

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.М. МАШЕРОВА»

Факультет математики и информационных технологий

Кафедра инженерной физики

Допущена к защите

4 . 06 2018 г.

Заведующий кафедрой



Краснобаев Е.А.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ПОВЕРХНОСТНОЕ ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ
АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Специальность 1-31 80 05 «Физика»

Круглешова Антона Александровича,
магистранта

Научный руководитель:

Рубаник Василий Васильевич,
доктор технических наук, член-
корреспондент Национальной
академии наук Беларуси

Витебск, 2018

Реферат

Магистерская диссертация 49 с., 24 рис., 3 табл., 26 источников, 2 прил.

УЛЬТРАЗВУК, КОЛЬЦЕВОЙ ВОЛНОВОД, АМПЛИТУДА, ЧАСТОТА, ИЗГИБНЫЕ КОЛЕБАНИЯ.

Объект исследования – технология чистовой обработки поверхностей.

Предмет исследования – обработка алюминия и его сплавов ультразвуком.

Цель работы – исследование чистовой ультразвуковой обработки алюминиевых сплавов.

Методы исследования: описательно-аналитический, сравнительно-сопоставительный, статистический, индуктивный, экспериментальный.

Элементы новизны: кольцевой волновод и его вариации для применения в ультразвуковой поверхностной обработке металлов.

Теоретическая и практическая значимость: теоретическая значимость заключается в обобщении результатов, полученных в работе и их систематизации, практическая значимость состоит в получении более качественной обработки и уменьшении геометрических параметров акустической системы за счёт внедрения новых форм.

Оглавление

Введение	4
1 Обзор литературы, патентный поиск, физика процесса.....	5
1.1 Физика ультразвука.....	5
1.2 Описание типичной ультразвуковой установки.....	11
1.3 Безабразивная ультразвуковая финишная обработка.....	12
2 Проектирование и изготовление волновода.....	15
2.1 Создание твердотельной модели	15
2.2 Технология изготовления волноводов	18
3 Моделирование работы кольцевых волноводов в программном пакете ANSYS	20
4 Экспериментальное исследование кольцевых волноводов	25
4.1 Описание оборудования	25
4.2 Проведение эксперимента и снятие характеристик	27
4.3 Определение теплового поля на поверхности волноводов	28
4.4 Исследование состояния поверхности алюминиевого образца после обработки кольцевым волноводом.....	30
5 Разработка коммерческого решения для безабразивной ультразвуковой финишной обработки металлических поверхностей.....	33
Заключение.....	40
Список использованных источников.....	41
Приложение А.....	44
Приложение Б.....	45

Введение

На сегодняшний день ультразвук широко применяется в различных областях, особенный интерес лежит в области обработки материалов. Такая обработка характеризуется большой частотой и малыми амплитудами работы инструмента, которые практически не разрушают материал. Поэтому такими ультразвуковыми системами проводится ультразвуковая финишная чистовая обработка изделий из металлов. Данный метод применяется наравне с другими видами обработки, но имеет ряд преимуществ и отличительных черт по сравнению с другими видами механической обработки металлов. Рабочий инструмент такого оборудования в процессе функционирования обрабатывает поверхность с частотой ультразвуковых колебаний, в этот момент обрабатываемая поверхность испытывает мгновенные напряжения существенно выше средних, что вызывает значительную пластическую деформацию, что в результате уменьшает шероховатость поверхности и изменяет микроструктуру поверхностного слоя.

Конечные изделия могут принимать сложные геометрические формы с различными изгибами, в этом случае обычные волноводные системы с плоскими рабочими торцами не подходят. Обычно этот недостаток нивелируется с помощью приварки роликов или полусфер к концу волновода. Данный способ не всегда технологичен и может изменять посчитанные заранее параметры системы. Поэтому необходимо разрабатывать волноводы новых разнообразных форм для достижения наилучших параметров, в частности амплитуд колебаний на выходе торца волновода.

Цель данной работы в исследовании волноводов кольцевых форм с эксцентриситетом для поверхностного пластического деформирования алюминиевых сплавов. Оценить параметры изменения поверхностного слоя алюминиевых заготовок.

Список использованных источников

1. Асташев В.К. О согласовании колебательной системы с приводом и нелинейной нагрузкой // Машиностроение. – 1978. - №3 – С. 9-16.
2. Северденко В. П., Клубович В. В, Степаненко А. В. Обработка металлов давлением с ультразвуком. – Мн.: Наука и техника, 1973. – 288 с.
3. Клубович В. В., Степаненко А. В. Ультразвуковая обработка материалов. – Мн.: Наука и техника, 1981. – 295 с.
4. Прокопенко Г. И., Лятух Т. А. Исследование режимов поверхностного упрочнения с помощью ультразвука // Физика и химия обработки материалов. – 1977. - №3. – С. 91-95.
5. Кулёмин А. В., Кононов В. В., Стебельков И. А. Применение ультразвука для поверхностного упрочнения деталей // Пути повышения эффективности использования ультразвукового технологического оборудования для обработки материалов в 11-й пятилетке. – Л.: Ленинград. Дом науч.-техн. проп., 1981. – С. 40-41.
6. Янченко Ю. А., Сагалевич В. М. Влияние ультразвуковой обработки на снижение остаточных напряжений и деформаций сварных соединений из высокопрочных сталей // Вести машиностроения. – 1978. - №11. – С. 60-63.
7. Кулемин А. В. Применение ультразвука в процессах термической обработки и поверхностного упрочнения изделий // опыт применения ультразвука для интенсификации технологических процессов в металлургии: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. семинара. – М., 1981. – С.10.
8. Механизм поверхностного упрочнения металлов и сплавов с помощью ультразвука / А. В. Кулёмин, А. Г. Козлов, В. В. Кононов, И. А. Стебельков // Опыт применения ультразвука для интенсификации технологических процессов в металлургии: Тез. докл. Всесоюз. науч.-тех. Семинара. – М., 1961. – С. 21.
9. Поверхностное упрочнение изделий с помощью ультразвука / А. В. Кулемин, Е. П. Мартынов, В. В. Кононов, И. А. Стебельков // Основные направления

развития ультразвуковой техники и технологии на период 1981-1990 гг. – Суздаль, 1982. – С. 9.

10. Муханов И. И., Голубев Ю. М. Упрочнение стальных деталей шариком, вибрирующим с ультразвуковой частотой // Вести машиностроения. – 1966. - №11. – С. 52-53.

11. Северденко В. П., Клубович В. В., Степаненко А. В. Ультразвук и пластичность. – Мн.: Наука и техника, 1976. – 448 с.

12. Тявловский М. Д., Кундас С. П. Кинематика ультразвукового плющения при различных амплитудах колебаний деформирующих инструментов // Изв. АН БССР. Сер. физ.-тех. наук. – 1984. - №8. – С. 59-63.

13. Измерение пространственного распределения механических напряжений в ультразвуковых волноводных системах с помощью датчиков на основе эффекта Виллари / Степаненко Д.А., Богданчук К.А., Минченя В.Т. // Приборы и методы измерений №1, 2013.

14. Ультразвуковой инструмент для обработки отверстий: патент Респ. Беларусь № 8169: МПК В24 В1/04 / И.В. Луговой, В.Т. Минченя, В.П. Луговой; № u20110701; заявл. 16.09.2011; опубл. 30.04.2012 // Бюллетень № 2. – С.217.

15. Устройство для модуляции колебаний акустической системы: патент Респ. Беларусь № 8458: МПК В 26 В1/20 / И. В. Луговой, В. Т. Минченя, В. П. Луговой; № u20120038; заявл. 16.01.2012; опубл. 30.08.2012 // Бюллетень № 32.

16. Устройство для ультразвуковой обработки: патент Респ. Беларусь № 8459, МПК В 06 В3/00 / И.В. Луговой, В.Т. Минченя, В.П. Луговой; № u20120039; заявл. 16.01.2012; опубл. 30.08.2012 // Бюллетень № 30.

17. Абрамов О.В., Абрамов В.О., Артемьев В.В., Градов О.М., Коломеец Н.П., Приходько В.М., Эльдарханов А.С. Мощный ультразвук в металлургии и машиностроении. - М.: Янус-К, 2006. 687с.

18. Коновалов, Е.Г. Чистовая и упрочняющая ротационная обработка поверхностей / Е.Г. Коновалов, В.А. Сидоренко. – Минск: Высшая школа, 1968. – 364 с.

19. Клубович, В.В. Ультразвуковая обработка материалов / В.В. Клубович, А.В. Степаненко // Минск: Наука и техника. 1981, 294 с.
20. Абрамов, О.В. Ультразвуковая обработка материалов / О.В. Абрамов, И.Г. Хорбенко, Ш. Швегла. – Москва – Братислава: Машиностроение – Альфа, 1984. – 280 с.
21. Муханов, И.И. Ультразвуковая упрочняющее-чистовая обработка стали и чугуна / И.И. Муханов // Вестник машиностроения. – 1966. – № 11. – с. 64 – 66.
22. Клубович, В.В. Повышение износостойкости шеек коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания / В.В. Клубович и др. // Трение и износ. – 1995. - Т.16, № 2. – С.371-374
23. Еремеев, А.С. Инструмент для упрочняющей и доводочной обработки изделий сложной геометрической формы с применением ультразвука / А.С. Еремеев, А.Ю. Журавский, Г.Н. Здор, В.В. Клубович, В.Ф. Луцко, В.Н. Сакевич // Материалы. Технологии. Инструменты. – 2000. – Том 5, № 2. – С. 97–99.
24. Янченко, Ю.А. Влияние ультразвуковой обработки на снижение остаточных напряжений и деформаций сварных соединений из высокопрочных сталей / Ю.А. Янченко, В.М. Сагалевич // Вестник машиностроения. – 1978. – № 11. – С. 60 – 63.
25. Прокопенко, Г.И. Исследование режимов поверхностного упрочнения с помощью ультразвука / Г.И. Прокопенко, Т.А. Лятун // Физика и химия обработки материалов. – 1977. – № 3. – С. 91 – 95.
26. Артемьев, В.В. Ультразвук и обработка материалов / В.В. Артемьев, В.В. Клубович, В.В. Рубаник // Минск: Экоперспектива, 2003. – 335 с.