

На правах рукописи



Вагнер Арсений Владиславович

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ
ШТАМПОВКИ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ
ИЗ МЕДИ И ЕЕ СПЛАВОВ**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание
степени магистра по направлению **Металлургия (150400.68)**
магистерская программа – **Обработка давлением металлов и сплавов**
(150400.68.03)

Красноярск 2014

Работа выполнена на кафедре обработки металлов давлением Института цветных металлов и материаловедения Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет»

Научный руководитель:

Бер Владимир Иванович кандидат технических наук, доцент

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент Истомин Виталий Николаевич

Защита диссертации состоится «9» июля 2014 г. в 9:00 часов в ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» по адресу:
660025, г. Красноярск, пр. Красноярский рабочий, 95, ауд. 104 л.

С авторефератом магистерской диссертации можно ознакомиться на сайте СФУ <http://edu.sfu-kras.ru/engineering> и в архиве открытого доступа: <http://elib.sfu-kras.ru>

Руководитель магистерской программы:

доктор технических наук,
профессор



С. Б. Сидельников

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. В настоящее время в России активно разрабатывается космическая программа, строится как специализированные аппараты стратегического назначения, так и аппараты гражданского типа, например навигационные спутники. Питание спутников осуществляется по средствам солнечной батареи, которой необходимо периодически поворачиваться и улавливать солнечную энергию. Для этого предусмотрена система поворота солнечной батареи, в которой используется такой элемент, как токосъемное кольцо, обеспечивающие электрическую связь, команды и сигналы между вращающейся солнечной батареей на космический аппарат, как при вращении, так и в остановленном состоянии. Фиксация его осуществляется по средством механического контакта с обеих сторон. Помимо прочего токосъемные элементы должны обладать пружинящими свойствами и поэтому они изготавливаются из сплава БрБ2, так как этот материал обладает высоким уровнем прочностных и упругих свойств. Требования к их изготовлению ужесточены.

Предмет исследования – разработка технологии штамповки деталей электротехнического назначения, а также оценка структуры и механических свойств полученных образцов.

Цель работы: создание технологии, увеличение коэффициента использования металла, уменьшение количества брака при получении деталей с высокой износостойкостью.

Для достижения целей решаются следующие **задачи**:

- создание новой технологии получения заготовок для токосъемных колец из сплава бериллиевой бронзы БрБ2 с заданными размерами и свойствами;
- разработка штамповой оснастки для их изготовления.

Научная новизна работы

1. Создана новая технология получения полуфабрикатов из сплава БрБ2, которая привела к повышению коэффициента использования металла в несколько раз.
2. В результате использования метода холодной листовой штамповки обеспечена проработка структуры изделия, что несомненно положительно отразится на механических свойствах детали.

Практическая значимость работы

1. Разработана новая технология получения токосъемного элемента.
2. Новый подход к созданию изделия позволяет сократить затраты на его изготовления, а так же улучшить механические свойства.
3. Результат исследований показывает, что при высоких скоростях необходимо применение промежуточной термообработки, которое снижает вероятность разрушения образца.
4. Результаты используются в отрасли космического машиностроения.

Личный вклад автора

Все результаты исследований получены в соавторстве при личном участии автора, основными из которых являются: разработка штамповой оснастки;

обработка и анализ результатов исследований свойств полуфабрикатов из БрБ2; экспериментальные исследования образцов из бериллиевых сплавов.

Место выполнения диссертации. Кафедра обработки металлов давлением института цветных металлов и материаловедения Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет».

Место прохождения международной стажировки. Международная Академия менеджмента и технологий «INTAMT»(г. Дюссельдорф, Германия).

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы представлены на конференциях и конгрессах: ежегодный Международный конгресс «Цветные металлы» (Красноярск, 2013г.), ежегодная Всероссийская научно-техническая конференция Сибирского федерального университета с международным участием «Молодежь и наука» (Красноярск, 2013-2014 гг.); научно-техническая конференция магистрантов «Специальное инженерное образование: подготовка современных инженерных кадров» (Красноярск, 2013г.).

Публикации. Результаты диссертационной работы отражены в 5 печатных трудах, 1 из которых опубликован в журнале, входящих в перечень изданий, рекомендуемых ВАК.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, двух глав и заключения. Содержит _ страниц машинописного текста, _ рисунков, _ таблиц, библиографический список из _ позиций и _ приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы и сформулирована цель работы, отмечается ее новизна и практическая значимость.

В первой главе рассматриваются характерные черты материала из которого изготавливается полуфабрикат, его механические и физические свойства. Так же приведены отрасли где применяется данный материал в качестве деталей ответственного назначения, благодаря ряду специфических свойств. Проанализированы методы получения полуфабриката для токосъемного элемента с заданными свойствами.

Проведенный анализ научно-технической литературы позволил сделать следующие выводы.

1. Бериллиевые бронзы являются уникальным материалом для электроники и электротехники

2. Современное использование полуфабрикатов из бериллиевых бронз осваивает перспективные отрасли: компьютерную технику, модемную и сотовую связь, добычу нефти и газа.

3. Производители бериллиевых бронз предлагают заказчику полуфабрикаты с широкой гаммой механических свойств, достигаемой как пластической деформацией, так и различными видами термической обработки, но при этом существует вероятность наличия анизотропии свойств.

4. Метод холодный листовой штамповки в полной мере обеспечит выполнение заданных заказчиком требований.

На основании сделанных выводов сформулированы задачи диссертационной работы.

Во второй главе представлена методика определения степени деформации по переходам и метод для изготовления колец - листовая штамповка. В результате чего получили открытое сверху, полое изделие (стаканчик) с заданными (или близкими к заданным) размерами. При этом были проведены расчеты переходов при вытяжке без утонения и с утонением, определены размеры полуфабрикатов по переходам, составлена схема раскроя, вычислен диаметр плоской заготовки и выбрано оборудование. Расчеты показали, что для получения такого изделия требуется шесть переходов вытяжки, причем необходима, как минимум, одна операция промежуточной термообработки.

Для определения возможности осуществления данной технологической схемы была спроектирована штамповая оснастка и проведены экспериментальные исследования. На рисунке 1 приведен чертеж универсального вытяжного штампа для получения деталей заданных размеров, а на рисунке 2 - детализация одного из переходов вытяжки.

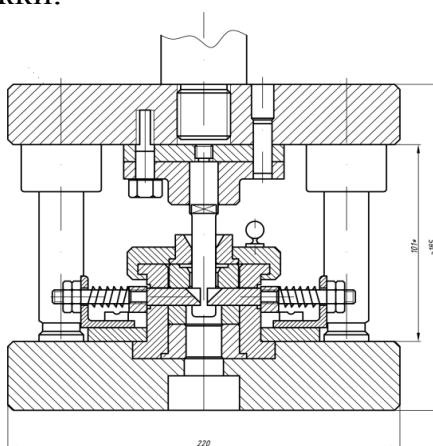


Рисунок 1 – Чертеж вытяжного штампа

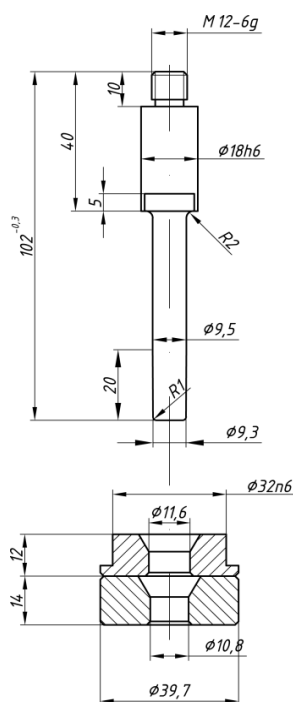


Рисунок 2 - Один из вариантов рабочего инструмента для получения полуфабриката с наружным диаметром 10,8 мм

Так же представлены исследования влияния скорости деформирования на процесс осадки и изучение микроструктуры получаемых образцов.

Со скоростью 5 мм/с было произведено четыре перехода вытяжки и полученный образец подвергли металлографическому анализу. Исследования показали, что при большой скорости зерно дробится интенсивнее, но из-за упрочнения материала после четвертого перехода происходит разрушение, и, следовательно, необходимо применять промежуточную термическую обработку (закалку). Закалка позволяет снять остаточные напряжения после деформирования и нормализовать структуру, ее целесообразно применять после третьего перехода. Размер зерна и твердость на третьем переходе составляет: $12,4 \pm 2,4$ микрометров и 314 ± 19 HV, а после закалки и окончательной вытяжки: $17,3 \pm 5,4$ микрометров и 268 ± 5 HV. Полученный полуфабрикат подвергали далее старению и твердость составила 427 ± 4 HV. На рисунке 3 приведена структура образца.

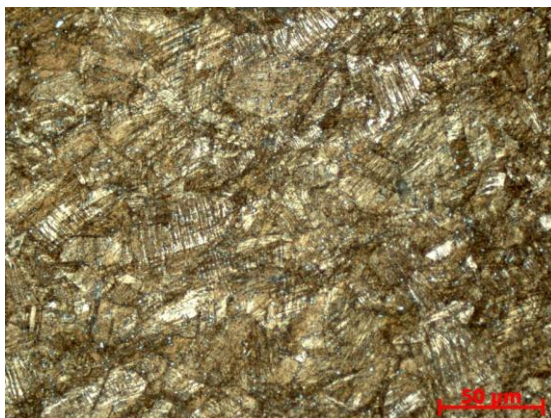


Рисунок 3 - Микроструктура образца после шестой вытяжки с увеличением $\times 500$

В заключении представлены основные выводы и результаты работы.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Разработана новая технология получения токосъемного оборудования позволяющая снизить трудоемкость изготовления колец.
2. Благодаря новой технологии значительно сократилось количество брака, а так же увеличился в десятки раз коэффициент использования металла.
3. Проработана структура и увеличена износостойкость детали.
4. Изучена структура готовых полуфабрикатов и исследована зависимость скорости деформирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная технология холодной листовой штамповки позволяет получить деталь с меньшими затратами, которая полностью отвечает поставленным требованиям.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

1. Вагнер, А. В. Разработка штамповой оснастки для получения заготовок для токосъемных колец из бериллиевой бронзы / А.В.Вагнер, А.Н.Коробкин // Молодежь и наука: сб. материалов IX Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, посвященной 385-летию со дня основания г.Красноярска [Электронный ресурс] . – Красноярск, 2013. Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2013/thesis/s007/s007-028.pdf>

2. Вагнер, А. В. Проектирование технологии и инструмента для получения токосъемных колец специального назначения / С.Б.Сидельников, В.И.Бер, Т.А.Орелкина, А.Н. Коробкин, А.В.Вагнер // Цветные металлы-2013: Сб. научн. статей. – Красноярск: Версо, 2013. – С. 612 – 613

3. Вагнер, А. В. Разработка технологической схемы получения токосъемных колец из бериллиевой бронзы с помощью методов листовой штамповки / С.Б.Сидельников, В.И.Бер, Т.А.Орелкина, А.Н.Коробкин, А.В.Вагнер // Известия МГТУ «МАМИ». Научный рецензируемый журнал. Серия 2. Технология машиностроения и материалы. – М., МГТУ «МАМИ», №2(16), 2013, т.2. – С. 45 – 48. **(издание, рекомендуемое ВАК).**

4. Вагнер, А. В. Разработка новой технологии штамповки заготовок электротехнического назначения из медных сплавов / А.В.Вагнер // Специальное инженерное образование – подготовка современных инженерных кадров [Электронный ресурс] : тезисы I региональной научно-технической конференции магистрантов 19 ноября 2013 года / Сиб. федерал. ун-т ; отв. за вып. Е. А. Шипилова. - Электрон. текстовые дан. (PDF, 14,8 Мб). - Красноярск : СФУ, 2013. – С.25 – 28.

5. Вагнер, А. В. Исследование влияния скорости деформации на технологические параметры вытяжки заготовок из бериллиевой бронзы / А.В.Вагнер // Молодежь и наука: Всероссийской научно-технической конференции с международным участием [Электронный ресурс]. – Красноярск: Сиб.федер.ун-т, 2014.