

ИЗУЧЕНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ УЧАСТКОВ ПРОКАТКИ ТОНКИХ ПОЛОС ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Комаров Ю.Ю.

Московский университет транспорта, Москва

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

Аннотация. Исследовались нестационарные участки прокатки тонких полос из алюминиевых сплавов АМц и АД33. Определялись закономерности протекания нестационарных процессов прокатки тонких полос. Устанавливались периоды протекания нестационарных процессов по длине тонких полос. Изучалось влияние смазывания валков на силовые, деформационные показатели прокатки и протяженность нестационарных участков полос. Рассматривались возможности применения лабораторной установки, созданной на базе прокатного стана 150x235 с микроконтроллерной системой измерения сил прокатки.

STUDY OF NON-STATIONARY ROLLING SECTIONS OF THIN STRIPS OF ALUMINUM ALLOYS

Komarov Yu.Yu.

Moscow University of Transport, 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. Unsteady rolling sections of thin strips made of aluminum alloys AMc and AD33 were studied. The regularities of the nonstationary processes of rolling thin strips were determined. Periods of nonstationary processes along the length of thin strips were established. The influence of roll lubrication on the force, deformation parameters of rolling and the length of non-stationary sections of strips was studied. The possibilities of using a laboratory installation created on the basis of a 150x235 rolling mill with a microcontroller system for measuring rolling forces were considered.

1. Введение

Цель работы – исследование неустановившихся процессов при прокатке тонких полос из алюминиевых сплавов.

Задача работы – определить периоды и условия протекания нестационарных процессов по длине тонких полос.

Напряженное состояние металла при переходе от плоского к объёмному, приводит к неравномерному обжатию по длине полос и формированию продольной разнотолщинности и разноширинности проката. Особенно ярко эти неравномерности проявляется при деформировании концевых участков полос. Закономерности развития нестационарных процессов обусловленное неравномерным обжатием требуют дополнительного исследования. Затухание процесса на начальном этапе прокатки и зарождение и развитие процесса на завершающем этапе позволяют взглянуть по-новому на всю прокатку тонких полос в целом. С увеличением обжатия, приводящего к росту жесткости полосы за счет упрочнения металла, его влияние на изменение деформационных показателей прокатки и протяженность неустановившихся процессов возрастает.

2. Область исследования

Результаты обзора литературы показали, что проблемы неустановившихся процессов при прокатке тонких полос из алюминиевых сплавов совершенно недостаточно разработаны и весьма слабо освещаются.

На сегодняшний день многочисленные исследования описывают в основном стационарные – установившиеся процессы прокатки тонких полос из сплавов цветных металлов. Разработан широкий спектр методик оценки энергосиловых параметров при прокатке полос [1]. Все они далеко не в полной мере описывают неустановившиеся процессы при прокатке тонких полос.

Отсутствие адекватных уравнений для расчета изменения показателей механических свойства от степени деформации не позволяет, проектировать рациональные технологические режимы прокатки лент и полос из цветных металлов на промышленных станах с использованиями автоматизированных систем, Сокращение участков с нестационарными условиями позволит повысить качество проката и даст возможность, уменьшив отходы прокатного производства, повысить экономическую устойчивость отечественной металлургической промышленности.

3. Организация исследования

Был проведён ряд экспериментов по определению влияния условий контактного трения на деформационные и силовые показатели прокатки полос из алюминиевых сплавов АМц и АД33.

Для проведения экспериментов была применена лабораторная установка, созданная на базе прокатного стана 150x235 с микроконтроллерной системой измерения сил прокатки (рис. 1).

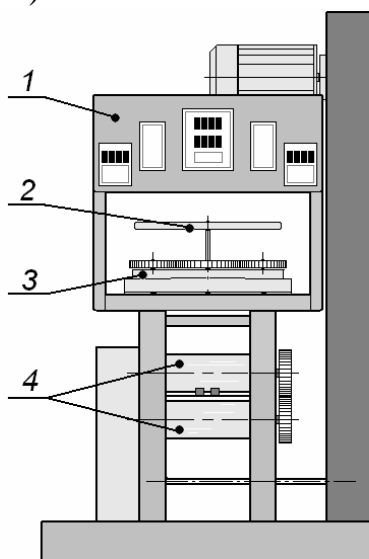


Рис. 1. Лабораторная установка с микропроцессорной компьютеризированной системой контроля усилия прокатки на базе стана 150x235

Данная установка состоит из микропроцессорной компьютеризированной системой контроля усилия прокатки 1 и стана 150x235, где цифрами обозначены: 2 – система настройки зазора между валками, 3 – блок пьезодатчиков для определения усилия прокатки и 4 – валки стана.

Первый этап эксперимента включал в себя прокатку восьми полос из алюминиевого сплава АМц одной партии длиной около $L_0 = 199$ мм, толщиной

$h_0=1,9$ мм и шириной $b_0=24$ мм, и изменяя зазор S между валками (табл. 1). Эксперимент вначале проводился на первых двух полосах в сухих валках, тщательно обработанных ацетоном, далее были прокатаны ещё четыре полосы со смазкой валков керосином.

Второй этап включал в себя прокатку шести полос из алюминиевого сплава АД33 одной партии длиной около $L_0 = 20$ мм, толщиной $h_0=2,0$ мм и шириной $b_0=25$ мм, и изменяя зазор S между валками (табл. 2). Вначале была прокатана полоса в сухих валках, тщательно обработанных ацетоном, после чего были прокатаны пять полос со смазкой валков керосином.

Табл. 1. Данные прокатки алюминиевого сплава АМц

Образец №	ϵ , %	P , кН	S , мм	Смазка валков
1	51,58	53,91	0,65	сухие
2	17,2	24	1,35	сухие
3	21,58	21,95	1,35	керосин
4	22,11	25,13	1,3	керосин
5	30,53	29,69	1,1	керосин
6	42,63	40,22	0,8	керосин
7	48,42	51,26	0,65	керосин
8	57,89	46,92	0,5	керосин

Табл. 2. Данные прокатки алюминиевого сплава АД33

Образец №	ϵ , %	P , кН	S , мм	Смазка валков
1	59,5	70,51	0,65	сухие
2	50,5	63,96	0,65	керосин
3	46,5	60,64	0,8	керосин
5	31,5	47,08	1,1	керосин
4	22	35,99	1,35	керосин
6	57	83,81	0,5	керосин

4. Методы, данные и анализ

Микропроцессорная компьютеризированная система контроля усилия прокатки [2] на стане 150x235 (рис. 1) открывает широкие возможности для исследования влияние различных воздействий на формирование деформационных и силовых показателей прокатки полос.

Данная система позволяет производить измерения усилий по длине полосы с точностью $\pm 0,1$ кН с частотой $1,25 \cdot 10^{-3}$ с. Она автоматически выделяет максимальную величину усилий, необходимую для оценки допустимого значения [3]. Усредненные и оцененные в достоверности методами математической статистики показатели прокатки позволяют оценить работу системы контроля и точность измерения усилий прокатки [4]. Возникает возможность установить некоторые количественные закономерности влияния условий контактного трения на деформационные и силовые показатели процесса прокатки медных полос. Благодаря высокой точности системы контроля становится возможным исследовать влияние возмущающих и управляющих воздействий, как на

установившийся процесс прокатки, так и на нестационарные процессы в периоды захвата и выхода полосы из валков [5].

На рисунке 2 представлены результаты первого этапа эксперимента. На графике представлены изменения ширины полосы алюминиевого сплава АМц на неустановившихся участках наглядно показывает, что переход из неустановившегося процесса в установившийся завершается на начальной стадии прокатки в среднем на $L_n = 10-15$ мм по длине полосы. На конечной стадии переходные процессы начинаются за 30-25 мм до завершения прокатки. Данные зависимости относительного обжатия ε усилия прокатки P для алюминиевого сплава АМц приведены в таблице 1.



Рис. 2. Изменения ширины полосы алюминиевого сплава АМц на неустановившихся участках по её длине

Результаты второго этапа эксперимента приводятся на рисунке 3. Данные зависимости относительного обжатия ε усилия прокатки P для алюминиевого сплава АД33 представлены в таблице 2. Представленный на рисунке три график изменения ширины полосы алюминиевого сплава АД33 на неустановившихся участках визуально совпадает с графиком распределения ширины для сплава АМц представленным на рисунке 2. На графике наглядно видно, что переход из неустановившегося процесса в установившийся завершается на начальной стадии прокатки в среднем на $L_n = 15-10$ мм по длине полосы. На конечной стадии прокатки переходные процессы начинаются за 20-25 мм до её завершения.

Следует отметить, что проведённый эксперимент показал, что величина зазора S между валками оказывает слабовыраженное воздействие на завершение и начало неустановившихся процессов прокатки полос. Кроме того, из графиков видно, что не значительно влияет и наличие смазки на переходные процессы прокатки, однако делает их более плавными.

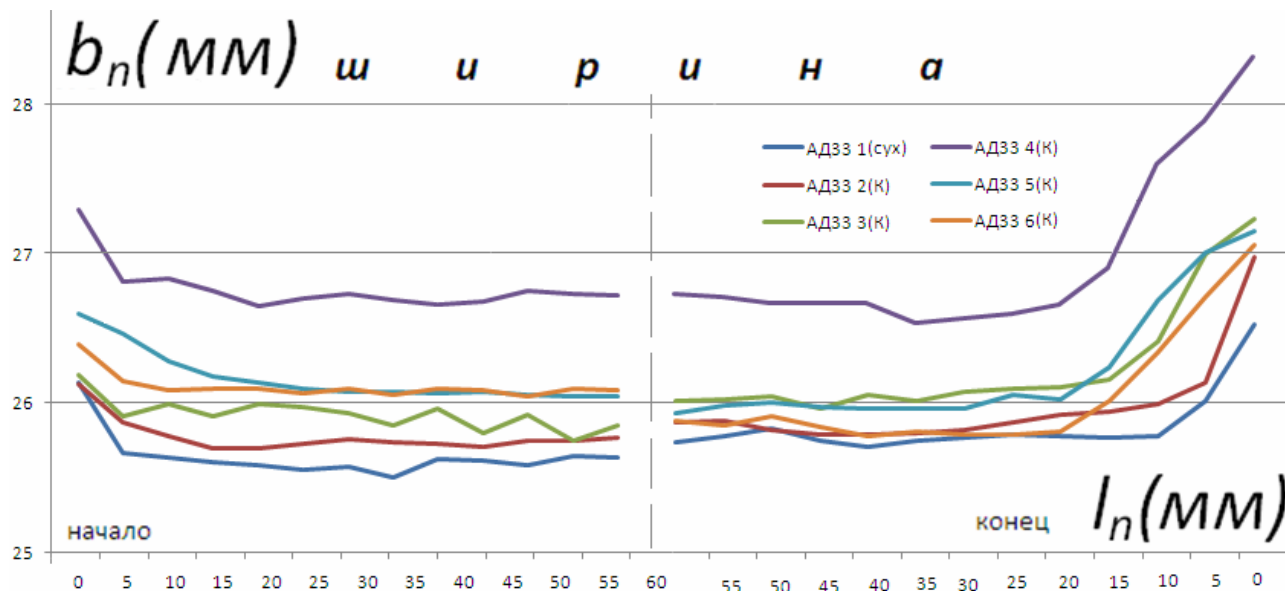


Рис. 3. Изменения ширины полосы алюминиевого сплава АД33 на неустановившихся участках по её длине

5. Заключение

Проанализированный теоретический материал содержит недостаточное количество исследований неустановившихся процессов при прокатке тонких полос из алюминиевых сплавов.

Экспериментальные исследования, представленные в данной работе, демонстрируют, что в настоящее время требуется более детальная разработка методики влияния на неустановившиеся процессы прокатки в сторону их уменьшения [6].

На участках с нестационарными условиями установление взаимосвязей между основными механическими свойствами и показателями твердости при прокатке, обеспечивают возможность определять сопротивление металла деформации по твердости [7]. Следует ещё раз подчеркнуть, что сокращение участков с нестационарными условиями и, как следствие, сокращение отходов прокатного производства требует вывода адекватных уравнений для расчета изменения показателей механического свойства от степени деформации позволяет, с использованием автоматизированных систем, проектировать рациональные технологические режимы прокатки лент и полос из цветных металлов на промышленных станах.

6. Выводы

1. Качество и силовые показатели процесса холодной прокатки полос из алюминиевых сплавов связаны с пластической деформацией металла под действием напряжений сил прокатки и существенной ролью контактного трения.

2. Нестационарные процессы у различных алюминиевых сплавов протекают по одинаковым или близким законам. Процессы на начальном и конечном этапах прокатки имеют отличные друг от друга свойства.

3. При прокатке различных сплавов происходит неодинаковое изменение составляющих напряжений и деформаций по длине полосы на участках с нестационарными условиями, что требует дальнейшего исследования.

Список литературы

1. Целиков А.И. Основы теории прокатки. – М.: Металлургия, 1965. – 248 с.
2. 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.
3. 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. – 585 с.
4. Шаталов Р.Л., Куликов М.А. Влияние внешних частей полосы на деформационные и силовые параметры при тонколистовой прокатке // *Металлург.* – 2020. – №7. – С. 77-84.
5. 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.
6. Чан Ву.К., Шаталов Р.Л., Фам В.Х., Хуинь С.Х. Исследование эффективности применения смазок валков при холодной прокатке медных лент на промышленном двухвалковом стане 175×300 // *Металлург.* – 2022. – №6. – С. 48-54.
7. Шаталов Р.Л., Куликов М.А. Определение кривой упрочнения и механических свойств прокатанных полос из оловянисто-фосфорной бронзы (BrОФ6,5-0,15) // *Металлург.* – 2022. – №12. – С. 69-73.

Сведения об авторе:

Комаров Юрий Юрьевич – старший преподаватель кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава».