

С.М.Жучков, А.П.Лохматов, П.В.Токмаков, А.И.Лещенко

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НЕПРЕРЫВНОЙ
ПРОКАТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕПРИВОДНОЙ РАБОЧЕЙ КЛЕТИ
В ЧЕРНОВОЙ ГРУППЕ МЕЛКОСОРТНО–ПРОВОЛОЧНОГО СТАНА ***

**Сообщение 1. Аналитические и экспериментальные
исследования действующей технологии**

*В работе принимали участие В.А.Щур, С.Н.Вакуленко, Ю.М.Хрустенко,
В.В.Лысенко*

Предложена новая технология сортовой прокатки с использованием неприводной рабочей клетки в черновой группе непрерывного мелкосортно–проволочного стана. Выполнен комплекс исследований по разработке и освоению этой технологии. Разработана и адаптирована компьютерная программа расчета параметров прокатки с использованием неприводной рабочей клетки.

Современное состояние вопроса.

В разработках Института черной металлургии (ИЧМ) Национальной Академии Наук Украины (НАНУ) развиваются технологии, в основу которых положена идея более полного использования резерва втягивающих трения в очагах деформации рабочих клеток непрерывных сортовых станов [1–5].

На базе результатов аналитических и экспериментальных исследований предложен энергоэкономный процесс непрерывной сортовой прокатки, предусматривающий использование в качестве деформирующих устройств неприводных рабочих клеток, устанавливаемых в межклетевых промежутках линии непрерывного сортового прокатного стана [5]. Показана возможность существенной экономии энергии на деформацию металла, достигающей в отдельных случаях 14–18% [6]. Применение неприводных клеток в линии непрерывного сортопрокатного стана позволяет, практически без капитальных затрат, перераспределить деформацию по клетям. Это предупреждает образование дефектов поверхности раската возникающих при высоких единичных обжатиях в рабочих клетях. Кроме того, появляется возможность увеличить вытяжную способность непрерывного прокатного стана без установки дополнительных приводных рабочих клеток.

Вопрос об эффективности использования неприводных рабочих клеток для решения различных технологических задач производства проката на мелкосортных и проволочных станах обсуждался неоднократно, в том числе и в научно–технических изданиях [7,8].

Так как эта эффективность во многом зависит от их числа и места установки [9], работу по освоению новой технологии прокатки с

неприводной рабочей клетью на однопиточном мелкосортно–проволочном стане 250/150–6 предварял комплекс аналитических исследований, выполненных в ИЧМ. По предварительной оценке, при установке только одной неприводной рабочей клетки в линии типового мелкосортного стана 250, можно снизить расход энергии на деформацию металла на 7–12%.

В целом, в процессе разработки и освоения новой технологии был выполнен большой комплекс работ:

- проведены аналитические и экспериментальные исследования по выбору места установки неприводной клетки в линии мелкосортно–проволочного стана 150–250/6, включающие выбор ее конструктивного исполнения и разработку технологических схем прокатки с ее использованием;

- выполнены расчеты энергосиловых и технологических параметров прокатки и разработаны предложения по корректировке действующих режимов обжатий в черновой группе стана;

- сформулированы исходные данные для разработки и изготовления экспериментального образца неприводной рабочей клетки;

- проведены исследования параметров технологии прокатки с установкой экспериментального образца в черновой группе мелкосортно–проволочного стана 150/250–6 Криворожского меткомбината;

- разработаны предложения по совершенствованию конструкции экспериментального образца неприводной рабочей клетки и технологии прокатки на мелкосортно–проволочном стане 150/250–6, обеспечивающие снижение энергозатрат на прокатку при использовании неприводных рабочих клеток и улучшение качества проката.

Аналитические исследования показали, а последующая экспериментальная проверка подтвердила технологическую целесообразность установки неприводной рабочей клетки в межклетевом промежутке приводных рабочих клеток №6 и №7 с максимальным приближением к клетю №7. При достигнутых уровнях загрузки неприводной рабочей клетки (до $\varepsilon \approx 10\%$) процесс прокатки осуществлялся устойчиво. Раскат не утрачивал устойчивости продольному изгибу, а признаки пробуксовки в очаге деформации толкающей рабочей клетки №6 не наблюдались. Из-за особенностей опробования конструкции неприводной рабочей клетки, при экспериментальных исследованиях, в промышленных условиях, не удалось воспроизвести процесс прокатки с ее использованием во всём диапазоне его осуществимости – до полного исчерпания резерва сил трения в очаге деформации толкающей рабочей клетки №6 и потери продольной устойчивости раскатом в промежутке между клетью №6 и неприводной рабочей клетью. В тоже время, имевшее место некоторое повышение токовых нагрузок двигателей рабочих клеток №5 и №7, возможно, связано с приближением к одной из границ

осуществимости процесса – исчерпанию резерва втягивающих сил трения в очаге деформации клетки №6.

Изложение основных материалов исследования.

В этой связи, разработка параметров прокатки профилей с использованием неприводной рабочей клетки, установленной в межклетевом промежутке рабочих клеток №6 и №7, выполнялась методом моделирования с использованием математической модели непрерывной сортовой прокатки, разработанной в ИЧМ и адаптированной к условиям сортовой линии мелкосортно–проволочного стана 250/150–6 [6]. Для подтверждения достоверности результатов моделирования, выполнили дополнительные исследования по сопоставлению энергосиловых параметров прокатки, полученных моделированием, с фактическими, полученными по данным системы управления скоростным режимом прокатки на стане 250/150–6 при прокатке круглого профиля диаметром 16,4 мм, по действующей технологии.

На рис.1–3 представлены результаты обработки осциллограмм работы двигателей приводов рабочих клеток черновой группы стана. На рис.1 и 2 представлены данные о значениях коэффициентов вытяжки и скоростей прокатки по действующей технологии.

При этом фактическая скорость прокатки (рис.2, кривая а) определена как частное от деления величины соответствующих межклетевых промежутков на время их прохождения передним концом раската; фактические значения коэффициентов вытяжки металла (рис.1, кривая а) – как отношение скорости раската на выходе из i -й клетки к скорости входа в неё. При этом возможное изменение сечения раската за счёт рассогласования скоростей не учитывалось.

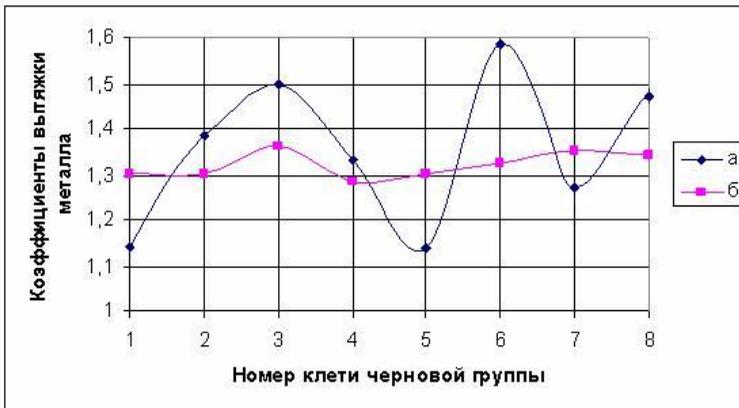


Рис.1. Распределение коэффициентов вытяжки металла по клетям черновой группы стана при прокатке \varnothing 16.4 мм а–фактическое; б– по данным калибровки



Рис.2. Скорости прокатки в клетях черновой группы стана при прокатке $\varnothing 16,4$ мм. а – фактическое; б – по данным калибровки

Фактические величины площадей поперечного сечения раскатов после каждой рабочей клетки определены из условия постоянства секундных объемов. В качестве базового значения использовался секундный объем, полученный как произведение площади поперечного сечения профиля после клетки №20, определенный по реальным образцам, и скорости прокатки в ней по данным системы управления скоростным режимом сортовой прокатки. Мощности, потребляемые приводными двигателями рабочих клеток определены по токовым осциллограммам с использованием методики, представленной в работе [10].

На рис. 3 представлены фактические мощности прокатки, а также результаты моделирования при определении мощности прокатки на рабочих валках для тех же условий прокатки:

- марка стали – 3пс;
- температура поверхности раската после клетки № 1 – 1050°C ;
- коэффициенты вытяжки металла – в соответствии с рис. 1а;
- скорости прокатки по клетям в соответствии с рис.2а;
- площади поперечных сечений раската определены как частное от деления секундного объема после клетки №20 на соответствующую скорость прокатки.

Сопоставление результатов моделирования (рис. 3) по определению мощности прокатки с соответствующими мощностями, потребляемыми двигателями, показывает, что они составляют 80 – 90% последних, т.е., практически, отличаются от них на величину коэффициента полезного действия (КПД) линий привода рабочих клеток и, соответственно, двигателей.



Рис.3. Изменение мощности потребляемой двигателями, по клетям черновой группы стана 250/150–6. 1–рассчитанная 2– фактическая

Это дает основание считать, что разработанная модель адекватно описывает реальный процесс прокатки в черновой группе непрерывного стана 250/150–6 и может быть использована для отработки параметров непрерывной прокатки с использованием неприводных деформирующих устройств.

Выводы

1. Предложена новая технология сортовой прокатки с использованием неприводной рабочей клетки в черновой группе непрерывного мелкосортно–проволочного стана.

2. Выполнен комплекс исследований по разработке и освоению этой технологии.

3. На основании результатов экспериментальных исследований мощности прокатки разработана и адаптирована компьютерная программа расчета параметров прокатки с использованием неприводной рабочей клетки, предназначенная для отработки параметров новой технологии.

1. *Снижение энергопотребления при непрерывной сортовой прокатке за счет использования резерва втягивающих сил трения в очагах деформации рабочих клеток / А.П.Лохматов, С.М.Жучков, Л.В.Кулаков // Труды Первого Конгресса прокатчиков. Магнитогорск, 23–27.10.1995г. – М.: АО «Черметинформация». – 1996. – С.190–197.*
2. *Лохматов А.П., Жучков С.М., Кулаков Л.В. Использование резерва втягивающих сил трения в очагах деформации рабочих клеток при непрерывной сортовой прокатке //Сталь. – 1996. – № 5. – С.27–32.*

3. *Научные и технологические основы использования резерва втягивающих сил трения при непрерывной прокатке* / А.П. Лохматов, С.М. Жучков, Л.В. Кулаков, Э.В. Сивак // Теория и практика металлургии. – 1997. – № 3. – С.17–20.
4. *Перспективы развития процессов непрерывной прокатки сортовой стали, основанных на использовании резерва втягивающих сил трения в очагах деформации рабочих клеток* / С.М.Жучков, А.П.Лохматов, Л.В.Кулаков, Э.В.Сивак // Труды Второго Конгресса прокатчиков. Череповец 27–30.10.1997г. – М.: АО "Черметинформация". – 1998. – С.251–260.
5. *Непрерывная прокатка сортовой стали с использованием неприводных рабочих клеток* / А.П.Лохматов, С.М.Жучков, Л.В.Кулаков и др. – Киев: "Наукова думка", 1998. – 242 с.
6. *Эффективность энергопотребления при прокатке с использованием неприводных рабочих клеток* / А.П.Лохматов, С.М.Жучков, Л.В.Кулаков, Э.В.Сивак // Производство проката. – 1998.– № 2.– С.39–42.
7. *Целесообразность применения неприводных деформирующих устройств в условиях мелкосортных станов комбината "Криворожсталь"* / С.М.Жучков, И.М.Любимов, Л.В.Кулаков и др. // Теория и практика металлургии. – 2001.– №2. – С.51–56.
8. *Эффективность процесса непрерывной сортовой прокатки с использованием неприводных деформирующих устройств.* / С.М.Жучков, Л.В.Кулаков, А.П.Лохматов и др. // Металл и литье Украины.–2004г.–№ 8 – 10. С.50–52.
9. *Рациональное использование неприводных рабочих клеток при непрерывной сортовой прокатке* / С.М. Жучков, А.П. Лохматов, Л.В. Кулаков, Э.В. Сивак // Теория и практика металлургии. – 1999.– № 2.– С.17–21.
10. *Веденягин Г.В.* Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных. – М.: Колос, 1967. – 60с.

Статья рекомендована к печати к.т.н., И.Ю.Приходько