

Список использованной литературы

1. Раскисление и вакуумная обработка стали. Часть I. Термодинамические и кинетические закономерности. Кюнпель Г. Перевод с немецкого Г.Н. Еланского. – М.: Издательство «Металлургия», 1973 – 312с.
2. Охотский В.Б. Модели металлургических систем. – Днепропетровск: “Системные технологии”, 2006. – 287с.

УДК 621.771.016

Я.Д. Василев, Д.Н. Самокиш, С.В. Журавлева

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепр

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТНОЙ ЛИНИИ ПОЛОСЫ С ВАЛКОМ ПРИ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКЕ ПОЛОС С НАТЯЖЕНИЕМ

При холодной прокатке тонких и особо тонких полос деформация радиального упругого сжатия валков приобретает значения, соизмеримые с абсолютным обжатием полосы, в результате чего происходит существенное искажение контактной линии металла с инструментом и её описание уравнением окружности становится некорректным. Установлено, что с уменьшением толщины полосы и с увеличением контактных нормальных напряжений контактная линия металла с инструментом при холодной прокатке тонких полос вместо дуги, описанной уравнением окружности, приобретает форму более сложной кривой [1-3]. Контактная линия металла с инструментом оказывает большое влияние на длину очага деформации [3] и на характер изменения обжатия по длине очага, а через них на все параметры процесса холодной прокатки тонких и особо тонких полос [2, 3, 5]. Поэтому получение данных о линии контакта полосы с валком при холодной прокатке с натяжением и установление закономерности её формирования являются актуальной задачей.

Целью работы являлось расширение представлений о контактной линии полосы с валком при холодной прокатке полос с натяжением. Для детального рас-

смотрения механизма влияния заднего, переднего, а также совместного влияния заднего и переднего натяжения на длину очага деформации при прокатке с натяжением было проведено исследование контактной линии полосы с валком, на основании аналитического решения, в основу которого положено решение задачи Буссинеска, известной в теории упругости [3].

Уравнение, описывающее изменение толщины полосы в очаге деформации имеет следующий вид [3]:

$$\begin{aligned} \frac{h(x)}{2} = & \frac{h_0}{2} - \frac{l_c^2}{2R} \cdot \left[2 \left(1 - \frac{x_1}{l_c} \right) \frac{x}{l_c} - \left(\frac{x}{l_c} \right)^2 \right] - 3\theta_B p_{cp.c} l_c \left\{ \frac{1}{\eta^2} \left[\frac{\eta^3}{3} \ln \left| \frac{\eta l_c}{x - l_c} \right| - \left(\frac{x}{l_c} \right)^2 \left(\frac{1}{3} \frac{x}{l_c} + \eta \right) \right] \times \right. \\ & \times \ln \left| \frac{x}{x - \eta l_c} \right| - \frac{5}{6} \eta^2 \frac{x}{l_c} + \frac{1}{3} \eta \left(\frac{x}{l_c} \right)^2 \left. \right] + \frac{1}{(1-\eta)^2} \left\{ \left(\frac{2}{3} - \eta \right) \ln \left| \frac{x}{l_c} - 1 \right| + \frac{1}{3} \eta^3 \ln \left| \frac{x - \eta l_c}{\eta l_c} \right| + \right. \\ & \left. \left. + \frac{x}{l_c} \left[\frac{1}{3} \left(\frac{x}{l_c} \right)^2 - \eta \frac{x}{l_c} + 2\eta - 1 \right] \ln \left| \frac{x - l_c}{x - \eta l_c} \right| + \frac{1}{6} \frac{x}{l_c} \left(5\eta^2 - 6\eta + 1 + 2 \frac{x}{l_c} - 2\eta \frac{x}{l_c} \right) \right\} \right\}, \quad (1) \end{aligned}$$

где l_c , $p_{cp.c}$ - длина очага деформации и среднее контактное нормальное напряжение, рассчитанное с учетом влияния упругих деформаций валков и полосы; θ_B , η - упругая постоянная материала рабочих валков и коэффициент, характеризующий положение максимума эпюры нормальных контактных напряжений; x - текущая координата ($0 \leq x \leq l_c$).

Данные о характере изменения толщины полосы в очаге деформации при прокатке без натяжения и с различным натяжением (линии контакта полосы с валком) получали, выполняя расчеты $h(x)$ в десяти сечениях очага. Моделировали условия холодной прокатки полос из предварительно наклепанной ($\epsilon_{пр}=0,9$) стали 08кп [$\sigma_{T\epsilon}=230+34,6(100\epsilon_{\Sigma})^{0,6}$] с частными относительными обжатиями 0,3 для следующих исходных данных: $R=300$ мм; $f=0,04$; $h_0=0,25$ мм; $E_B=E_{п}=2,2 \cdot 10^5$ Н/мм²; $\nu_B=\nu_{п}=0,3$.

Рассматривали процесс прокатки полос без натяжения (рис. 1, а), с одним большим передним натяжением (рис. 1, б), с одним большим задним натяжением (рис. 1, в), и с двумя одинаковыми натяжениями (рис. 1, г). Построение линии контакта производилось в привязке к линии соединяющей центры валков (л.ц.в на рис. 1), для удобства анализа полученных данных.

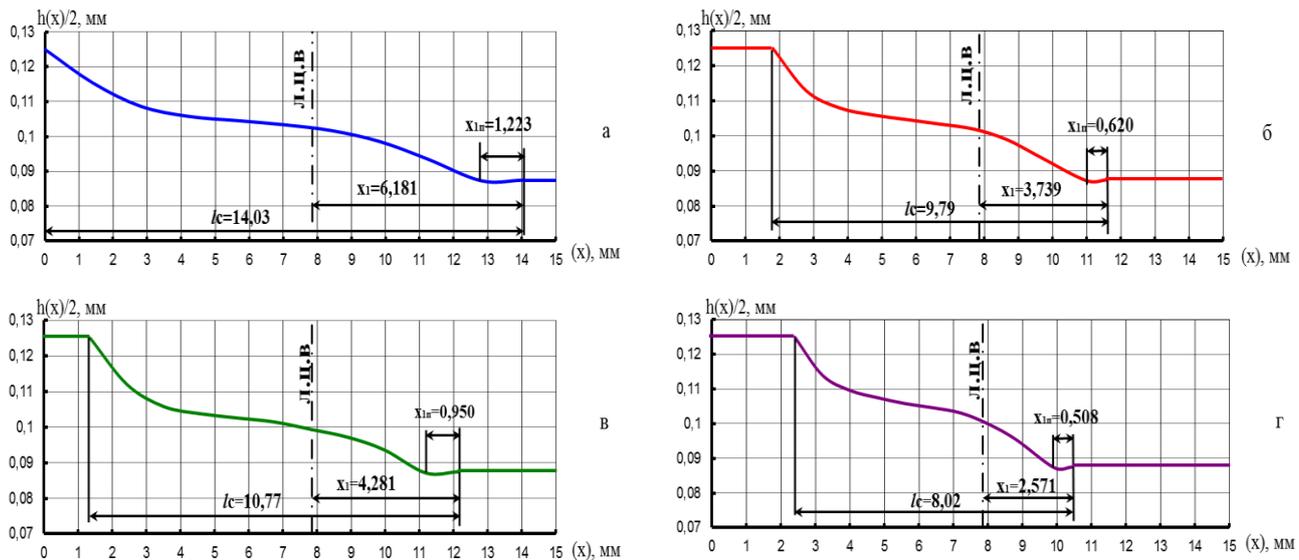


Рис. 1 – Линия упруго-пластического контакта полосы с валком при холодной прокатке полос толщиной 0,25 мм из стали 08кп ($\epsilon_{пр}=0,9$; $\epsilon=0,3$)

Вывод. В ходе выполнения работы расширили представления о контактной линии полосы с валком при холодной прокатке полос с натяжением.

Список литературы

1. Крейндли Н. Н. Расчет обжатий при прокатке цветных металлов / Н. Н. Крейндли – М.: Metallurgizdat, 1963. – 407 с.
2. Полухин В. П. Математическое моделирование и расчет на ЭВМ листовых прокатных станов / В. П. Полухин – М.: Metallurgiya, 1972. – 512 с.
3. Василев Я. Д. Инженерные модели и алгоритмы расчета параметров холодной прокатки / Я. Д. Василев – М.: Metallurgiya, 1995. – 368 с.
4. Безухов Н. И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести / Н. И. Безухов – М.: Высшая школа, 1968. – 512 с.
5. Василев Я. Д. Теория продольной прокатки. Учебник / Я. Д. Василев, А. А. Минаев. – Донецк: УНИТЕХ, 2010. – 456 с.