

Л и т е р а т у р а

1. Берман С.И., Залесский В.И., Иманов Х.И. Производство гранул из сплавов на основе алюминия и прессование из них полуфабрикатов. М., 1971.
2. Ребин Р.А. Получение алюминиевых гранул, прокатка их в ленты и исследование свойств полученных лент. Автореферат канд. дисс., Минск, 1969.

УДК 621.771.011

А.В.Степаненко, Д.Д.Денисов, Фан Ван Ха

АНАЛИЗ ПРОКАТКИ С НАТЯЖЕНИЕМ

Натяжение концов полосы при прокатке приводит к значительному снижению давления металла на валки вследствие уменьшения продольных сжимающих напряжений, а также превращения их на некотором участке очага деформации в напряжения растяжения. Применение заднего натяжения при этом эффективнее переднего, однако величина его ограничивается пробуксовкой валков и возможностью обрыва полосы. Нейтральное сечение под действием переднего натяжения смещается к плоскости входа, а заднего - к плоскости выхода металла из валков /1,2/, причем когда нейтральный угол становится равным углу захвата ($\gamma = \alpha$), процесс прокатки переходит в волочение через вращающиеся валки.

Если нейтральное сечение совместить с плоскостью выхода металла из валков ($\gamma = 0$), прокатка полосы происходит с однозонным скольжением без опережения, силы трения на всей контактной поверхности являются активными, по всей длине очага деформации действуют продольные растягивающие напряжения и поэтому степень снижения давления металла на валки приближается к максимальной. Достигается такой способ при прокатке без натяжения концов полосы с максимальным обжатием ($\alpha \approx 2\beta$, где β - угол трения), с передним ($\alpha > 2\beta$), задним ($\alpha < 2\beta$) или комбинированным натяжением.

Для определения соотношения между величинами удельных на-

тяжений при прокатке без опережения используем дифференциальное уравнение прокатки Кармана-Пеликова [1/

$$dp_2 = (\sigma_\varphi \mp \frac{\tau_v}{\operatorname{tg} \varphi}) \frac{dh_x}{h_x}, \quad (1)$$

в котором принимаем, что

$$\tau_v = \mu \sigma_\varphi \quad \text{и} \quad \operatorname{tg} \varphi \approx \varphi \approx \sqrt{\frac{\Delta h_x}{R}}, \quad (2)$$

где p_2 - контактное нормальное натяжение;
 σ_φ - сопротивление деформации;
 $h_x, \Delta h_x$ - высота полосы и абсолютное обжатие в произвольном сечении соответственно;
 R - радиус валков;
 μ - коэффициент трения.

После подстановки значений (2) в уравнение (1) и интегрирования получим для зоны отставания

$$\frac{p_{0m}}{\sigma_\varphi} = \ln h_x - 2\mu \sqrt{\frac{R}{h}} \sigma_\varphi \operatorname{ctg} \varphi \sqrt{\frac{h_x - h}{h}} + C. \quad (3)$$

Определим C из условия, что при $h_x = H$ и заднем удельном натяжении σ_H , $p_{0m} = \sigma_\varphi - \sigma_H$.

Имеем

$$C = 1 - \frac{\sigma_H}{\sigma_\varphi} - \ln H + 2\mu \sqrt{\frac{R}{h}} \sigma_\varphi \operatorname{ctg} \varphi \sqrt{\frac{H-h}{h}}, \quad (4)$$

где H - начальная толщина полосы.

После подстановки в уравнение (3) получим

$$\frac{p_{0m}}{\sigma_\varphi} = 1 + \ln \frac{h_x}{H} - \frac{\sigma_H}{\sigma_\varphi} + 2\mu \sqrt{\frac{R}{h}} (\sigma_\varphi \operatorname{ctg} \varphi \sqrt{\frac{H-h}{h}} - \sigma_\varphi \operatorname{ctg} \varphi \sqrt{\frac{h_x-h}{h}}) \quad (5)$$

Так как по всей длине дуги захвата действует зона отставания, то при $h_x = h$ и применении переднего удельного натяжения σ_h , $p_{0m} = \sigma_\varphi - \sigma_h$. Используя это, из выражения (5) получим

$$\frac{\sigma_H - \sigma_L}{\sigma_F} = \ln \frac{H}{h} + 2\mu \sqrt{\frac{R}{h}} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{H-h}{h}}, \quad (6)$$

где h — толщина полосы после прокатки.

Заменив в выражении (6) $R = \frac{H-h}{\alpha^2}$ и $\frac{H}{h} = \lambda$, после преобразований окончательно имеем уравнение

$$\frac{\sigma_H - \sigma_L}{\sigma_F} = 2 \frac{\mu}{\alpha} \sqrt{\lambda - 1} \operatorname{arctg} \sqrt{\lambda - 1} - \ln \lambda. \quad (7)$$

которое устанавливает связь между величинами переднего и заднего удельных натяжений при прокатке без опережения.

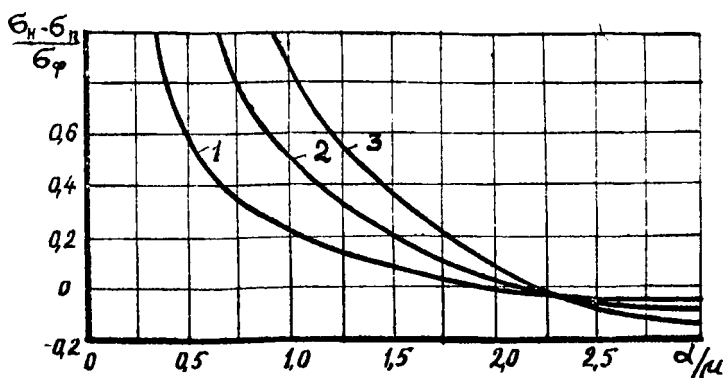


Рис. 1. Изменение разности удельных натяжений в зависимости от α/μ при прокатке без опережения:

1 — $\lambda = 1,2$; 2 — $\lambda = 1,5$; 3 — $\lambda = 2$.

На рис. 1 представлены кривые изменения разности удельных натяжений в зависимости от отношения α/μ при различных значениях коэффициента вытяжки λ . Видно, что прокатка без опережения наряду с комбинированным натяжением полосы возможна также при применении только заднего натяжения ($\alpha/\mu < 2,1$), без натяжения ($\alpha/\mu \approx 2,1$) и с передним натяжением ($\alpha/\mu > 2,1$).

Основным недостатком процесса прокатки без опережения является его неустойчивость, заключающаяся в пробуксовке валков при изменении натяжений. Принимая во внимание, что при таком способе скорость выхода полосы из очага деформации равна окружной скорости валков, процесс прокатки необходимо производить с охватом одного из валков передним концом полосы (рис.2).

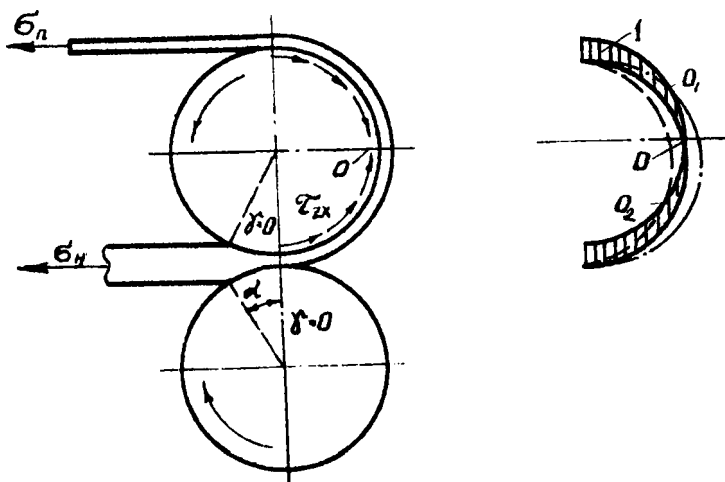


Рис. 2. Способ прокатки полосы без опережения.

При соблюдении заданной разности натяжений $\sigma_n - \sigma_h$ фрикционные силы τ_{zx} (эпюра I) распределены симметрично дуге охвата (точка O). Увеличение заднего или уменьшение переднего натяжения компенсируется перераспределением фрикционных сил на дуге охвата, в результате чего точка O смещается в положение O_I . Аналогично, при увеличении переднего или уменьшении заднего натяжения точка O смещается в положение O_2 . Во всех случаях нейтральный угол остается равным нулю, т.е. происходит саморегулирование процесса прокатки.

Л и т е р а т у р а

И. Целиков А.И., Гришков А.И. Теория прокатки, "Металлургия", М., 1970.

2. Северденко В.П. Основы теории прокатки. "Наука и техника", Минск, 1969.

УДК 621.771

В.И.Василевич

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ЗАГОТОВКИ НА ПРОЦЕСС ВЫТЯЖКИ С УЛЬТРАЗВУКОВЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ

В работе исследовали влияние толщины заготовки на эффективность наложения радиальных ультразвуковых колебаний при глубокой вытяжке. В установку для проведения исследований был помещен штамп, смонтированный на испытательной машине УИМ-50. Источником ультразвуковых колебаний служил генератор УЗГ-10У с обратной акустической связью. Волноводноизлучающая система состояла из полуволновой матрицы радиальных колебаний /1/, магнитострикционного преобразователя ПМС-15А-18 с номинальной мощностью 4 квт и собственной частотой колебаний 16,85 кгц, вытяжного пуансона с пуансонодержателем полуволновой длины.

Усилие на пуансоне измеряли месдозой, расположенной под пуансонодержателем. Сигнал разбаланса моста месдозы усиливали тензометрическим усилителем ИТ4-1 и регистрировали быстродействующим самопишущим прибором НЗ20-5. Амплитуду смещения радиальных ультразвуковых колебаний матрицы измеряли датчиком индуктивного типа, э.д.с. которого регистрировали ламповым вольтметром ВЗ-4 и прибором НЗ20-5. Устройство для регистрации величины амплитуды смещения радиальных волн тарировали микроскопом ПМТ-3 и виброметром УБВ-2-М с точностью $\pm 0,0001$ мм.

Для вытяжки цилиндрических стаканов применяли заготовки толщиной $0,68 \pm 0,97$ мм из меди МЭМ. Наружный диаметр стакана составлял 30 мм, радиус матрицы - 5 мм. Для обеспечения идентичности механических свойств металла образцов разных толщин применяли следующую технологию их изготовления. Из листа меди нареза-ли полосы, которые затем прокатывали до соответствующих толщин. Полосы разрезали на квадратные заготовки, из которых вытячивали образцы необходимых диаметров. После этого образцы отжигали при $600^{\circ} + 650^{\circ}\text{C}$ с охлаждением на воздухе и протравливали смесью азот-