

СМАЗЫВАНИЕ ВАЛКОВ И СИЛОВЫЕ, ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОКАТКИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ УЧАСТКОВ ПОЛОС

Комаров Ю.Ю.

Московский политехнический университет, Москва

Ключевые слова: нестационарные участки полос, смазывание валков, полосы, сила прокатки, деформационные показатели прокатки, прокатный стан 150x235, микроконтроллерная система измерения силы.

Аннотация. Исследовалось влияние смазывания валков на силовые, деформационные показатели прокатки и протяженность нестационарных участков полос. Устанавливались количественные закономерности влияния смазки валков на показатели прокатки тонких полос из меди МЗ известного химического состава из промышленных партий. Оценивалась точность расчета силовых и деформационных параметров листовой прокатки. Рассматривались возможности применения лабораторной установки, созданной на базе прокатного стана 150x235 с микроконтроллерной системой измерения сил прокатки.

LUBRICATION OF ROLLS AND POWER, DEFORMATION INDICATORS OF ROLLING OF NON-STATIONARY SECTIONS OF STRIPS

Komarov Yu.Yu.

Moscow Polytechnic University, Moscow

Keywords: non-stationary sections of strips, lubrication of rolls, strips, rolling force, deformation parameters of rolling, rolling mill 150x235, microcontroller force measurement system.

Abstract. Investigated the effect of roll lubrication on the force, deformation parameters of rolling and the length of non-stationary sections of strips. Established quantitative regularities of the influence of roll lubrication on the rolling performance of thin strips of copper M3 of known chemical composition from industrial batches. Estimated the accuracy of the calculation of the force and deformation parameters of sheet rolling. Considered the possibilities of using a laboratory installation created on the basis of a 150x235 rolling mill with a microcontroller system for measuring rolling forces.

Введение

Целью данной работы стало исследование влияния смазывания валков на силовые, деформационные показатели прокатки и протяженность нестационарных участков полос.

Задачами работы стало количественное определение воздействия смазок на степень и толщину металла на выходе из стана.

Изменение условий деформирования концевых участков полос, обусловленное напряженным состоянием металла при переходе от плоского к объёмному, приводит к неравномерному обжатию по длине полос, и формированию продольной разнотолщинности и разноширинности проката. Причем с увеличением обжатия, приводящего к росту жесткости полосы за счет упрочнения металла, его влияние на изменение деформационных показателей прокатки и протяженность неустановившихся процессов возрастает.

Одним из важнейших управляемых параметров, определяющих процесс деформации при прокатке полос, является внешнее трение между валками и

деформируемым металлом или сплавом. Наличие трения и величина сил трения определяют захватывающую способность валков, в том числе и при тонколистовой прокатке, и при установившемся процессе влияют на степень деформации по толщине и уширение металла при прокатке. Силы внешнего трения, требуя дополнительной работы на их преодоление, вызывают повышение сопротивления и энергии деформации [1]. Следовательно, изменение коэффициента и сил трения, в частности за счет смазки валков, позволяет влиять на усилия прокатки.

В процессе прокатки происходит налипание на инструмент частиц прокатываемого металла. Это оказывает сильное влияние на трение. У разных металлов неодинаковая склонность к налипанию. Очень большой процент налипания имеют цветные металлы. Использование смазок позволяет снизить силу прокатки, уменьшить расход электроэнергии, а также получить более высокое качество прокатываемого материала.

Область исследования

Многочисленными исследованиями [2-4 и др.] установлено, что смазка, уменьшая коэффициент трения, понижает давление на контактной поверхности, снижает упругие деформации рабочего инструмента, за счет чего возрастает величина обжатия и повышается эффективность процесса, а также уменьшает износ валков.

Трение оказывает существенное влияние на показатели процесса прокатки, поэтому определение корректных коэффициентов контактного трения для каждой пары металл-смазка является актуальной задачей, изученной во многих работах [5-6], существует множество методик оценки энергосиловых параметров при прокатке полос. Классической методикой считается методика Целикова А.И., но появляются и новые методики – этот факт свидетельствует о неудовлетворенности практиков прокатного производства существующими методиками, о поиске новых подходов к оценке параметров прокатки.

Организация исследования

На лабораторной установке, созданной на базе прокатного стана 150x235 с микроконтроллерной системой измерения сил прокатки был проведен ряд экспериментов по определению влияния условий контактного трения (смазок) на деформационные и силовые показатели прокатки полос из меди МЗ. Целью исследования является установление количественных закономерностей влияния различных смазок на деформационные и силовые показатели прокатки тонких полос из меди известного химического состава из промышленных партий, а также оценка точности расчета этих параметров на разработанной компьютеризированной имитационной модели [7].

Была произведена прокатка десяти медных полос из одной партии длиной около $L_0=204$ мм, толщиной 1,9 мм, шириной около 20 мм. Зазор между валками $S_0=1,14$ мм. Величину зазора между валками определяли путем прокатки по краям бочки валков свидетелей: – узких полос из свинца, шириной 5 мм и толщиной 2 мм. Эксперимент вначале проводился на первых пяти полосах в сухих валках, тщательно обработанных ацетоном. На второй стадии

эксперимента были прокатаны следующие пять полос со смазкой валков керосином, не изменяя настройку стана.

Методы, данные и анализ

Микропроцессорная компьютеризированная система контроля усилия прокатки на стане 150x235 даёт возможность исследовать влияние различных возмущающих и управляющих воздействий на формирование деформационных и силовых показателей прокатки полос с достаточно высокой точностью [8]. Усредненные и оцененные в достоверности методами математической статистики [9] показатели прокатки позволили оценить работу системы контроля и точность измерения усилий прокатки, а также установить некоторые количественные закономерности влияния условий контактного трения на деформационные и силовые показатели процесса прокатки медных полос [10]. Микропроцессорная система усилий прокатки обеспечивает с точностью $\pm 0,1$ кН как измерение усилий по длине полосы, так и выделение в автоматическом расчете его максимальной величины необходимого для оценки допустимого значения. Точность системы контроля позволяет исследовать влияние возмущающих и управляющих воздействий, как на установившийся процесс прокатки, так и на нестационарные процессы в периоды захвата и выхода полосы из валков.

Результаты

Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Табл. 1. Прокатка медных полос

Образцы	Аппроксимированные значения усилия при прокатке P , кН			
	P переднего конца	P заднего конца	P_{cp}	P_{max}
в сухих валках				
1-5	45,7	47,1	60,4	64,7
смазка (керосин)				
6-10	44,0	42,0	53,9	58,0

При прокатке медных полос в сухих валках в период установившегося процесса, усилие при прокатке переднего конца принимало значение 45,7 кН, а заднего 47,1 кН, при среднем значении 60,4 кН и максимальной величине 64,7 кН. Применение смазки (керосин) при холодной прокатке медных полос позволили уменьшить усилия прокатки на переднем конце на 1,7 кН, на заднем конце полосы на 5,2 кН, а среднее значение P_{cp} уменьшилось на 6,5 кН, максимальное на 6,7 кН (рис. 1), т.е. снизилось на 10,4%, что подтверждает положительное влияние смазки на силовые показатели процесса.

Условия контактного трения влияют и на деформационные показатели прокатки. Коэффициент контактного трения прямо пропорционально влияет на изменение величины относительного обжатия при прокатке опытных полос в фиксированных исходных зазорах ненагруженных валков. Улучшенные с помощью смазок условия контактного трения позволяют увеличить обжатие металла и уменьшить толщину полосы на выходе из стана без изменения зазора между валками [11].

Усилия прокатки при применении в качестве смазки валков керосина меньше чем при сухом трении на всех участках длины прокатываемой полосы в среднем на 10%, причем при нестационарных условиях процесса сила P более чем в два раза меньше, что необходимо учитывать при управлении показателями качества плоского проката.

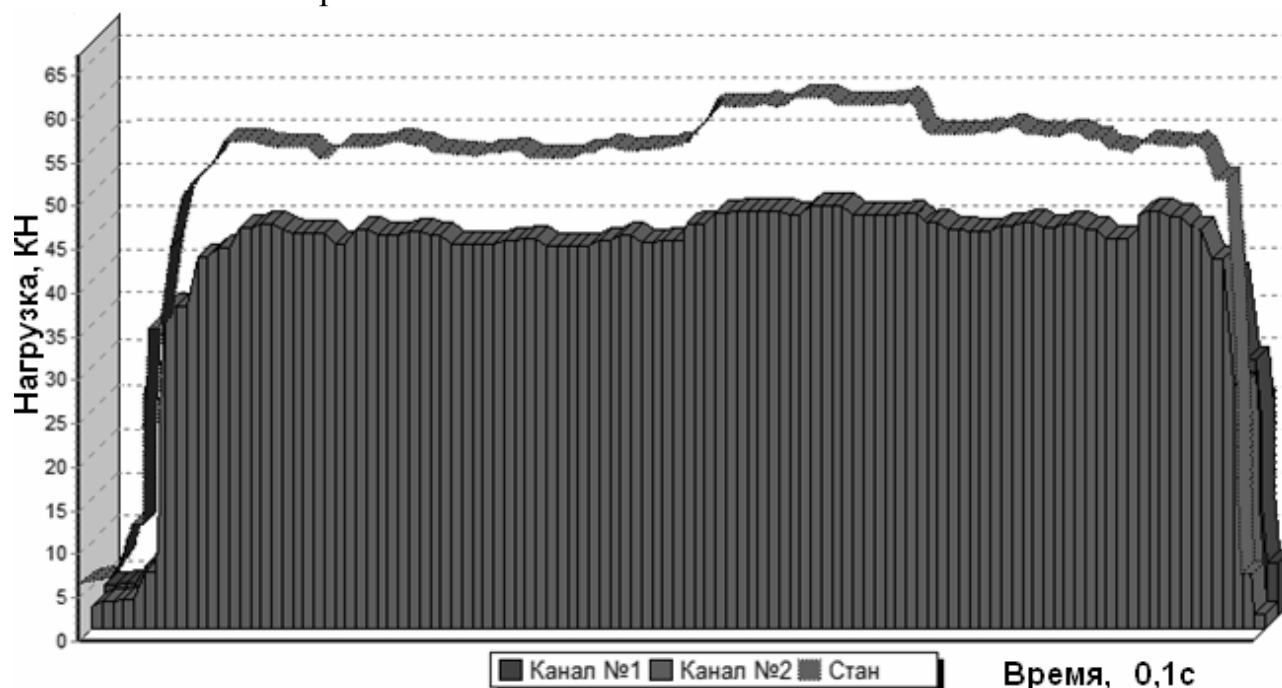


Рис. 1. График усилия при прокатке

Результаты эксперимента подтвердили положительное влияние применения смазок валков на деформационные и силовые показатели прокатки и позволили установить количественное влияние условий контактного трения на эти показатели при прокатке образцов из промышленных партий полос.

Заключение

В настоящее время существует множество методик оценки энергосиловых параметров. Эти методики в большей степени относятся к периоду установившегося процесса прокатки тонких полос. А силовые и деформационные показатели прокатки нестационарных участков полос определяются с помощью их с неудовлетворительной точностью. Большая часть этих методик базируется на формулах А.И. Целикова [4, 5], что объясняется тем, что на практике эти формулы показали хороший результат по оценке усилия прокатки и тем, что они учитывают влияние всех наиболее значимых основных параметров процесса прокатки, одним из которых является сопротивление деформации металла [11-13]. Однако к настоящему времени не существует методик оценки энергосиловых параметров прокатки нестационарных участков полос, полностью удовлетворяющих потребности производства и необходимо продолжать исследования в этой области.

Выводы

1. Экспериментальными методами при прокатке медных полос на двухвалковом стане 150x235 установлено положительное влияние смазки (керосин) валков на усилие прокатки в количественном выражении. Применение

смазки позволяет при прокатке полос в длинном очаге деформации ($l/h_{cp} > 4$) снижать усилия прокатки в среднем на 5-10% при установившемся процессе и более чем в 2 раза в периоды захвата и выхода полосы из валков и изменяет протяженность концевых участков полосы прокатываемых в не стационарных условиях, что необходимо учитывать при настройке стана на производство качественных полос.

2. Экспериментально определено, что применение смазок при прокатке медных полос увеличивает степень деформации на 2,0-2,5% и уменьшает толщину металла на выходе из стана примерно на 3%. Поэтому изменение условий контактного трения необходимо учитывать при настройке стана на прокатку полос заданной толщины.

Список литературы

1. Зайков М.А., Полухин В.П., Зайков А.М., Смирнов Л.Н. Процесс прокатки. – М.: МИСиС, 2004. – 640 с.
2. Шаталов Р.Л. Повышение качества полос из цветных металлов и сплавов // Цветные металлы. – 2001. – № 5. – С. 65-70.
3. Лукашкин Н.Д., Кохан Л.С., Лебедев Н.Н. Напряжения и деформации в процессах обработки металлов давлением. – М.: Академкнига, 2004. – 240 с.
4. Целиков А.И. Основы теории прокатки. – М.: Металлургия, 1965. – 248 с.
5. Целиков А.И., Никитин Г.С., Рокотян С.Е. Теория продольной прокатки. – М.: Металлургия, 1980. – 318 с.
6. Шаталов Р.Л. Теория процессов прокатки и волочения: учебник для вузов. – М.: ВЗПИ, 1993. – 250 с.
7. Шаталов Р.Л., Лукаш А.С., Тимин Ю.Ф. Создание и исследование микропроцессорной системы контроля усилий прокатки на двухвалковом листовом стане // Металлург. – 2015. – № 10. – С. 70-73.
8. Шаталов Р.Л., Лукаш А.С., Луговской В.М. Компьютерное моделирование и проектирование процесса непрерывной прокатки полос // Сборник докладов междунауч.-техн. конф. «Инновационные технологии обработки металлов давлением». – М.: МИСИС, 2011. – С. 232-236.
9. Железнов Ю.Д., Коцарь С.Л., Абиев А.Г. Статистические исследования точности тонколистовой прокатки. – М.: Металлургия, 1974. – 240 с.
10. Шаталов Р.Л., Лукаш А.С., Зисельман В.Л. Определение механических свойств медных и латунных полос по показателям твердости при холодной прокатке // Цветные металлы. – 2014. – №5. – С. 61-65.
11. Шаталов Р.Л., Куликов М.А., Щербань Г.А. Распределение толщины, ширины и силы прокатки по длине листов на прокатном стане // Труды XII Международного Конгресса прокатчиков. – М.: Грин Принт, 2019. – Т.1. – С 59-64.
12. Шаталов Р.Л., Куликов М.А. Влияние внешних частей полосы на деформационные и силовые параметры при тонколистовой прокатке // Металлург. – 2020. – №7. – С. 77-84.
13. Шаталов Р.Л., Куликов М.А. Распределение размеров и сил прокатки по длине латунных и бронзовых полос на двухвалковом стане // Технология металлов. – 2020. – №8. – С 32-40.

Сведения об авторе:

Комаров Юрий Юрьевич – аспирант.