

## Ультразвуковое волочение

Студенты: гр. 10402118 Коваленко И.Е., гр. 10402129 Радионов А.В.  
Научный руководитель – Томило В.А.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Волочение – процесс протягивания прутка через отверстие, размеры которого меньше, чем исходные размеры прутка. При этом длина прутка увеличивается, площадь поперечного сечения уменьшается, а само сечение приобретает форму отверстия. Волочение выполняют в холодном состоянии заготовки. Исходным материалом могут быть горячекатаный прутки, сортовой прокат, проволока, трубы. Волочением обрабатывают стали, цветные металлы и сплавы.

Этим способом получают проволоку, прутки простой и сложной конфигурации, тонкостенные трубы, в том числе и капиллярные, фасонные шпонки и т. п. Волочение применяют также для калибровки сечения и повышения качества поверхности обрабатываемого изделия.

В технологическом процессе ультразвукового волочения (рисунок 1) волоке (фильер) 1 сообщаются высокочастотные колебания, а прутку (проволоке) 2 – подача с постоянной скоростью.

Экспериментально установлено [1, 2], что наложение ультразвуковой вибрации приводит к снижению силы постоянного волочения.

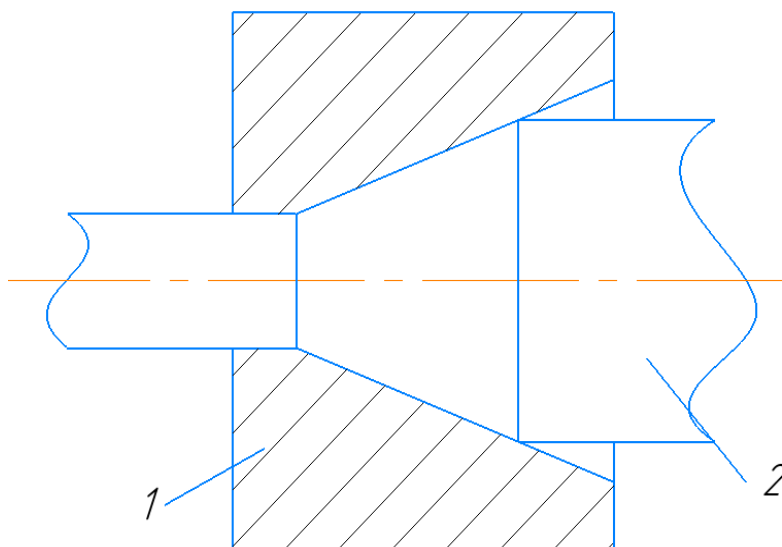


Рисунок 1– Технологическом процессе ультразвукового волочения:  
1 – волока (фильера); 2 – прутки (проволока)

Технология ультразвукового волочения позволяет повысить качество изделий постоянного сечения (проволоки, прутков, труб) путем наложения колебаний ультразвуковой частоты на фильеры или волоки.

По мере прохождения через фильеры, а их количество может достигать десяти и более штук, исходный материал упрочняется, а диаметр заготовки соответственно уменьшается. При этом материал в некоторой степени теряет свою пластичность, а вследствие уменьшения диаметра заготовки снижается прочность прокатываемого изделия на разрыв. Для снятия наклепа применяют промежуточные операции отжига и удаления окислов, которые, однако, сильно усложняют технологический процесс.

На финишной стадии процесса волочения сила трения становится сравнимой с силой, необходимой для разрыва проволоки. Для снижения коэффициента трения между материалом фильеры и, например, проволокой используют различные смазки, начиная от мыльного раствора и заканчивая специально разработанными смазками и пастами.

Наложение ультразвуковых колебаний на фильеру позволяет снизить трение. Проведенные эксперименты показали, что вследствие уменьшения силы трения усилие, требуемое для протяжки проволоки, при подведении ультразвуковых колебаний уменьшается обратно пропорционально амплитуде колебательной скорости в фильере.

В общем случае, усилие протяжки зависит от отношения скорости протяжки к амплитуде колебательной скорости фильеры. Чем больше скорость протяжки, тем меньше эффект снижения усилия протяжки. Например, при одной и той же колебательной скорости уменьшение скорости протяжки в два раза уменьшает усилие протяжки на 25–30% в зависимости от материала.

Частота колебаний также влияет на усилие протяжки. При одной и той же амплитуде колебательной скорости увеличение частоты колебаний уменьшает усилие протяжки.

Таким образом, усилие протяжки является функцией, по меньшей мере, трех параметров: скорости протяжки, амплитуды колебательной скорости и частоты колебаний, подводимых к фильере.

Наложение ультразвуковых колебаний в значительной степени влияет на качество поверхности проката – чистота обработки поверхности повышается в среднем на два класса.

В заключение заметим, что снижение усилия волочения при ультразвуковом воздействии происходит как за счет влияния на предел текучести материала, так и за счет уменьшения сил трения. Вклад в общий эффект той или иной составляющей зависит от соотношения между упругопластическими свойствами материала, коэффициентом трения, параметрами колебаний волоки и ее геометрическими характеристиками. При определенных соотношениях вклад одной из составляющих может оказаться преобладающим, как это часто и наблюдается в экспериментах [1, 2].

Практическое внедрение технологии ультразвукового волочения было осуществлено на заводе «Электросталь» на участке производства проволоки микронных размеров диаметром 30–50 мкм из сплава ЭИ708А-ВИ. Обработке подвергалась проволока на стадии финишной обработки. Ультразвуковые излучатели были установлены на последней фильере. На рисунках представлены фотографии поверхности проволоки без ультразвукового воздействия и с наложением ультразвуковых колебаний. Хорошо видно, что после волочения проволоки с применением ультразвука заусенцы стали в несколько раз меньше, чем без ультразвука, причем процент брака снизился с 80% до 5%.

#### **Список используемых источников**

1 Харитонович, М.В. Ультразвук в процессах пластической деформации металлов и сплавов / М.В.Харитонович, Г.И. Эскин. –М.: ВИЛС. – 1970. – 112 с.

2 Северденко, В.В.Ультразвук и пластичность / В.В.Северденко, В.В.Клубович, А.В.Степаненко. – Минск: Наука и техника. 1976. – 446 с.