

## РАЗРАБОТКА АНИМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПЛЮЩЕНИЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Мельник Е. А., Папко И. В.

Вышинский Н. В. – к.т.н., профессор

Тугоплавкие металлы и сплавы находят в настоящее время широкое применение в электронной технике и приборостроении для изготовления ответственных конструкционных и токоведущих деталей мощных генераторных приборов, ламп бегущей и отраженной волны, упругих элементов измерительных приборов и других изделий, для которых необходимо обеспечение прочности и формоустойчивости при высоких температурах, заданных упругих характеристиках, эмиссионных свойств. Для изготовления различных изделий электронной техники и приборостроения из тугоплавких металлов и сплавов в настоящее время наиболее широко применяются методы обработки давлением (волочение, прокатка, плющение, штамповка) и электрофизические методы обработки (ультразвуковое резание, электроэрозионная обработка, лазерная обработка, плазменное напыление). В данной статье будет рассмотрен метод ультразвукового плющения лент из тугоплавких металлов и представлена его визуализация в 3D Max.

Металлические ленты с высокой точностью размеров из тугоплавких металлов и сплавов находят широкое применение в изделиях электронной техники. Наряду с высокими эксплуатационными свойствами эти материалы обладают и весьма низкой технологичностью, что значительно усложняет процесс получения ленты из них. Эта проблема особенно актуальна в процессах плющения проволок, при которых наблюдаются значительные неравномерности в напряженно-деформированном состоянии металла.

Одним из эффективных направлений решения указанных выше проблем является применение для изготовления лент способа горячего ультразвукового плющения в вакууме, разработанного в БГУИР. В основу способа горячего ультразвукового плющения в вакууме (ГУПВ) положена идея использования инструментов колеблющихся с ультразвуковой частотой для двухстороннего пластического деформирования в условиях вакуума проволок, нагретых до температур начала рекристаллизации металла, что соответствует условиям обработки давлением тугоплавких металлов и сплавов [1]. Схема процесса горячего ультразвукового плющения в вакууме приведена на рисунке 1.

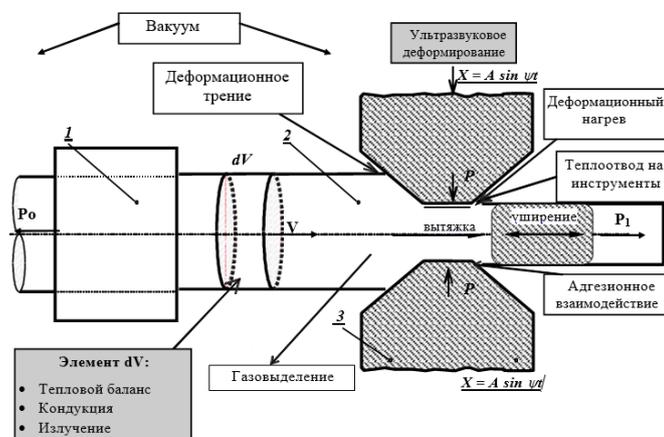


Рис. 1 – Схема процесса горячего ультразвукового плющения в вакууме: (1 – нагреватель, 2 – проволока-лента, 3 – ультразвуковые инструменты).

При ультразвуковом плющении путь, пройденный любой точкой обрабатываемого металла в направлении протягивания за один период колебаний, не должен превышать длину калибрующей поверхности инструмента. При невыполнении данного условия на поверхности ленты будет образовываться "насечка", период которой увеличивается с уменьшением частоты колебаний инструмента.

В связи с дорогой стоимостью материалов, исследовательского и технологического оборудования, натурное изучение различных процессов в лабораторных условиях не всегда представляется возможным и во многих случаях связано со значительными затратами материальных и денежных средств. Особенно эта проблема актуальна при исследовании и разработке быстротекущих процессов, связанных с электрофизическими методами обработки материалов в условиях высоких температур, давлений окружающей среды.

Эти проблемы можно решить с помощью современных методов компьютерного моделирования, которые при минимальных затратах времени и материальных средств позволяют изучать и исследовать различные процессы, проводить их оптимизацию с выходом на конкретные вопросы проектирования самих изделий, разработку технологических процессов и при соответствующей организации и техническом оснащении – на подготовку управляющих программ и автоматизированное изготовление изделий с помощью гибких производственных систем [2-3].

В данном докладе приведена анимационная модель процесса ультразвукового плющения разработанная в программе 3D Max от компании Autodesk. Выбор данной программы обусловлен простым и надежным моделированием, высококачественной визуализацией и эффективной 3D-анимацией. Профессиональная программная система 3D Max включает в себя достаточное количество инструментов и возможностей, чтобы конструировать модели различных сложностей, и позволяет выбрать любую из предпочитаемых сфер применения.

На анимационной модели (рис. 2) схематично представлен процесс ультразвукового плющения, можно наблюдать “насечки”, которые образуются в процессе пластической деформации, осуществляемой калибрующей поверхностью инструмента. Периодический рельеф поверхности ленты является отличительной особенностью метода ультразвукового плющения.

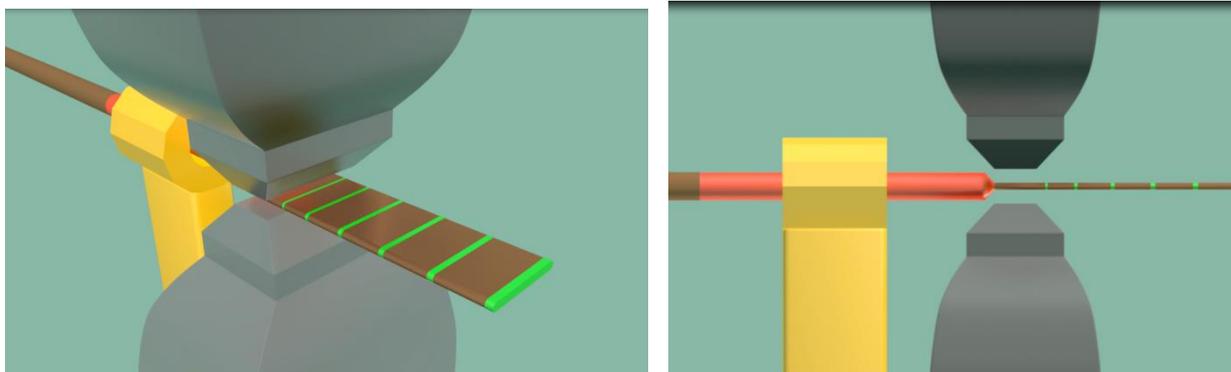


Рис. 2 – Разработанная компьютерная модель процесса ультразвукового плющения

Видна область нагрева, представленная красным цветом. При нагреве тугоплавких металлов в условиях ультразвукового воздействия и предварительного деформирования металла растяжением создаются условия для формирования разориентированной ячеистой структуры, наличие которой позволяет проводить дальнейшее деформирование при достаточно низких температурах или в холодном состоянии, то есть деформируемость металла резко возрастает, это позволяет достигать больших степеней деформации без образования трещин и расслоений [1].

Процессы ультразвукового микропластического деформирования (УМД) (ультразвуковое плющение лент для деталей МГП), ультразвуковая навивка спиралей ЛЕВ, изготовление контакт-деталей герконов, разработанные в БГУИР, нашли широкое практическое применение в технологии изделий электронной техники. Наиболее эффективным направлением дальнейшего развития теории и практики этих процессов является применение методов компьютерного моделирования.

Список использованных источников:

1. Ультразвуковые процессы в производстве изделий электронной техники. В 2-х т. Т. 1 / С.П. Кундас, В. Л. Ланин, М.Д. Тявловский, А.П.Достанко / Под общ. ред. акад. НАН Беларуси А.П. Достанко. Мн.: Бестпринт, 2002. 401 с
2. Кундас С.П., Кашко Т.А. Компьютерное моделирование технологических систем: Учеб. пособ. в 2 ч. Ч 1. Ми.: БГУИР, 2002. 164 с.
3. Кундас С.П., Вышинский Н.В., Тявловский М.Д. Ультразвуковое плющение лент из тугоплавких металлов, применяемых в электронной технике и приборостроении / Под ред. акад. НАН Беларуси А. П.Достанко. Мн.: Бестпринт, 2001. 296.