

УДК 621.774

Пилипенко С. В.*

РАЗВИТИЕ МЕТОДА РАСЧЕТА РАЦИОНАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ ВЕЛИЧИН ПРИНУДИТЕЛЬНОГО И ЕСТЕСТВЕННОГО КАТАЮЩЕГО РАДИУСА КАЛИБРА СТАНОВ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ТРУБ

Для большинства станов ХПТ, при определенном диапазоне диаметров труб и при известном постоянном диаметре бочки вала, выбирают ведущую шестерню, соответствующую части сортамента труб по диаметру. Парк ведущих шестерен ограничен, что не позволяет создать оптимальные кинематические условия прокатки для всего сортамента труб [1, 2].

В современных станах холодной прокатки труб (типа КРВ) есть возможность изменять не только диаметр ведущей шестерни, но и радиус бочки калибра. Таким образом, имеется возможность более эффективного использования возможностей стана. В данном случае необходим новый, более точный метод расчета рационального соотношения принудительного катающего радиуса калибра и радиуса бочки валков станом холодной прокатки труб.

На рис. 1 показаны сравнительные графики естественного и принудительного катающего радиуса при прокатке труб на стане ХПТ-32 по маршруту $22 \times 1,5-15 \times 0,9$ [3].

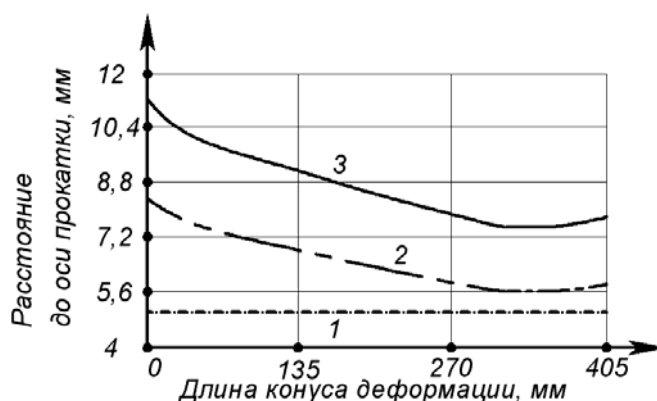


Рис. 1. Положение естественного и принудительного катающего радиуса относительно оси разъёма (основания) калибра при прокатке труб на стане ХПТ-32 по маршруту $22 \times 1,5-15 \times 0,9$:

1 – радиус ведущей шестерни; 2 – ЕКР; 3 – радиус дна калибра [3]

В зависимости от изменения радиуса калибра изменяется, и естественный катающий радиус (рис. 1, пунктир). Из-за разницы величин естественного и принудительного катающего радиуса (рис. 2, точки), на площади контакта трубы с валком соотношение зон опережения и отставания отличается от соотношений присущих естественному процессу прокатки. При этом возникают осевые усилия, действующие вдоль оси оправки.

Уровень осевых усилий определяет работоспособность распределительно-подающего механизма, а принудительное соотношение зон опережения и отставания ведет к повышенному износу инструмента.

Величину изменения осевых усилий вдоль конуса деформации возможно определить по следующим зависимостях [1]:

– для прямого хода клетки:

$$Q_{np} = 2 \left(p_B \cdot f \cdot F_B - p_A \cdot f \cdot F_A \pm P_t \frac{\sin \varphi}{1,57} \right); \quad (1)$$

* Научный консультант: д-р техн. наук, проф. Григоренко В. У.

– для обратного хода клетки:

$$Q_{обр} = 22 \left(p_B \cdot f \cdot F_B - p_A \cdot f \cdot F_A + P_{\Sigma} \frac{\sin \varepsilon}{1.57} \right), \quad (2)$$

где p_B и p_A – среднее давление в зоне отставания и опережения мгновенного очага деформации (различать для прямого или обратного ходов соответственно);

F_A и F_B – площадь контактной поверхности в зонах отставания и опережения мгновенного очага деформации;

P_t – усилие деформации в зоне обжатия стенки мгновенного очага деформации;

P_{Σ} – горизонтальная проекция полного давления, направленная в сторону движения клетки;

φ – угол направления равнодействующей сил давления.

Необходим новый и простой метод расчета рационального соотношения принудительного катающего радиуса калибра и радиуса бочки валков станов холодной прокатки труб.

Цель данной статьи – по минимуму максимальных значений величин осевых усилий при прямом и обратном ходе найти рациональное значение диаметра валков.

На примере прокатки на стане КРВ 25 определим расчетным путем степень влияния изменения соотношения диаметра валка и начального диаметра ведущей шестерни на максимальные значения осевых усилий вдоль рабочего конуса деформации и покажем качество настройки стана при использовании валков с диаметром, выбранным по предлагаемому методу.

Для оценки влияния изменения соотношения диаметра валка и начального диаметра ведущей шестерни (для условий стана КРВ 25) на максимальные значения осевых усилий вдоль рабочего конуса деформации разработали соответствующее программное обеспечение [3]. Расчеты выполнялись с использованием зависимостей (1) и (2) и зависимостей определяющих составляющие этих выражений [1]. На графике распределения значений осевого усилия вдоль рабочего конуса деформации найдены значения максимумов (рис. 2).

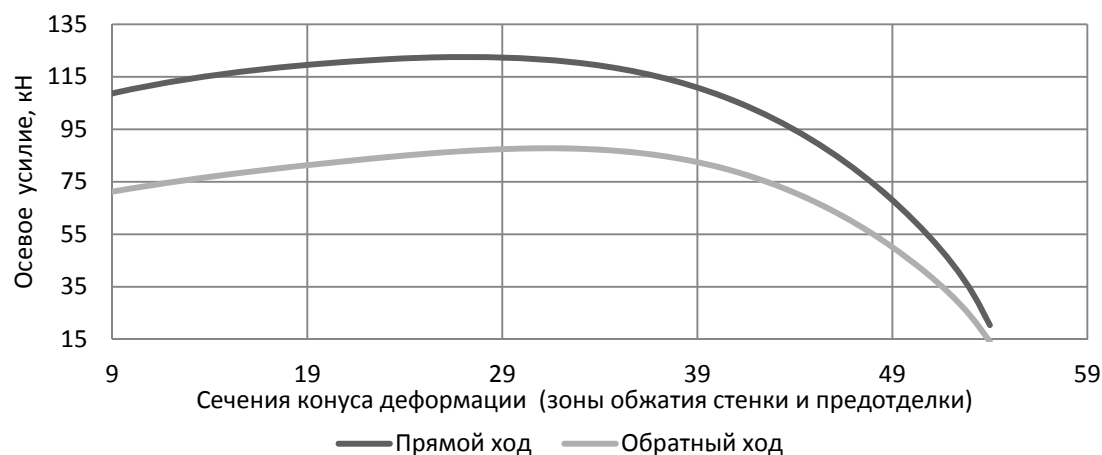


Рис. 2. Распределение значений осевого усилия вдоль зон обжатия стенки и калибровки конуса деформации (маршрут $26 \times 3,52-15,1 \times 1,65$, ХПТ-32)

Для аналитического исследования был выбран маршрут $20 \times 2,6-14,12 \times 1,67$, рассчитана калибровка инструмента и определены графики изменения осевых усилий (стан КРВ-25 начальный диаметр ведущей шестерни 196 мм). Результаты моделирования процесса указаны в табл. 1 и на графиках рис. 3 (в расчет принимаются максимальные значения осевых усилий по модулю).

Из графика (см. рис. 3) видно, что при изменении диаметра валков от 206 до 212 мм имеются минимумы значений пиков осевых усилий при диаметре 209 мм.

Таблица 1

Изменения значений максимумов значений осевых усилий в зависимости от выбранного диаметра калибра при использовании ведущей шестерни диаметром 196 мм (маршрут $20 \times 2,6-14,12 \times 1,67$, КРВ-25)

Диаметр калибра, мм	Максимальные осевые усилия при прямом ходе, кН
207	5,9
208	5,56
209	3,04
210	7,2
211	12,4

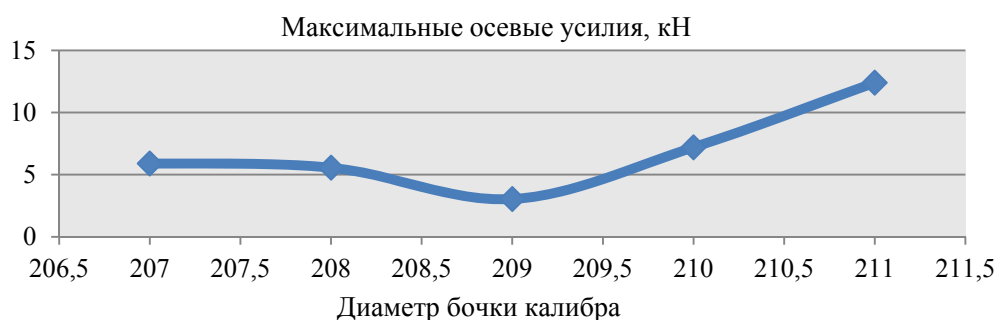


Рис. 3. Изменения значений максимумов осевых усилий при прямом ходе в зависимости от диаметра калибра при использовании ведущей шестерни диаметром 196 мм (маршрут $20 \times 2,6-14,12 \times 1,67$, КРВ-25)

Исходя из результатов расчетов, выбран диаметр бочки валка 209 мм. При экспериментальной прокатке с использованием шестерни диаметром 196 мм и валков с диаметром бочки равным 209 мм процесс деформации выполнялся «ровно», без видимых осевых воздействий на трубу заготовку, отсутствовало также налипание металла на инструмент.

Выбор рационального значения соотношения диаметра валка и начального диаметра ведущей шестерни позволяет получить минимальное значение максимумов осевых усилий в сечениях конуса деформации при прокатке в станах холодной пыльгерной валковой прокатки труб.

Используя описанный метод, возможно создать наиболее благоприятные кинематические условия деформации вдоль всего конуса деформации станов холодной пыльгерной валковой прокатки труб.

ВЫВОДЫ

Исследован новый метод выбора рационального соотношения значений принудительного катающего радиуса и радиуса бочки валка стана КРВ-25. Ряд экспериментальных прокаток в заводских условиях на валках, радиус бочки которых определяли по описанному выше методу, показал, что процесс прокатки протекал устойчиво, без видимых воздействий осевых сил, не было налипания на валки. Данный метод был применен при расчете ряда калибровок для прокатки труб из титановых сплавов на стане КРВ-25.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шевакин Ю. Ф. Калибровка и усилия при холодной прокатке труб / Ю. Ф. Шевакин. – М. : Металлургия, 1963. – 269 с.
2. Тетерин П. К. Теория периодической прокатки / П. К. Тетерин. – М. : Металлургия, 1978. – 254 с.
3. Григоренко В. У. Расчет оптимального соотношения радиусов калибра и валка станов холодной прокатки труб / В. У. Григоренко, С. В. Пилипенко // Сталь. – 2012. – № 8. – С. 37–39.

Пилипенко С. В. – канд. техн. наук, докторант НМетАУ.

НМетАУ – Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск.

E-mail: 44-08@mail.ru

Статья поступила в редакцию 17.12.2013 г.