

реходе. Блочная смена инструмента позволяет при этом с успехом использовать ротационную вытяжку с утонением планетарными матрицами в условиях крупносерийного и массового производства.

Предлагаемая конструкция отличается достаточной универсальностью, позволяющей использовать устройство не только для исправления исходной технологической разностенности заготовок на первых переходах ротационной вытяжки, но и для получения качественных готовых изделий на последующих переходах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д о б р о в о л ь с к и й И.Г., Ш а п о в а л о в В.И. О критерии оценки эффективности конструкций ротационных матриц планетарного типа, оснащенных телами качения. — В сб.: *Металлургия*. Минск: Выш. шк., 1982, вып. 16, с. 129–133.
2. Д о б р о в о л ь с к и й И.Г., Ш а п о в а л о в В.И. Вертикальный полуавтомат для ротационного выдавливания сильфонных трубок-заготовок. — В сб.: *Автоматизация и механизация штамповочного производства*. М.: МДНТП им. Ф.Э. Дзержинского, 1978, с. 40–47.

УДК 621.771.237

Н.Г. СЫЧЕВ, канд.техн.наук,
М.С. БЕЗВЕРХИЙ (БПИ)

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОТОЧНЫХ ЛЕНТ НА ДВУХВАЛКОВОМ СТАНЕ

Одним из основных показателей листовой продукции является точность геометрических размеров. Действующими ГОСТами СССР для горячекатаных полос предусмотрен диапазон разнотолщинности от $\pm 5\%$ до $\pm 15\%$ от номинальной толщины, а для холоднокатанных — от ± 5 до $\pm 10\%$. Отечественные стандарты по точности полосового и рулонного материала находятся на уровне стандартов индустриально развитых стран. Некоторые зарубежные стандарты (Швеция, Япония) определяют более жесткие отклонения толщины холоднокатанных полос и лент. В последнее десятилетие встает остро проблема уменьшения допуска на разнотолщинность в связи с необходимостью повышения качества выпускаемой продукции и переводом ее на автоматизированные поточные линии.

При прокатке лент наиболее существенной является продольная разнотолщинность, определяемая изменением межвалкового зазора в процессе деформации, величина которого зависит от технологических и конструктивных причин. К технологическим причинам относят наследственную разнотолщинность, неоднородность физико-механических свойств, выбранный способ прокатки, режим обжаривания, температуру и скорость прокатываемой заготовки, применяемую технологическую смазку и способ ее подачи в очаг деформации, режим натяжения ленты. Конструктивными причинами разнотолщинности являются схема прокатной клетки и ее жесткость, конструкция валков, опорных шеек и подшипников, точность изготовления элементов клетки, система контроля и регулирования толщины ленты в процессе прокатки. Из указан-

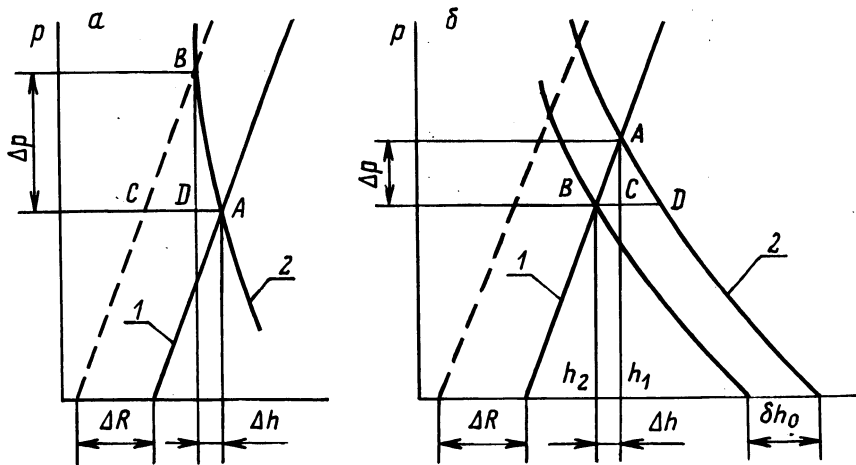


Рис. 1. К определению влияния биения валков на точность при прокатке лент из заготовок, не имеющих (а) и обладающих (б) продольной разнотолщиной.

ных причин большое влияние на точность прокатываемых лент оказывает наследственная разнотолщинность и биение валков.

Наследственная разнотолщинность может быть значительно уменьшена прокаткой в первых проходах с минимальным обжатием. Для этой цели используют прокатную клетку с максимально возможной жесткостью (не менее $75 \cdot 10^5$ кН/м) с предварительным ее напряжением [2]. Если увеличение жесткости прокатной клетки и предварительное ее напряжение не представляют большой сложности, то устранение биения валков практически не может быть реализовано ни в одной схеме прокатной клетки. Чтобы уменьшить влияние биения валков на точность лент, ведут прокатку в рабочих клетках, имеющих малую жесткость [2]. Однако этот метод не может быть использован для исправления наследственной разнотолщинности ленты. В этом отношении весьма эффективным является случай прокатки в режиме сплющивания бочки валков.

Аналитическая зависимость между продольной разнотолщиной и биением валков при значительном их сплющивании устанавливается при рассмотрении рис. 1, а. Точка А пересечения упругой линии клетки 1 и пластической кривой 2 является моментом равновесия. При уменьшении радиуса валков на ΔR упругая линия займет новое положение и пересечет кривую 2 в точке В. Изменение давления металла на валки составит Δp . Принимая, ввиду малости, участок АВ за прямую, обозначим тангенс угла ее наклона через

$$M_{\Pi} = \frac{\Delta p}{\Delta h} ; \Delta R = CD + DA .$$

Так как тангенс угла наклона линии СВ равен модулю жесткости клетки $M_{К}$, то

$$\Delta R = \frac{\Delta p}{M_{К}} + \Delta h .$$

Изменив Δr на $M_{II} \Delta h$, полученное уравнение приводим к виду

$$\Delta R = \frac{M_{II} \Delta h}{M_K} + \Delta h, \text{ или } \Delta h = \frac{M_K \Delta R}{M_K + M_{II}}.$$

Когда наблюдается значительное сплющивание валков, $M_{II} \rightarrow \infty$ и, следовательно, $\Delta h \rightarrow 0$, т.е. упругое сплющивание валков позволяет уменьшить и даже устранить влияние биения бочки валков на точность прокатки. Это положение хорошо было подтверждено результатами прокатки ленты из латуни Л63 сечением $0,2 \times 60$ мм, имеющей наибольшую продольную разнотолщинность $4 \cdot 10^{-6}$ м, в валках $\varnothing 0,2$ м с биением радиуса верхнего валка $32 \cdot 10^{-6}$ м и нижнего $13 \cdot 10^{-6}$ м. Обжимая ленту до $16 \cdot 10^{-5}$ м, получали наибольшую разнотолщинность $6 \cdot 10^{-6}$ м.

Невозможность исправления наследственной разнотолщинности ленты при прокатке ее в валках, подвергающихся значительному сплющиванию, может быть аналитически установлена (рис. 1, б)

$$BC = BD - CD, \text{ но } BD = \delta h_0 -$$

отклонение толщины полосы от номинала.

$$\text{Если } CD = \frac{\Delta p}{M_{II}} \text{ и } BC = \frac{\Delta p}{M_K}, \text{ тогда}$$

$$\frac{\Delta p}{M_K} = \delta h_0 - \frac{\Delta p}{M_{II}}.$$

$$\text{Если } \Delta p = M_K \Delta h, \text{ то } \Delta h = \delta h_0 - \frac{\Delta h M_K}{M_{II}};$$

$$\Delta h + \frac{\Delta h M_K}{M_{II}} = \delta h_0; \quad \Delta h \left(1 + \frac{M_K}{M_{II}}\right) = \delta h_0.$$

окончательно $\Delta h = \frac{M_{II}}{M_{II} + M_K} \delta h_0$, отсюда видно, что при

$$M_{II} \rightarrow \infty \quad \frac{M_{II}}{M_{II} + M_K} \rightarrow 1 \quad \text{и} \quad \Delta h \rightarrow \delta h_0,$$

т.е. исходная разнотолщинность полосы при значительном сплющивании валков не может быть уменьшена при увеличении жесткости прокатных валков и всей клетки в целом.

Таким образом, основным условием высокоточной прокатки материалов, имеющих невысокий предел прочности, в двухвалковой клетке является устранение биения межвалкового зазора.

Эффективным является устранение биения межвалкового зазора при использовании прокатной клетки [3], в которой прижатые друг к другу валки,

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).

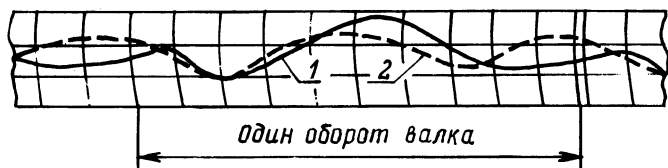


Рис. 2. Профилограммы биения поверхности бочки нижнего (1) и верхнего (2) валков.

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