

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-

ность, потребляемая ультразвуковым оборудованием и волочильным станом при деформации металла с наложением ультразвуковых колебаний.

Мощность N , выраженная через мощность на барабане ($N_{\text{б}}$) волочильного стана, равна

$$N = \frac{N_{\text{б}}}{\eta}, \quad (2)$$

где η — к.п.д. механизмов стана.

При волочении с ультразвуковыми колебаниями мощность N' складывается из мощности ($N'_{\text{в}}$), потребляемой собственно станом, и мощности (N_2), потребляемой ультразвуковым генератором, т.е.

$$N' = N'_{\text{в}} + N_{\text{Г}}, \quad (3)$$

где мощность $N'_{\text{в}}$ в свою очередь может быть представлена как

$$N'_{\text{в}} = \frac{N_{\text{б}}}{\eta}, \quad (4)$$

где $N'_{\text{б}}$ — мощность на барабане волочильного стана при использовании ультразвука.

Мощность, потребляемая ультразвуковым оборудованием (генератором),

$$N_{\text{Г}} = \frac{N_{\text{а}}}{\eta_{\text{Г}} \cdot \eta_{\text{П}}}, \quad (5)$$

где $N_{\text{а}}$ — акустическая мощность на выходе преобразователя; $\eta_{\text{Г}}$ — к.п.д. ультразвукового генератора; $\eta_{\text{П}}$ — к.п.д. преобразователя.

Используя выражения (2)–(5), уравнение (1) запишем в виде

$$\eta_{\text{N}} = 1 - \frac{N_{\text{б}}}{N_{\text{б}}} - \frac{\eta \cdot N_{\text{а}}}{\eta_{\text{Г}} \cdot \eta_{\text{П}} \cdot N_{\text{б}}}. \quad (6)$$

Если мощность $N_{\text{б}}$ и $N'_{\text{б}}$ (в кВт) выразим через крутящие моменты (в кгс·м) на барабане волочильного стана, то получим

$$\eta_{\text{N}} = 1 - \frac{M_{\text{б}}}{M_{\text{б}}} - \frac{97400 \cdot \eta \cdot N_{\text{а}}}{M_{\text{б}} \cdot \eta_{\text{Г}} \cdot \eta_{\text{П}}}. \quad (7)$$

Используя в качестве исходной величины усилие волочения $P_{\text{б}}$ и $P'_{\text{б}}$, получим

$$\eta_{\text{N}} = 1 - \frac{P_{\text{б}}}{P_{\text{б}}} - \frac{194800 \cdot \eta \cdot N_{\text{а}}}{P_{\text{б}} \cdot \eta_{\text{Г}} \cdot \eta_{\text{П}}}. \quad (8)$$

Из выражения (8) видно, что эффективность волочения с ультразвуковыми колебаниями инструмента находится в прямо пропорциональной зави-

симости от степени снижения усилия волочения, коэффициентов полезного действия преобразователя и генератора.

Исследование эффективности использования ультразвука при волочении проволоки из стали 40 проводили на машине с плавной регулировкой скорости вращения барабана в пределах от 0 до 72 об/мин. Колебательная система состояла из ступенчатого составного концентратора, в пучности колебаний которого была запрессована твердосплавная волока. Усилие волочения измеряли с помощью тензометрической аппаратуры, а амплитуду колебаний волоки измеряли индуктивным датчиком, предварительно проградуированным с помощью инструментального микроскопа [2].

Для возбуждения колебаний был использован магнитострикционный преобразователь сечением (40 x 20) x 2 с частотой колебаний $f = 24$ кГц и к.п.д. 0,5, который работал от лампового ультразвукового генератора "VUMA" UG-1600 с к.п.д. 0,6. Во втором случае был использован пьезокерамический преобразователь той же частоты мощностью 650 Вт, с к.п.д. 0,98, работающий совместно с теристорным генератором ВУСА 010 мощностью 650 Вт и к.п.д. 0,95.

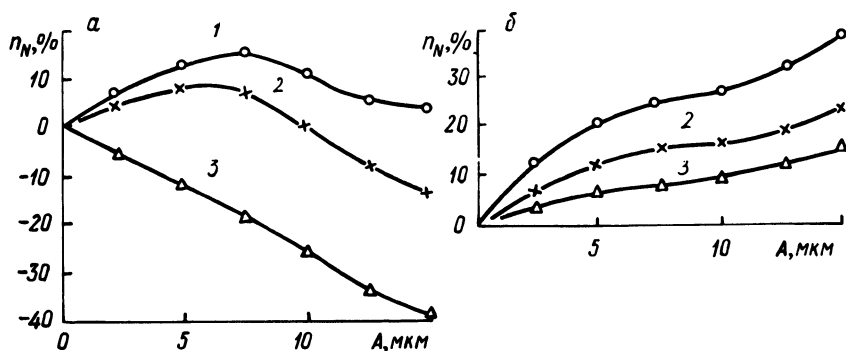


Рис. 1. Зависимость эффективности ($\eta_N = \frac{N - N'}{N}$) ультразвука от величины амплитуды колебаний волоки при волочении проволоки диаметром 0,19 мм из заготовки диаметром 0,22 мм со скоростью волочения 1,08 м/мин (1), 5,06 м/мин (2) и 15,39 м/мин (3) при использовании магнитострикционного преобразователя и лампового ультразвукового генератора (а) и пьезокерамического преобразователя и теристорного генератора (б).

Для измерения выходной мощности генераторов был использован ваттметр фирмы The Wave Energy Systems, USA типа ML/SC1, который измерял действительную электрическую мощность, потребляемую ультразвуковыми преобразователями.

Подставляя в формулу (8) известные и экспериментальные данные, получили зависимость, представленную на рис. 1.

Из представленных результатов видно, что, используя ультразвуковое оборудование с высоким к.п.д. для интенсификации процесса волочения, можем гарантировано иметь экономию электроэнергии даже при волочении проволоки из углеродистой стали.

ЛИТЕРАТУРА

1. Северденко В.П., Степаненко А.В., Сычев Н.Г. Расход энергии при прокатке с ультразвуком. — В сб.: *Металлургия*. Минск, 1972, вып. 3. 2. Ing Marian Tolnay, ing Nicolay Crigorievič Syčev. Smerova orientacia pozdlžnych ultrazvukovych kmitov a jej vplyv na tazny proces. Zbornik prednášok zo IV. medzinarodneho sympozia "Stroje a mechnologie pre tvarnenie vysokými parametrami". — Bratislava, 1978.

УДК 621. 961

**В.С.ПАЩЕНКО, Б.С.КОСОБУЦКИЙ, В.И.ЛЮБИМОВ,
О.К.ПОЛОЙКО, В.А.ВАРАВИН**

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЛАСТИН КОНДЕНСАТОРОВ ПЕРЕМЕННОЙ ЕМКОСТИ ЧИСТОВОЙ ВЫРУБКой

В настоящее время пластины конденсаторов переменной емкости (КПЕ) получают вырубкой на прессах. Согласно техническим требованиям неплоскостность пластин не должна превышать 0,010 мм. При этом заусенец по контуру детали не допускается. Материалом пластин КПЕ служит алюминий марки А5 толщиной 0,5 мм. Получение деталей без заусенца из такого пластичного материала является сложной технической задачей. Обычные способы вырубки не обеспечивают требуемого качества пластин. Поэтому существующая технология предусматривает дополнительные операции по удалению заусенцев и рихтовке пластин.

В работе [1] описан способ чистой последовательной вырубки встречными матрицами, позволяющий исключить образование заусенцев при вырубке высокопластичных материалов толщиной до 0,4–0,5 мм. Сущность способа заключается в следующем. Заготовку 2 помещают между плоской плитой 3 и матрицей с конусным выступом 1. Матрицу 1 вдавливают в заготовку до образования перемычки толщиной 25–30% от толщины заготовки (рис. 1,а). Затем заготовку укладывают на плоскую матрицу 5 и пуансоном 4 отделяют деталь от перемычки в том же направлении, в котором производили вдавливание матрицы с конусным выступом (рис. 1,б).

В соответствии с описанным способом вырубки схема штамповки пластин КПЕ предусматривает последовательное выполнение операций надрезки, вырубки с возвратом вырубленных деталей в ленту, рихтовки деталей в ленте и удаления деталей из ленты. Такая схема штамповки предполагает применение штампов последовательного действия.