состоянии. Работа содержит решение актуальных задач, связанных с решением краевых задач процессов горячей и холодной штамповки аналитическим и конечно-элементным методами, что имеет существенной значение для развития обработки металлов давлением.

Рассмотренная диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор, Фомин А.А., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Официальный оппонент
доктор технических наук, профессор,
лауреат премии Совета Министров СССР,
профессор кафедры "Мехатроника"
ФГБОУ ВПО «Уральский Государственный Университет Путей Сообщения» Готлиб Борис Михайлович

Адрес: 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66
Дата: 30.11.2015
E-mail: BMGotlib@usurt.ru
Тел.: +7 (343) 221-24-06

Подпись Б.М. Готлиба заверяю,
ученый секретарь ученого совета УрГУПС Т.И. Бушуева