

ВЛИЯНИЕ НАТЯЖЕНИЯ ПОЛОСЫ НА ПОЛОЖЕНИЕ НЕЙТРАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКЕ КРЕМНИСТОЙ СТАЛИ

*Пузанов М.П., Логинов Ю.Н., Хаматов Д.Д.
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия
puzanovmp@ya.ru*

Кинематика очага деформации при холодной прокатке стальных полос оказывает существенное влияние на стабильность технологического процесса, его энергоёмкость и качественные показатели проката. От соотношения зон отставания и опережения в очаге деформации зачастую зависит структурное состояние металла, чистота поверхности холоднокатаных полос, их плоскостность и разнотолщинность [1-3]. Прокат из кремнистых электротехнических сталей является сложным и ответственным видом металлопродукции. К нему предъявляются высокие требования отечественных и зарубежных стандартов по качеству поверхности, геометрическим характеристикам и микроструктурным параметрам. Оптимизация технологии обработки данных сплавов трудно реализуема без результатов исследования влияния различных режимов прокатки на кинематику очага деформации, поэтому данная задача является актуальной.

В настоящей работе исследовано соотношение кинематических зон в очаге деформации при разных значениях переднего (T_1) и заднего (T_0) натяжений полосы путём отслеживания положения нейтрального сечения. Моделирование напряжённо-деформированного состояния (НДС) очага деформации производили методом конечных элементов (МКЭ) в пакете программ «DEFORM 3D». Осуществлена постановка задачи в трёх вариантах. Базовой задачей являлось моделирование процесса прокатки кремнистой стали по промышленным режимам, для чего принято: начальная толщина полосы $h_0 = 0,50$ мм, конечная $h_1 = 0,275$ мм ($\varepsilon = 45\%$), коэффициент трения $\mu = 0,11$ диаметр валков $D = 70$ мм, заднее натяжение $T_0 = 67,5$ кН, переднее $T_1 = 70$ кН. В задаче №2 заднее натяжение было увеличено до $T_0 = 90$ кН. Задача №3 являлась контрольной, в ней прокатку вели без натяжения.

При моделировании плоскость ZX соответствовала продольному сечению очага деформации, соответственно эпюра касательного напряжения σ_{ZX} позволяет определить положение нейтрального сечения из условия: $\sigma_{ZX} = 0$. На рисунке ниже представлены эпюры напряжения σ_{ZX} для трёх вариантов задачи в центральном по толщине слое полосы.

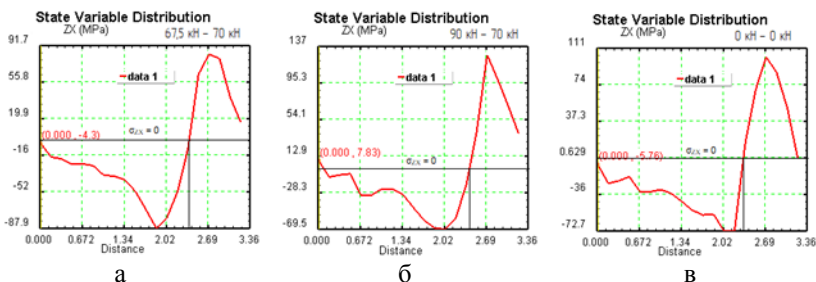


Рис. 1. Эпюры напряжения σ_{ZX} в центральном по толщине слое полосы при различных значениях натяжения:
 а) $T_0=67,5$ кН $T_1=70$ кН, б) $T_0=90$ кН $T_1=70$ кН в) $T_0=T_1=0$ кН

Как видно из рисунка, расчетные напряжения σ_{ZX} близки по своему значению к нулю до входа в очаг деформации, по ходу прокатки нарастают до определенной величины, затем уменьшаются до нуля, увеличиваются с обратным знаком и стремятся к нулевому значению на выходе из очага деформации. Расчет координаты по оси X, в которой выполняется условие $\sigma_{ZX} = 0$, выполнен при помощи функции «Point tracking» вдоль направления прокатки для трех слоев очага деформации по толщине: центрального ($0h$), поверхностного ($0,5h$), и равного четверти толщины ($0,25h$). Таким образом, во всех задачах была определена протяженность зоны отставания $l_{от}$ и зоны опережения $l_{оп}$ по глубине очага деформации. Для каждого значения была рассчитана процентная доля от общей длины фактического очага деформации l (таблица).

Протяженность, мм (%), кинематических зон очага деформации в зависимости от натяжения и координаты по толщине очага деформации

Задача №	T_0 , кН	T_1 , кН	0,5h		0,25h		0h	
			$l_{от} (l_{от}/l)$	$l_{оп} (l_{оп}/l)$	$l_{от} (l_{от}/l)$	$l_{оп} (l_{оп}/l)$	$l_{от} (l_{от}/l)$	$l_{оп} (l_{оп}/l)$
1	67,5	70	2,041 (60,7)	1,319 (39,3)	2,311 (68,8)	1,049 (31,2)	2,385 (71,0)	0,975 (29,0)
2	90	70	2,143 (63,8)	1,217 (36,2)	2,446 (72,8)	0,914 (27,2)	2,433 (72,4)	0,927 (27,6)
3	0	0	2,079 (61,8)	1,281 (38,2)	2,365 (70,4)	0,995 (29,6)	2,348 (69,9)	1,012 (30,1)

Из таблицы видно, что полученное решение согласуется с известным уравнением Ю. М. Файнберга [4]. С увеличением заднего натяжения при прокатке величина нейтрального угла уменьшается, а зона отставания увеличивается. В задаче № 2 по сравнению с задачей №1 произошло увеличение заднего натяжения на 25 %, что привело к увеличению зоны отставания по всему сечению очага. Важно отметить, что увеличение зоны отставания в данном случае незначительно и в среднем составило 3 %. По-

лученный результат говорит о том, что для промышленного режима прокатки существует значительный резерв по увеличению заднего натяжения, что позволит снизить энергосиловые параметры деформации и повысить энергоёмкость процесса. Отмечено также, что длина зоны отставания в задаче №1 меньше, чем в контрольной задаче без натяжения. Это можно объяснить более сильным влиянием переднего натяжения.

Литература

1. Гарбер Э. А., Шадрунова И. А., Кузнецов В. В. Улучшение качества поверхности холоднокатаных полос путем воздействия на положение нейтрального сечения в очаге деформации // Производство проката. 2003. № 2. С. 16-19.

2. Гарбер Э. А., Павлов С. И., Кожевникова И. А., Тимофеева М. А., Кузнецов В. В. Повышение качества поверхности листовой стали на основе новых решений в теории холодной прокатки // Вестник Череповецкого Государственного Университета. 2010. № 2. С. 116-126.

3. Кузнецов В.В., Славов В.И. Исследование влияния положения нейтрального сечения в очаге деформации при холодной прокатке на текстуру и свойства проката // Черная металлургия. 2008. № 1. С. 44-49.

4. Грудев А. П. Теория прокатки / А. П. Грудев. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. 280 с.

УДК 669.36, 669-135

ОПТИМИЗАЦИЯ СХЕМЫ НЕПРЕРЫВНОЙ ЭКСТРУЗИИ CONFORM ПРИМЕНЕНИЕМ ОБРЕЗКИ ОБЛОЯ ПО ВСЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗАГОТОВКИ

Ковин Д.С., Фоминых Р.В., Шимов Г.В.

*ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия
Wertlos@mail.ru*

Установки непрерывной экструзии CONFORM с расширяющейся форкамерной матрицей (форкамерой) в настоящее время широко применяются для непрерывного прессования медных шин из непрерывнолитой заготовки UPCUST [1]. Одной из проблем, возникающих при производстве медных прессованных профилей и шин на линии непрерывного прессования CONFORM, является присутствие дефектов типа «внутреннее расслоение». Эти дефекты могут возникать вследствие попадания в пресс-изделие окисленной поверхности заготовки. Эта гипотеза рассматривается и обосновывается в процессе промышленного эксперимента в работе [2].

Проблему «расслоений», к сожалению, не удастся полностью решить настройкой температурно-скоростных режимов прессования и ре-