

вращаясь, совершают осевое взаимно противоположное движение. Доводка валков в этой клетке не требует высокой квалификации обслуживающего персонала. Так, валки диаметром 0,19 м после шлифовки имели высокое значение погрешности цилиндрической формы бочки, наибольшая амплитуда биения поверхности составляла для верхнего валка $32 \cdot 10^{-6}$ м, для нижнего — $18 \cdot 10^{-6}$ м. С целью уменьшения биения поверхности бочки и, следовательно, межвалкового зазора вращающимся валкам со скоростью 0,12 м/с сообщили осевую скорость 0,012 м/с во взаимно противоположных направлениях. Осевой ход в сторону каждого валка составлял 180 мм, затем направление осевого перемещения изменяли. Валки при этом прижимали друг к другу с усилием 2000–2200 Н. В месте контакта валков в результате действия перечисленных факторов наблюдался интенсивный износ, что приводило к существенному изменению амплитуды биения каждого из валков. Так, после 180 ходов профилограммы биений верхнего и нижнего валков практически совпадали (рис. 2).

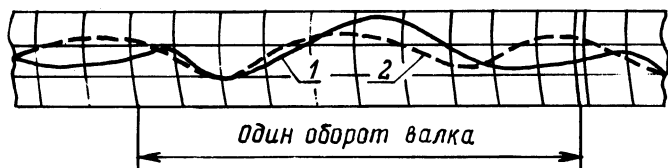


Рис. 2. Профилограммы биения поверхности бочки нижнего (1) и верхнего (2) валков.

Наибольшая амплитуда биения поверхности составляла для верхнего валка $5 \cdot 10^{-6}$ м, для нижнего — $4 \cdot 10^{-6}$ м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Повышение точности листового проката/И.М. Меерович, А.И. Герцев, В.С. Горелик, Э.Я. Классен. — М.: Металлургия, 1969. — 264 с. 2. Ткалич К.Н., Коновалов Ю.В. Точная прокатка тонких полос. — М.: Металлургия, 1972. — 176 с. 3. А. с. 685370 (СССР). Прокатная клетка/Н.Г. Сычев, А.В. Степаненко. — Оpubл. в Б.И., 1979, №34.

УДК 621.762.04

Е.Б. ЛОЖЕЧНИКОВ, канд. техн. наук,
Н.Б. КАРДОВИЧ (БПИ)

О ВЛИЯНИИ ПОГРЕШНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВАЛКОВ НА ТОЧНОСТЬ ПОРОШКОВОГО ПРОКАТА ПО ДЛИНЕ

Непрерывность процесса и неизменность условий захвата и уплотнения порошка валками обеспечивает равномерность его толщины и плотности по длине [1,2]. Однако погрешности в изготовлении валков обуславливают периодически повторяющиеся колебания толщины и плотности в прокатываемых из порошков лентах. К таким погрешностям относятся неравномерность твердости валков и биение бочки относительно опорных шеек. Изменение твердости вызывает изменение коэффициента трения порошка с валками, а следовательно

но, и изменения условий захвата и уплотнения порошка при прокатке. В результате изменяется толщина и плотность ленты. На участках с большим коэффициентом трения (меньшая твердость) интенсивность захвата и уплотнения порошка большая, при этом увеличивается плотность проката, распорные усилия на валки, упругая деформация рабочей клетки, а следовательно, и толщина проката. Это видно из структурной формулы толщины проката [3]:

$$h_{\text{л}} = h_0 + h_{\text{у}} = h_0 + P_{\text{в}}/I \quad (1)$$

где h_0 — первоначальный раствор валков; $h_{\text{у}}$ — упругая деформация рабочей клетки в плоскости прокатки; $P_{\text{в}}$ — распорное усилие; I — жесткость рабочей клетки.

Из (1) видно, что увеличение жесткости рабочей клетки уменьшает систематические погрешности по толщине проката, вызванные неравномерными условиями захвата порошка валками.

Биевание бочки валка на значение dh_0 приводит к периодическому изменению первоначального раствора валков и толщины ленты. Изменение толщины порошкового проката при неизменных условиях его захвата вызывает изменение его плотности $\rho_{\text{л}}$ в соответствии с гиперболическим законом [1]

$$\rho_{\text{л}} h_{\text{л}} = 0,5 c^2, \quad (2)$$

где c — параметр, зависящий от свойств порошка, диаметра валков, угла захвата, скорости прокатки и других условий процесса.

В соответствии с (2) уменьшение толщины порошкового проката вызывает увеличение его плотности, а также и усилий на валки, упругой деформации рабочей клетки и толщины проката. Для оценки этого явления воспользуемся формулой давления прессования порошков С. Агте и М. Петерлика [4], показывающей хорошую сходимость с результатами опытов:

$$\rho_{\text{л}} = \rho_{\text{п}} + k \sigma_{\text{н}}^m, \quad (3)$$

где $\rho_{\text{п}}$ — плотность порошка; $\sigma_{\text{н}}$ — нормальное давление уплотнения порошка; k, m — параметры, зависящие от свойств порошка.

Усилие на валки выразим через максимальное контактное напряжение $\sigma_{\text{н}}$ в нейтральном сечении, приняв треугольную форму эпюры контактных напряжений по дуге прокатки, соответствующей центральному углу α_{ρ} [1],

$$P_{\text{в}} = 0,5 \sigma_{\text{н}} R B \alpha_{\rho} \quad (4)$$

где R — радиус бочки валков; B — ширина проката.

Подставив значение $P_{\text{в}}$ из (4) в (1) и проведя его дифференцирование, получим изменение толщины проката от биевания бочки валков:

$$dh_{\text{л}} = dh_0 + d\sigma_{\text{н}} BR \alpha_{\rho} / 2I. \quad (5)$$

Изменение плотности проката, вызванное изменением напряжения на величину $d\sigma_{\text{н}}$, определим, дифференцируя (2):

$$d\rho_{\text{л}} = - \frac{c^2 d h_{\text{л}}}{2h_{\text{л}}^2}, \quad (6)$$

а изменение напряжения, – дифференцируя (3) :

$$d\rho_{\text{л}} = km \sigma^{n-1} d\sigma. \quad (7)$$

Решив совместно (5), (6) и (7), получим

$$dh_{\text{л}} = dh_0 / \left(1 + \frac{c^2 \sigma^{1-m} BR a \rho}{4 km h_{\text{л}}^2 l} \right). \quad (8)$$

Поскольку в правой части знаменателя отрицательных значений нет, то знаменатель всегда больше единицы, а значит, $dh_{\text{л}} < dh_0$. Следовательно, изменение толщины ленты всегда меньше биения валков, а уменьшение жесткости рабочей клетки приводит к уменьшению влияния погрешности формы валков на точность порошкового проката по толщине.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прокатка металлических порошков/Г.В. Виноградов, Ю.Н. Семенов, О.А. Катрус, В.П. Каташинский. – М.: Металлургия, 1969. – 284 с. 2. Ложечников Е.Б., Клименков С.С. Качество лент, полученных прокаткой порошков. – В сб.: Металлургия. Минск: Выш. шк., 1977, вып. 10, с. 71–76. 3. Аксенов Г.И. Основном уравнении прокатки. – В кн.: Порошковая металлургия. Тр. ЛПИ, № 396, М.: Металлургия, 1969, с. 35–36. 4. Жданович Г.М. Теория прессования металлических порошков. – М.: Металлургия, 1969, с. 24–262.

УДК 621.983

В.А. ВАРВИН, канд.техн.наук,
С.А. ВЕРКЕЕВ, В.И. ЛЮБИМОВ, канд.техн.наук (БПИ)

КОМБИНИРОВАННАЯ ВЫТЯЖКА ЛИСТОВЫХ МЕТАЛЛОВ С НАЛОЖЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ НА МАТРИЦУ

Экспериментальные и теоретические работы, проведенные по комбинированной вытяжке [1], показывают, что существуют реальные предпосылки расширения технологических возможностей этого процесса. Значительный резерв интенсификации процесса открывает оптимизация контактных условий трения между заготовкой и инструментом, которая способствует уменьшению нагрузки опасного сечения. Значимость оптимизации этого фактора следует хотя бы из того, что в результате действия сил трения напряжения в опасном сечении заготовки могут превышать напряжения полезного объемно-пластического деформирования на 30–40%. Одним из эффективных путей снижения сил контактного трения является использование ультразвуковых колебаний [2].

Экспериментальную проверку эффективности применения радиальных ультразвуковых колебаний в процессе комбинированной вытяжки проводили с