

Для оценки сопоставимости расчетных значений составляющих усилия ротационной вытяжки с экспериментальными проводилась серия контрольных опытов с различными комбинациями технологических факторов процесса, отличными от принятых уровней варьирования. Сравнение полученных расчетных и экспериментальных данных показало удовлетворительную сходимость результатов, что позволяет использовать приведенные уравнения регрессии для предварительной оценки влияния технологических факторов на силовые параметры ротационной вытяжки с ультразвуком.

ЛИТЕРАТУРА

1. А д л е р Ю.П., М а р к о в а Е.В., Г р а н о в с к и й Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. — М., 1976. 2. С а у т и н С.Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. — Л., 1975. 3. С е в е р д е н к о В.П., Д о б р о в о л ь с к и й И.Г., С л о б о д я н ю к Т.В. Ротационное выдавливание с ультразвуком. — Кузнечно-штамповочное производство, 1977, № 2. 4. Д о б р о в о л ь с к и й И.Г., С л о б о д я н ю к Т.В. Ротационное выдавливание с применением ультразвуковых колебаний инструмента. — В сб.: Металлургия. Минск, 1978, вып. 12. 5. С е в е р д е н к о В.П., Д о б р о в о л ь с к и й И.Г., С л о б о д я н ю к Т.В. Использование математических методов планирования эксперимента при исследовании ротационного выдавливания с ультразвуком. — Изв. АН БССР. Сер. физ.-техн. наук, 1977, № 3. 6. М о г и л ь н ы й Н.И., М о и с е в В.М. Исследование энергосиловых параметров ротационной вытяжки облочек. — Кузнечно-штамповочное производство, 1979, № 2.

УДК 621.983:621.793.1

И.Г.ДОБРОВОЛЬСКИЙ, Т.В.СЛОБОДЯНЮК

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ СВАРКА И РОТАЦИОННАЯ ВЫТЯЖКА ТОНКОСТЕННЫХ ОБОЛОЧЕК

Целью настоящей работы являлось исследование влияния технологических параметров обработки на характеристики тонкостенных оболочек, полученных навивкой металлической ленты на оправку и одновременной ультразвуковой сваркой ее внахлестку по спирали с последующей окончательной формовкой изделий ротационной вытяжкой при подводе ультразвуковых колебаний в очаг деформации [1]. Экспериментальная установка была создана на базе токарно-винторезного станка модели 1А616 (рис. 1) и оснащена специально разработанной ультразвуковой сварочно-раскатной головкой с индивидуальным приводом [1]. Использование двигателей постоянного тока в автономных приводах вращения оправки и сварочно-раскатного ролика-волновода обусловило широкий диапазон возможного регулирования окружных скоростей, которые выбирались и согласовывались из условия получения качественного сварного шва.

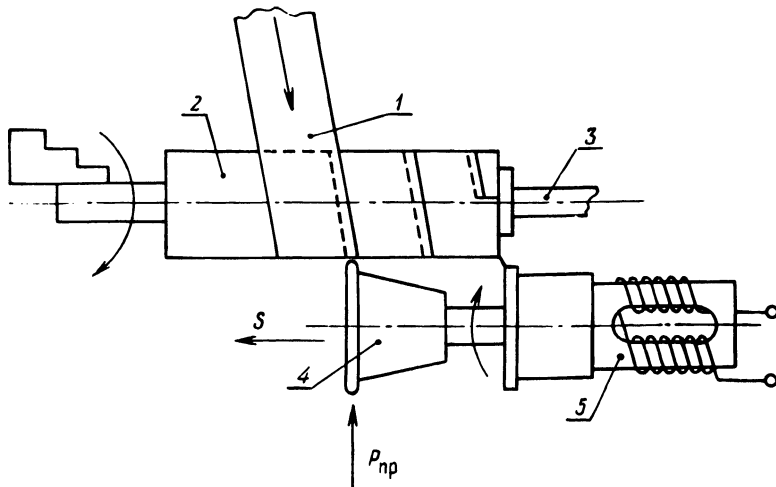


Рис. 1. Схема ультразвуковой сварки тонкостенных оболочек из ленты с последующей ротационной вытяжкой:
 1 — исходная лента; 2 — оправка; 3 — прижим; 4 — сварочно-раскатной ролик-волновод; 5 — магнитострикционный преобразователь ПМС-39.

Т а б л и ц а 1. Режимы ультразвуковой сварки тонкостенных цилиндрических оболочек

Материал	Исходная толщина, мм	Скорость, м/мин	Усилие прижима, кгс	Амплитуда, мм
Медь М1	0,3	0,56	82	0,007
Алюминий А1	0,25	1,2	65	0,01
Д16Т	0,3	1,2	75	0,01

Т а б л и ц а 2. Режимы ультразвукового ротационного выдавливания тонкостенных цилиндрических оболочек

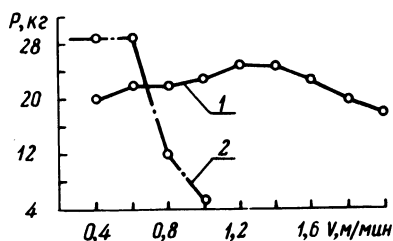
Материал	Степень утонения, %	Скорость, м/мин	Подача, мм/об	Усилие прижима, кгс	Амплитуда, мм
Медь М1	40	75	0,13	82	0,01
Алюминий А1	50	90	0,13	65	0,01
Д16Т	50	90	0,13	75	0,01

Шовная ультразвуковая сварка ленты, сматываемой с определенным натяжением со специального устройства и укладываемой внахлестку на вращающейся оправке, осуществлялась рабочим роликом-волноводом, в котором генерировались продольно-изгибные упругие колебания ультразвуковой частоты [2]. Необходимое усилие прижима ролика обеспечивалось грузовым натяжением и гарантировало требуемый контакт металла в зоне сварки. Сварка полуфабрикатов проводилась без предварительной обработки исходной металлической ленты (очистки поверхности и травления).

Ротационная вытяжка с ультразвуком полученных оболочек преследовала цель получения равномерной толщины стенок (раскатки швов) заготовки и обеспечения необходимой точности изделий. Раскатка сварных оболочек проводилась при режимах, обеспечивающих максимальную производительность при высоком качестве изделий. В ходе исследований изготавливались цилиндрические оболочки диаметрами 60 и 90 мм из меди М1, алюминия А1, сплава Д16 Т с окончательной толщиной стенки 0,12–0,20 мм.

Прочностные характеристики полученных оболочек, их герметичность, а также равномерность толщины стенок после ротационной вытяжки во многом определяются качеством ультразвуковой сварки, режимы которой приведены в табл. 1. В качестве активных технологических параметров в этом случае являются: скорость намотки ленты на оправку (скорость сварки), усилие прижима рабочего ролика-волновода к материалу, амплитуда колебательного смещения рабочей поверхности ролика-волновода, а также точность укладки ленты, материал сварочно-раскатного ролика-волновода и состояние его рабочей поверхности.

Рис. 2. Зависимость прочности сварного шва от скорости сварки для (1) алюминия А1 и (2) меди М1.



Проведенные исследования показали, что существуют оптимальные скорости намотки ленты на оправку, обуславливающие максимальную прочность сварного шва (рис. 2). При скоростях, превышающих оптимальные, время сварки явно недостаточно для образования прочных механических связей при данных условиях. Длительное воздействие ультразвуковых колебаний на шов при заниженной скорости намотки ленты вызывает более интенсивную пластическую деформацию (утонение) материала в зоне сварки, способствует появлению в шве микротрещин и снижает его прочность.

В табл. 2 приведены режимы окончательной ротационной вытяжки с ультразвуком. Сообщением сварочно-раскатному ролику-волноводу продольно-изгибных колебаний ультразвуковой частоты достигается существенное снижение силовых параметров процесса, облегчается процесс раскатки сварных швов и улучшается качество изделий.

Проведенные исследования показали, что способом совмещения навивки ленты на оправку с одновременной ультразвуковой сваркой формуемого металла по спирали и последующей ультразвуковой ротационной вытяжкой можно получать тонкостенные оболочки, отличающиеся высокой прочностью и пластичностью материала в зоне сварного шва. При этом предварительным подбором толщины исходного металла при соответствующем выборе режимов ультразвуковой сварки и ротационной вытяжки можно максимально приблизить толщину стенки заготовки к готовому изделию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добровольский И.Г., Слободянюк Т.В. Применение ультразвука при производстве тонкостенных оболочек из металлической ленты. — Электронная техника. Сер. 7. Технология, организация производства и оборудование, 1979, вып. 5 (96). 2. Теория и расчет волновода продольно-изгибных колебаний, выполненного в виде оболочки вращения /А.В.Степаненко, Хан Дык Ким, И.Г.Добровольский, Т.В.Слободянюк. — Изв. АН БССР. Сер. физ.-техн. наук, 1980, № 1.

УДК 621.771

Н.Г.СЫЧЁВ, МАРИАН ТОЛНАИ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЗАТРАТЫ ПРИ ВОЛОЧЕНИИ МЕТАЛЛОВ С НАЛОЖЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

Многочисленные исследования процесса волочения с ультразвуком проволоки и труб из различных материалов показали эффективность применения ультразвуковых колебаний с целью повышения степени деформации, производительности процесса и качества изделий, а также расширения технологической возможности волочения. Большой интерес при этом представляет вопрос расхода энергии. Впервые такие исследования были проведены при прокатке с ультразвуком [1].

Эффективность применения ультразвука при волочении с точки зрения энергозатрат может быть оценена как

$$n_N = \frac{N - N^1}{N} \quad , \quad (1)$$

где N — мощность, потребляемая станом при обычном волочении; N^1 — мощ-