

УДК 621.771

А.А.Сушников (асп., каф. РАПС СПбГЭТУ “ЛЭТИ”),  
М.П.Белов, к.т.н., доц. СПбГЭТУ “ЛЭТИ”

## АВТОМАТИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ МЕЖКЛЕТЕВЫХ НАТЯЖЕНИЙ НЕПРЕРЫВНЫХ СОРТОВЫХ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ

Выявление взаимосвязи между рассогласованием скоростей вращения валков соседних клетей при непрерывной прокатке сортовых профилей и возникающими в результате этого горизонтальными напряжениями в металле в межклетевом промежутке, оценка указанных напряжений и автоматическая оптимизация являются наиболее сложными функциональными задачами систем автоматического управления межклетевых натяжений современных непрерывных сортовых прокатных станов.

Адаптивные системы автоматической оптимизации натяжения металла в промежутке между клетями работают в режиме поисковых изменений параметров регуляторов системы, при которых достигается экстремальное значение показателя качества (среднеквадратичной ошибки системы). Основным отличием таких систем от традиционных систем минимизации межклетевых натяжений является использование пробных движений и оценка на каждом шаге нужного направления движения к экстремуму.

Системы автоматической оптимизации включают в себя блок оценки показателя качества, работа которого напрямую зависит от точности измерения межклетевых натяжений. Существующие способы оценки величины указанных напряжений в металле можно разделить на прямые и косвенные, причем наиболее широкое применение из-за сложности технологического процесса горячей прокатки и ограниченной возможности реализации непосредственного измерения натяжения получили последние. Известно весьма большое разнообразие технических решений, положенных в основу способов и систем косвенной оценки уровня межклетевых натяжений. Эти способы измерения отличаются в основном по алгоритму вычисления момента деформации металла с учетом изменяющихся параметров процесса прокатки по длине полосы. Способ оценки межклетевого натяжения по изменению токовой нагрузки данной клетки при захвате металла последующей клетью является самым простым. Однако в настоящее время наибольшее предпочтение отдается способам, которые учитывают изменения сопротивления деформации металла, связанные с нестабильностью температурного режима прокатки, изменчивостью физико-механических свойств и другими технологическими факторами.

Управляемым параметром показателя качества в системах автоматической оптимизации межклетевых натяжений при непрерывной сортовой прокатке (в том случае, если отсутствуют устройства регулирования зазора между валками) может служить коэффициент соотношения скоростей двух смежных клетей, регулирование которого осуществляется путем изменения скорости вращения двигателя последующей клетки.

Важным моментом в создании систем оптимизации межклетевых натяжений является выбор алгоритма поиска экстремума функции качества и организация достаточно быстрых движений к экстремуму при изменении условий функционирования системы. Наиболее простым и удобным методом является метод дихотомии, суть которого заключается в следующем. Если область параметров  $B$  представить в виде отрезка  $AD$ , внутри которого находится оптимальное значение управляемого параметра (коэффициента соотношения скоростей)  $K_{cc}^*$ , то этот отрезок делится пополам и отбрасывается часть, где экстремум

отсутствует. На первом шаге имеем  $K_{cc1} = \frac{A+D}{2}$ . В районе  $K_{cc1}$  делаются два показателя качества с целью выяснения, справа или слева от  $K_{cc1}$  находится экстремум. Знак разности

$$\Delta Q = Q\left(K_{cc1} + \frac{\varepsilon}{2}\right) - Q\left(K_{cc1} - \frac{\varepsilon}{2}\right),$$

где  $\varepsilon$  - интервал приращений коэффициента соотношения скоростей двух смежных клеток, обеспечивающий получение информации о положении экстремума. Имеем:

$$\begin{aligned} K_{cc}^* &< K_{cc1}, \text{ если } \Delta Q > 0 \\ K_{cc}^* &> K_{cc1}, \text{ если } \Delta Q < 0 \end{aligned}$$

Следующая пара измерений производится в районе середины оставшегося отрезка  $K_{cc2} = \frac{A+K_{cc1}}{2}$ , т.е. в точках  $K_{cc} = K_{cc2} \pm \frac{\varepsilon}{2}$ . Процедура выбора половины отрезка повторяется. Деление продолжается до тех пор, пока на  $k$ -м интервале  $B_k \leq \varepsilon$ .

Использование адаптивных систем автоматической оптимизации межклетевых натяжений в непрерывных сортовых прокатных станах позволяет технологический режим прокатки приблизить к свободному режиму (отсутствие натяжений полосы в промежутках между клетями), что благоприятно скажется на качестве готовой продукции.