

УДК 621.771.057

**МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО
СОСТОЯНИЯ НА КОНТАКТНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛОСЫ ПРИ
ПРОКАТКЕ В КАЛИБРАХ**

д.т.н., проф. Б.П. Серeda, асп. А.К. Коваленко

Запорожская государственная инженерная академия

Наиболее остро стоит вопрос комплексного решения таких задач, как обеспечение роста производительности станков, повышение качества поверхности и макроструктуры проката. Нередко эти требования находятся между собой в противоречиях и поэтому необходима оптимизация технологии прокатки. Также важной задачей является сокращение поверхностных и внутренних дефектов крупных слитков при прокатке на обжимных станах.

Известно, что прокатка в системе ящичных калибров во многом определяют качество заготовки [1], поэтому в качестве критерия эффективности режимов прокатки широко применяется показатель степени использования запаса пластичности. Однако его определение в условиях реального процесса осложняется значительной неравномерностью деформаций и температур, поэтому предложенная математическая модель базируется на феноменологических представлениях критерия пластичности в постановке В.Л. Колмогорова [2], который в качестве такого критерия предложил величину Λ – степень деформации сдвига ($d\Lambda = Ndt$, где N – интенсивность деформации сдвига).

Для исследования напряженно-деформированного состояния проведено моделирование процесса прокатки в лабораторных условиях. Определены такие факторы оптимизации, как четыре безразмерных параметра, которыми характеризуется очаг деформации (рис. 1) при прокатке в калибрах ($x_1 = D_0/H_1$ – приведенный диаметр валков; $x_2 = H_0/H_1$ – коэффициент обжатия; $x_3 = H_0/B_0$ – исходное отношение осей полосы; $x_4 = (B_k - B_d)/H_1$ – выпуска калибра) и относительная координата точек на контактной поверхности раската ($x_5 = 2z'/B_0$). Степень защемления полосы в калибре была принята равной единице ($a_3 = B_0/B_d = 1$).

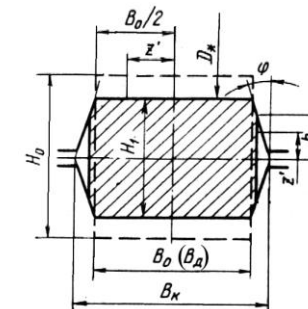


Рис. 1. Очаг деформации при прокатке в ящичном калибре

Уровни и интервалы варьирования выбраны в соответствии с реальным диапазоном изменения их в существующих калибровках рабочих валков (табл. 1).

Таблица 1

Факторы и количественные оценки их уровней

x_1			x_2			x_3			x_4			x_5		
D/H ₁			H ₀ /H ₁			H ₀ /B ₀			(B _к - B _л)/H ₁			2z/B ₀		
-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1
4,5	8,5	12,5	1,22	1,35	1,48	1	1,5	2	0,2	0,3	0,4	-1	0	1

С целью определения влияния выбранных факторов на напряженно деформированное состояние на контактной поверхности полосы был использован симметричный некомпозиционный план второго порядка для пяти факторов предложенный Боксом и Бенкеном (табл. 2). В соответствии с которым по выборке из плана 3^5 было проведено 46 опытов, шесть из которых на нулевом уровне.

Таблица 2

Матрица пятифакторного симметричного некомпозиционного плана второго порядка

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
				0
1	1			0
		1	1	0
	1			±
1		1		0
			1	±
	1	1		0
1			1	0
		1		±
1				±
	1		1	0
				0

Образцы изготавливали из свинца, на все грани наносили координатную сетку с размером ячейки 2мм. После прокатки на лабораторных станах диаметром валков 120 и 280 мм получали недокаты. Координаты узлов сетки измеряли на инструментальном микроскопе. Обработка результатов экспериментального исследования проведена по методике множественного корреляционно-регрессионного анализа, изложенной в работах [3,4]. Для степени дефор-

мации сдвига на контактной поверхности полосы получено с уравнение регрессии (1) и построены поверхности отклика (рис. 2).

$$\Lambda = -0,65 - 0,015 \frac{D_*}{H_1} + 1,9 \frac{H_0}{H_1} - 0,13 \frac{H_0}{B_0} - 0,59 \frac{B_K - B_D}{H_1} + 0,014 \frac{D_*}{H_1} \frac{H_0}{B_0} \left(\frac{2z'}{B_0}\right)^2 + 0,17 \left(\frac{2z'}{B_0}\right)^2$$

Для приведенной формулы коэффициент корреляции составил $R = 0,91$, среднее квадратическое отклонение $S = 0,81$.

Как видно наибольшее влияние на степень деформации сдвига оказывает степень обжатия, а наибольшие значения ее достигаются на участках поверхности, которые расположены в углах профиля.

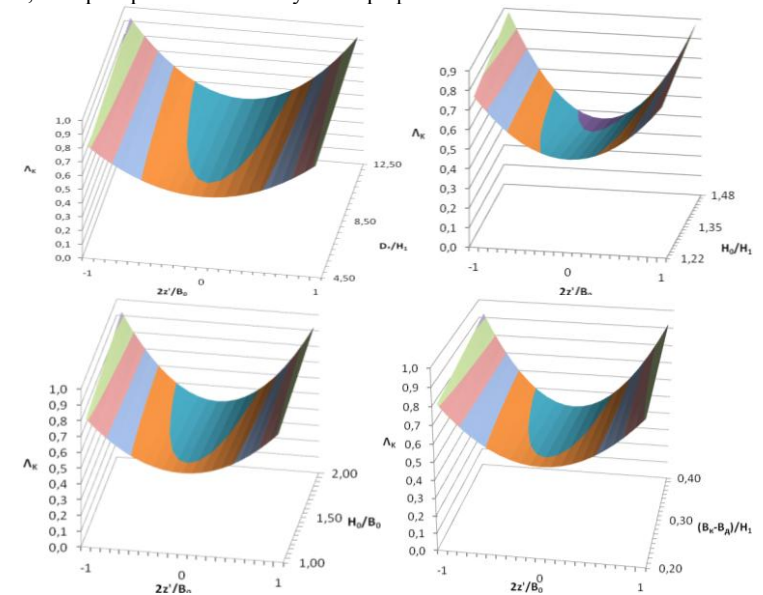


Рис. 2. Распределение Λ на поверхности полосы: а – при $H_0/H_1 = 1,35$; $H_0/B_0 = 2$; $(B_K - B_D)/H_1 = 0,2$; б – при $D_*/H_1 = 12,5$; $H_0/B_0 = 2$; $(B_K - B_D)/H_1 = 0,2$; в – при $D_*/H_1 = 12,5$; $H_0/H_1 = 1,35$; $(B_K - B_D)/H_1 = 0,2$; г – при $D_*/H_1 = 12,5$; $H_0/H_1 = 1,35$; $H_0/B_0 = 2$

Результаты расчета показывают, что данная методика позволяет прогнозировать степень деформации сдвига и может быть использована при проектировании калибровок валков и выбора рациональных режимов обжатий на блюминге [5].

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Серeda, Б.П. Технология производства прутков из стали 40 ХГМ диаметром 200...275 мм / Б.П. Серeda, А.К. Коваленко, Ю.А. Белоконь / зб. наук. праць «Металургія» №21. – Запоріжжя, 2010. – с. 166 – 170.
2. Колмогоров, В.Л. Напряжения. Деформация. Разрушение / В.Л. Колмогоров. – М.: Металлургия, 1970. – 230 с.

3. Воронцов, В.К. Об экспериментальном исследовании степени деформации сдвига по высоте раската / В.К. Воронцов, Р.Э. Гафаров, В.В. Лашин. – М.: Изв. вуз. Черная металлургия, 1983, №6, с. 59 –62.
4. Новик, Ф.С. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов / Ф.С. Новик, Я.Б. Арсов. – М.: Машиностроение, 1980. – 304 с.
5. Серета, Б.П. Розробка оптимальних режимів прокатки та після деформаційної обробки прутків зі спеціальної сталі діаметром більше 270 мм / Б.П. Серета, О.М. Тумко, І.В. Кругляк, А.К. Коваленко / зб. наук. праць «Металургія» №19. – Запоріжжя, 2009. – с. 109 – 114.