

Стефанишин Л.М., Герц А.І., Грубінко В.В. Вплив світлового режиму на ріст і розвиток рослин *Brassica Rapa* // Матеріали міжнародної конференції "Онтогенез рослин в природному та трансформованому середовищі (Львів, липень 1-4, 1998). С.103-104. 14. Андрійчук В.А., Костик Л.М., Лазарюк В.В. Установа для переривчатого опромінення рослин. Пат. України №20056А 5А01G9/28. Бюл. №6. 15. Андрійчук В.А., Воркун С.В. Установа змінного опромінення рослин. Пат. України №36563А 7А01G9/20, А01G9/26. Бюл.№3.

УДК 621.771.25.04.001.5

В. Перерва

Национальная металлургическая Академия Украины

## СНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА МЕТАЛЛА ПЕРЕД ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ – ЭФФЕКТИВНЫЙ ПУТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

© Перерва В., 2002

Виконано експериментальні дослідження температурних умов при прокатці сортового прокату з використанням екранної установки. Проаналізована ефективність застосування екранів. Розроблена математична модель теплових умов при прокатці.

Experimental researches of temperature conditions are carried out at the rolling highquality roll stock with use of screen installations. Efficiency of application of shields is analyzed. The mathematical model of thermal conditions is developed at the rolling.

Нагрев металла в печи перед прокаткой является наиболее энергоемким звеном технологии горячей пластической деформации. При горячей обработке металлов давлением выбор температуры нагрева оказывает решающее влияние на качество продукции. Поэтому выбор температуры деформации должен обеспечивать получение качественных показателей металлопродукции с минимальными затратами топлива и электрической энергии.

Температура прокатки определяется как начальной температурой нагрева заготовок, так и теплопотерями от раскатов непосредственно в прокатных клетях и при транспортировке по межклетьевым рольгангам. Таким образом, снижение потерь тепла при транспортировке обеспечивает возможность экономии топлива при нагреве в печах. Одним из известных путей решения этой проблемы является экранирование раскатного поля. Это позволяет уменьшить теплопотери от раската в окружающую среду. Цель нашей работы состояла в оценке эффективности этого мероприятия применительно к производству сортового проката, исследование закономерностей формирования температурного поля в раскате и разработке математической модели теплообмена при производстве сортового проката с использованием теплозащитных экранов.

Стадии разработки математической модели предшествовало экспериментальное исследование охлаждения сортового проката в лабораторных условиях, целью которого была принципиальная оценка возможностей экранирования раската, а также получение информации для создания математической модели и ее адаптации.

Для исследований была создана экспериментальная установка, представленная на рис 1. Она состоит из электрической муфельной печи МП-2УМ (мощностью 2600 Вт, максимальная рабочая температура 1200 °С), электронного автоматического потенциометра, модели рольганга.

В экспериментах исследовалось охлаждение уголка с размерами полок 90x80. Температуры измерялись термоэлектрическими термометрами типа ХА. Спаи электродов зачеканивались в средней части образца в вершине уголка, по середине и по краям полок. Образец нагревался в муфельной печи до температуры 1100 °С.

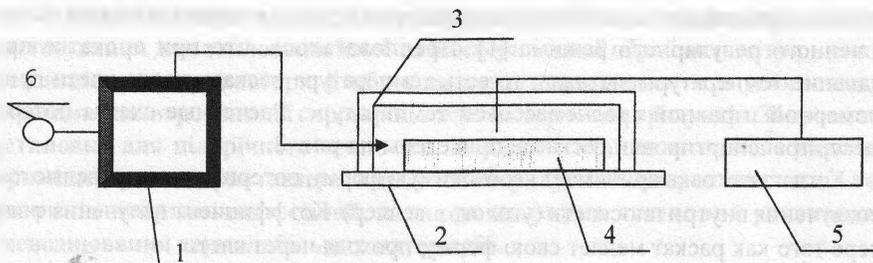


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

- 1) электрическая печь; 2) модель рольганга; 3) экранная изоляция;  
4) экспериментальный образец; 5) потенциометр; 6) электрический источник

Затем нагретая заготовка помещалась на модель рольганга и охлаждалась до температуры. В экспериментах фиксировали динамику падения температуры заготовки до 650 – 700 °С. В первой серии экспериментов заготовка охлаждалась на открытом воздухе, а во второй заготовку накрывали экранной изоляцией. Температура экрана замерялась термопарой, зачеканенной с внутренней стороны в центре экрана. Полученные результаты приведены в таблице.

#### Охлаждение заготовки без использования экрана

Температура экрана	Время охлаждения, сек.	Точки замера температуры				
		1	2	3	4	5
Без использования экрана	30	1105	1105	1115	1090	1090
	60	1110	1070	1060	940	870
	90	870	910	945	800	750
	120	760	810	860	720	690
	150	700	740	790	680	650
	180	660	700	740	645	620
210	620	670	700	620	590	
70	30	1100	1110	1110	1090	1090
90	60	1100	1070	1060	910	900
340	90	860	900	940	810	780
430	120	760	800	850	740	720
415	150	700	740	780	700	670
410	180	670	710	750	670	640
390	210	630	680	720	640	610

Результаты экспериментальных исследований показали, что использование металлического экрана влияет на снижение потерь тепла от вертикально расположенной полки уголка повышая ее температуру на 30–40 °С по сравнению с естественным охлаждением. Температура экрана ненамного превышала 400 °С. При стабильной работе

температура экрана будет возрастать, что несколько повысит эффективность его работы, однако требует разработки конструкции с внутренней тепловой изоляцией.

Математическая модель теплообмена при прокатке учитывала потери тепла тремя путями:

1. Теплоизлучением в окружающую среду.
2. Теплопроводностью (передача тепла валкам, роликам рольганга и другим деталям стана).
3. Конвекцией окружающего воздуха.

Кроме этого, учитывалось тепловыделение экзотермических реакций окисления металла и теплодеформации. Температурное поле в раскате определялось на основе метода мгновенного регулярного режима [1]. Предполагалось, что при прокатке происходит усреднение температуры металла, то есть температура раската после клетки принималась равномерной и равной среднemasсовой температуре. Расчетные схемы потерь тепла в процессе транспортировки раскатов приведены на рис. 2.

Когда заготовка принимает необходимую форму, потери тепла определяются с учетом переизлучения внутри плоскости (уголок, швеллер). Коэффициент излучения  $\phi$  изменяется по мере того как раскат меняет свою форму, проходя через клетки.

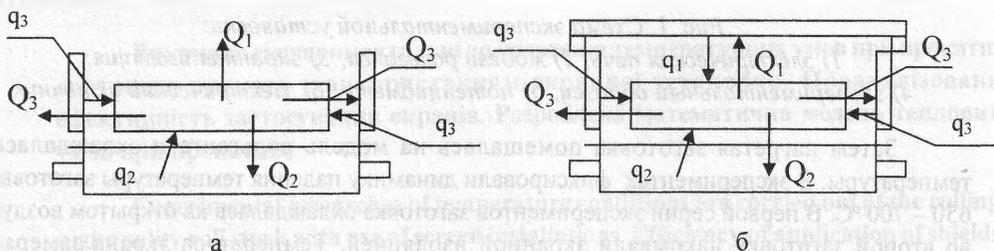


Рис. 2. Расчетная схема потерь тепла  
а) без экранной изоляции; б) с использованием экранной изоляции

$Q_1$  – потери тепла в окружающее пространство;  $Q_2$  – потери тепла к рольгангу;  $Q_3$  – потери тепла к ограждениям рольганга;  $q_1$  – тепловой поток, отраженный от экрана;  $q_2$  – тепловой поток, отраженный от рольганга;  $q_1$  – тепловой поток, отраженный от ограждений.

В процессе прокатки происходит сложный теплообмен: выделение тепла за счет деформации металла, выделение тепла за счет трения о валки, потери тепла от раската через тепловое сопротивление, потери с охлаждающей водой.

Описание этих процессов – сложная задача, которая зависит от многих параметров, в том числе длительности процесса, режимов прокатки, марки стали, и т.д. Поэтому для оценки теплотерь в клетях нами учитываются два основных фактора: тепловыделение за счет деформации и потерь тепла к валкам. Последнее является интегральным показателем, основанным на экспериментальных данных. Расчеты выполнялись в соответствии с эмпирическими зависимостями.

Выполненные расчеты показали, что разработанная модель адекватно описывает теплообмен при прокатке сортового проката. Разница в вычислении температур не превышает 4,5%. Это позволяет использовать эту модель для разработки эффективных конструкций экранной изоляции.