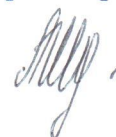


На правах рукописи



Иванов Александр Геннадьевич

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
ЛИСТОШТАМПОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ ДЛЯ НУЖД
КОСМИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ**

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:

доцент, кандидат технических наук, Бер Владимир Иванович

Рецензент:

Доцент, кандидат технических наук, 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 последнее время неизменно растет интерес крупных промышленных предприятий к технологиям гибки труб и профилей. Виды гибки и принципы работы оборудования изучают специалисты, занимающиеся развитием производства в судостроении, энергетическом машиностроении, автомобилестроении, авиа- и космическом машиностроении. Наиболее высокие требования к изогнутому профилю или трубе предъявляют автомобильная и аэрокосмическая промышленности.

В настоящий момент при изготовлении деталей космического машиностроения необходимо осуществлять плавные гибы прямоугольных полых изделий из алюминиевых сплавов (волноводов). Эту проблему решают с помощью использования громоздких угловых вставок и пайки (рис. 1), в результате чего увеличивается трудоемкость процесса, возникают дополнительные экономические затраты, а качество сварного шва ухудшает распространение СВЧ-волн внутри волновода, что ведет к его разогреву.

Таким образом, актуальным является разработка новых технологий гибки волноводов, имеющих малую толщину стенки и сечение прямоугольной формы.

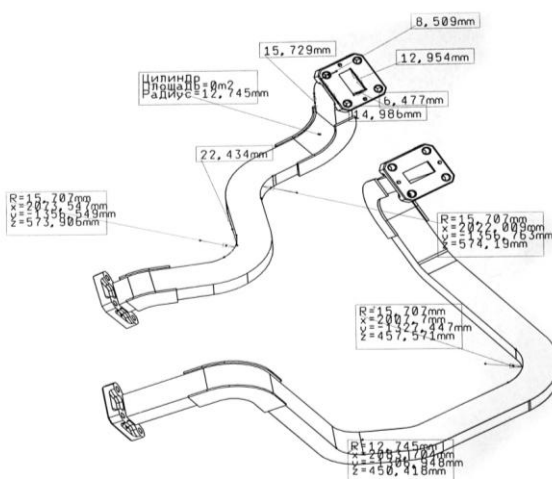


Рисунок 1 – Форма волновода

Данная диссертация выполнена в рамках научно-исследовательской работы по заказу ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева, г. Железногорск.

Предмет исследования – совершенствование существующей конструкции волноводов ориентированных под разными углами за счет получения плавных гибов методами обработки металлов давлением.

Цель работы: Разработка технологии гибки волноводной трубки прямоугольного сечения из алюминиевого сплава АД31 с толщиной стенки 0.65мм на угол 90 градусов с возможно минимальным радиусомгиба.

Для ее достижения решаются следующие задачи:

- исследование существующих способов и схем гибки тонкостенных профилей прямоугольного сечения;
- разработка новых установок и способов гибки тонкостенных профилей прямоугольного сечения;
- выбор наполнителя волновода для осуществления процесса гибки с получением требуемых свойств;
- исследование и анализ существующих сборных вариантов волноводов;
- изготовление новых сборных вариантов.

Научная новизна работы

1. На основании экспериментальных данных и расчетов получено подтверждение, что традиционными способами гибки для относительно малых толщин стенки невозможно получить гнутый волновод прямоугольного сечения из сплава АД31 на угол 90 градусов для радиусагиба с соотношением S/R (где S -толщина стенки, R -радиусгибки) в интервале $0,04 \div 0,05$ без изменения толщины стенки на внешнем радиусе в пределах допуска и без гофрообразования на внутреннем радиусе и боковой стенке.

2. Разработаны новые наполнители для осуществления процесса гибки волноводов прямоугольного сечения из сплава АД31 на угол 120 градусов с толщиной стенки 0.65мм.

Практическая значимость работы

1. Разработаны новые установки для гибки волноводов, позволяющие осуществлять гибку на угол 120 градусов.

2. Предложены новые сборные варианты, которые в свою очередь имеют ряд преимуществ перед существующими.

3. Результаты могут быть использованы в производстве деталей космического машиностроения.

Личный вклад автора

Все результаты исследований получены в соавторстве при личном участии автора, основными из которых являются: разработка новых конструкций установок для гибки волноводов; подбор наполнителей для гибки волноводов; разработка технологии получения новых сборных вариантов.

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: ежегодная Всероссийская науч-

но-техническая конференция Сибирского федерального университета с международным участием «Молодежь и наука» (Красноярск, 2013г.); научно-техническая конференция магистрантов «Специальное инженерное образование: подготовка современных инженерных кадров»; всероссийская научно-практическая конференция «металлургия: технологии, управление, инновации, качество» (Новокузнецк, 2013г)

Публикации. Результаты диссертационной работы отражены в 3 печатных трудах.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения. Содержит 80 страниц машинописного текста, 66 рисунков, 6 таблиц, библиографический список из 26 позиций и 1 приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы и сформулирована цель работы, отмечается ее новизна и практическая значимость, а так же отражены результаты международной стажировки.

В первой главе проведен анализ номенклатуры изделий трубчатого и прямоугольного сечения получаемых гибкой, их области применения, материалы из которых они изготавливаются, ведущих производителей оборудования для гибки; классификация оборудования в зависимости от назначения, так же рассмотрены основные схемы и способы гибки существующие на сегодняшний день, проанализировано несколько вариантов применяемых для гибки волноводов.

Проведенный анализ научно-технической и патентной литературы позволил сделать следующие выводы.

1. Одной из основных тенденций развития в области гибки является гибка тонкостенных труб и профилей, что значительно усложняет процесс гибки.

2. Выбор наполнителя для волноводной трубки играет значительную роль в процессе гибки и должен, в свою очередь, обеспечивать необходимую жесткость и одновременно быть пластичным.

3. Существующие способы и оборудование для гибки позволяет гнуть трубы и профиля только лишь с толщиной стенки более 1мм, в качестве материала в основном используются стали. Это определяет актуальность разработки новых способов и схем гибки, которые позволили бы осуществлять гибку более тонкостенных образцов из различных сплавов.

4. Целесообразна разработка так же новых наполнителей, которые бы могли обеспечивать требуемые свойства при гибке тонкостенных образцов.

На основании сделанных выводов сформулированы задачи диссертационной работы.

Во второй главе представлены несколько разработанных и собранных установок на кафедре обработки металлов давлением для гибки профилей прямоугольного сечения, одна из которых позволила осуществить гибку волноводной трубки на 120 градусов с требуемым качеством поверхности (рис.2). В качестве наполнителя использовался свинец.

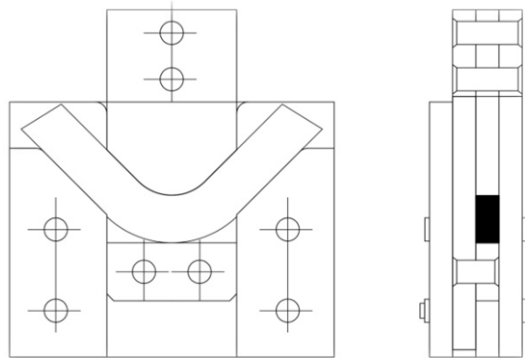


Рисунок 2 – Схема установки для гибки волноводов на угол 120°

Образец представлен на рисунке 3:



Рисунок 3 – Образец волновода с угломгиба 120°

Так же во втором разделе описаны параметры, которые были получены с помощью моделирования процесса гибки в программном пакете Deform™ 3D, что существенно помогло при проектировании конструкции и проведении процесса на практике.

Представлен расчет, который подтверждает и доказывает, что процесс получения плавных гибов волноводов на угол 90° с применением процесса гибки невозможен и остается нерешенным. Поэтому возникает необходимость в проектировании сборного варианта, лучшего по своим характеристикам от существующих.

В лаборатории кафедры ОМД разработано два сборных варианта (рис.4) и (рис.5):



Рисунок 4 – Сборный вариант №1

Второй вариант схож по конструкции с вариантом №1, но отличается технологией изготовления и меньшим количеством сварных швов, что в свою очередь значительно улучшает распространение СВЧ волн внутри волновода и снижает сопротивление, которое ведет к разогреву.

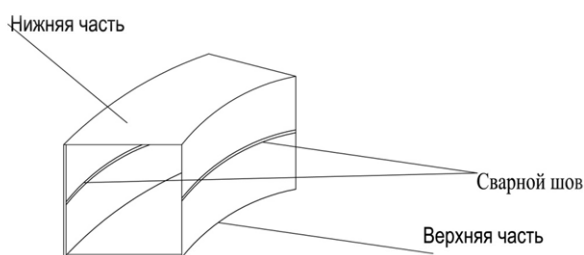


Рисунок 5 – Сборный вариант №2

Описаны некоторые из преимуществ данных сборных вариантов.

В заключении представлены основные выводы и результаты работы, а так же рекомендации по гибке.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Разработана и собрана установка для гибки волноводов, которая позволяет осуществлять гибку на 120° .
2. Разработано несколько вариантов наполнителей для волноводов, которые позволяют осуществлять бездефектную гибку.
3. Проанализированы существующие способы и схемы гибки тонкостенных профилей, как в России, так и за рубежом.
4. Проанализирована существующая технология изготовления и конструкция сборных вариантов волноводов, определены недостатки, пути совершенствования.
5. Разработаны два новых сборных варианта, которые будут иметь ряд значительных преимуществ перед существующими.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты позволяют усовершенствовать технологию получения плавных гибов волноводов, как на угол 90° (сборные варианты), так и на большие углы (гибка с применением установки разработанной на кафедре ОМД).

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

1. **Иванов А.Г.** Исследование и разработка технологии производства листоштампованных деталей сложной формы для нужд космического машиностроения / А.Г. Иванов/ Молодежь и наука: сб. материалов IX Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, посвященной 385-летию со дня основания г. Красноярск [Электронный

ресурс]. – Красноярск, 2013. Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2013/thesis/s007/s007-014.pdf>

2. **Иванов А.Г.** Исследование и разработка технологии производства листоштампованных деталей сложной формы для нужд космического машиностроения/ В.И. Бер, С.Б Сидельников, А.Г.Иванов/ *Металлургия: технологии, управление, инновации, качество: труды XVII Всероссийской научно-практической конференции / под ред. Е.В. Протопопова; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: /СибГИУ, 2013. – 414 с., ил.С 171-173*

3. **Иванов А.Г.** Исследование и разработка технологии гибки волноводов сложной формы для нужд космического машиностроения/А.Г.Иванов/ *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.35-39.*