

Д.Г.Паламарь, В.Г.Раздобреев, П.В.Токмаков

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА НЕПРЕРЫВНОГО МЕЛКОСОРТНОГО СТАНА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОКАТКИ

Целью исследования является разработка технологической схемы непрерывного мелкосортного стана, позволяющей осуществлять управление температурным режимом прокатки. Определены области применения разработанной технологической схемы непрерывного мелкосортного стана, позволяющие снизить тепловые потери раската в линии стана и снизить энергозатраты на производство готового проката.

**Непрерывный сортовой стан, температурный режим, энергозатраты, тепловые потери, готовый прокат**

**Современное состояние вопроса.** Температурный режим прокатки на непрерывном сортовом стане является одним из важнейших технологических параметров, который в значительной мере определяет условия реализации процесса производства готового проката. В свою очередь температурный режим во многом определяется конструктивными особенностями стана – схемой расположения основного технологического оборудования, его техническими характеристиками, а также тесными связями с деформационным и скоростным режимами.

Расположение технологического оборудования и высокие скорости прокатки обуславливают специфический характер изменения температуры раската вдоль линии непрерывного сортового стана [1].

На рис.1 представлен характер распределения температуры прокатываемого металла вдоль линии непрерывного сортового стана 250.

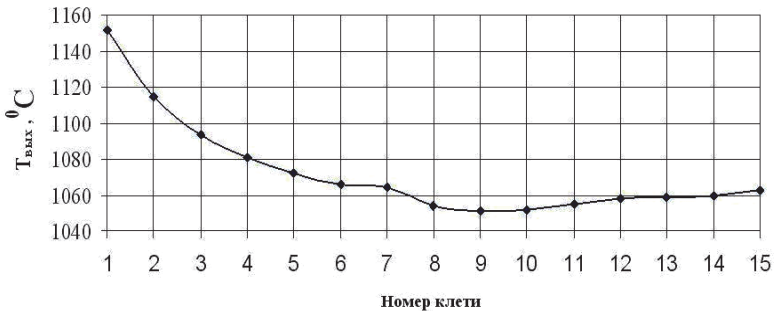


Рис.1. Распределение температуры раската вдоль линии непрерывного сортового стана 250

В черновой группе происходит интенсивное снижение температуры раската, а при прокатке в чистовых группах, когда на первый план

выступают задачи формирования готового профиля, необходимой микроструктуры и механических свойств проката, температура раската возрастает. Такой характер распределения температуры обуславливает повышение энергосиловых параметров процесса прокатки в отдельных клетях, а также повышение уровня энергозатрат на производство [2].

**Постановка задачи.** В этой связи важную роль приобретает возможность управления температурным режимом вдоль линии стана в процессе производства проката.

**Изложение основных материалов исследования.** Основное оборудование непрерывного двухниточного сортового стана включает в себя: нагревательные печи, рабочие клетки, установленные последовательно и объединенные в черновую, промежуточную и две чистовые группы, передаточные столы, установленные во всех межклетьевых промежутках, передаточные рольганги, соединяющие окна выдачи заготовок из нагревательных печей с первой клетью черновой группы стана, последнюю клеть черновой группы с первой клетью промежуточной группы и последнюю клеть промежуточной группы с первыми клетями чистовых групп.

Схема расположения основного технологического оборудования непрерывного двухниточного сортового стана 250 представлена на рис.2 [3].

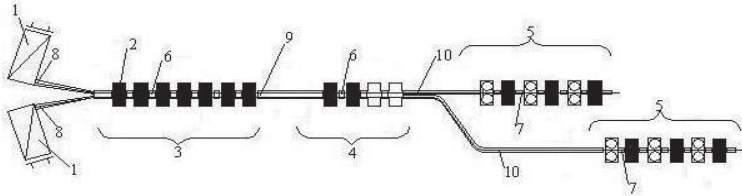


Рис.2. Схема расположения основного технологического оборудования непрерывного двухниточного сортового стана 250. 1 – нагревательные печи; 2 – рабочие клетки; 3 – черновая группа рабочих клеток; 4 – промежуточная группа рабочих клеток; 5 – чистовые группы рабочих клеток; 6, 7 – передаточные столы; 8–10 – передаточные рольганги

Основным недостатком такой технологической схемы являются значительные потери тепловой энергии нагретого под прокатку металла на передаточных рольгангах и в межклетьевых промежутках за счет излучения и конвективного теплообмена с окружающей средой [4]. Кроме того, такая конструктивная схема практически исключает возможность управления температурным режимом прокатки, что существенно снижает технологические возможности стана.

В процессе прокатки в линии непрерывного сортового стана происходят потери тепла металлом, вызванные контактным теплообменом с элементами технологического оборудования стана, естественным остыванием нагретого металла в окружающей среде за счет

излучения и конвективного теплообмена с воздухом и охлаждающей водой. Одновременно с этим происходит приращение температуры металла за счет деформационного разогрева в очагах деформации рабочих клетей стана и на контакте металла с валками за счет преодоления сил внешнего трения.

Результаты выполненных исследований [4] показали, что в условиях непрерывных сортовых станов 55–70% от общих потерь тепла приходится на потери тепла металлом в межклетьевых промежутках. Следующие по значимости – тепловые потери, вызванные контактным теплообменом с элементами технологического оборудования стана (15–40%). Доля конвективных потерь не превышает 15%. Деформационное тепловыделение в очагах деформации рабочих клетей стана составляет 80–96% от общего прихода тепла. Тепловыделение за счет преодоления сил внешнего трения, при переходе от черновых клетей к чистовым, возрастает и составляет 4–15% в черновых и 14–20% в чистовых клетях. Комплексное решение задачи управления температурным режимом непрерывной сортовой прокатки, в сочетании с совершенствованием технологической схемы непрерывного сортового стана, позволит снизить энергозатраты при производстве и обеспечить требуемую микроструктуру и свойства готового проката.

Известные технические решения [5–8] не позволяют в полной мере обеспечить управление температурным режимом в линии непрерывного прокатного стана и снизить энергозатраты на производство готовой металлопродукции. Для обеспечения управления температурным режимом непрерывной сортовой прокатки с помощью всех составляющих теплового баланса раската, снижения энергозатрат на производство и расширения технологических возможностей непрерывного сортового стана сотрудниками Института черной металлургии им. З.И. Некрасова, совместно со специалистами ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» разработана технологическая схема двухниточного непрерывного сортового стана 250 для реализации энергосберегающих режимов прокатки (рис.3) [9].

Использование сквозного теплоизолирующего тоннеля на передаточном ролланге 8, соединяющем окно выдачи заготовок из нагревательных печей с первой клетью стана, обеспечивает снижение потерь тепла металлом за счет излучения и конвективного теплообмена. Аналогичные тоннели устанавливаются на передаточных роллангах 9 и 10, соединяющих черновую с промежуточной и промежуточную с чистовыми группами клетей, соответственно. Использование сквозных теплоизолирующих тоннелей, оборудованных средствами дискретного дросселирования их внутреннего пространства, на передаточных столах, установленных в межклетьевых промежутках черновой и промежуточной групп клетей, а также сквозных тоннелей, оборудованных средствами охлаждения их внутреннего пространства и дросселирования уровня

охлаждения, установленных в межклетевых промежутках чистовых групп клеток, позволяет управлять температурным режимом прокатки вдоль всей линии непрерывного сортового стана.

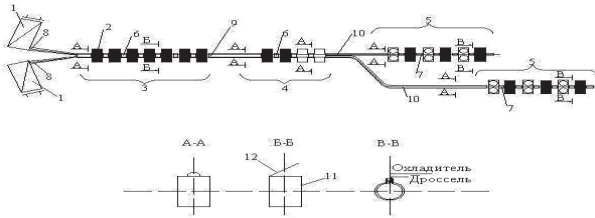


Рис.3 Схема расположения основного технологического оборудования непрерывного сортового стана 250 для реализации энергосберегающих режимов прокатки. 1 – нагревательные печи; 2 – рабочие клетки; 3 – черновая группа рабочих клеток; 4 – промежуточная группа рабочих клеток; 5 – чистовые группы рабочих клеток; 6, 7 – передаточные столы; 8–10 – передаточные рольганги; 11 – теплоизолирующий тоннель; 12 – крышка

В межклетевых промежутках черновой группы, где основные потери тепла раскатом осуществляются за счет излучения и конвективного теплообмена, регулирование температурного режима прокатки осуществляется путем изменения угла открытия крышек секций сквозного теплоизолирующего тоннеля. В чистовых группах клеток непрерывного сортового стана происходит повышение температуры раската за счет деформационного разогрева. Здесь регулирование температурного режима прокатки осуществляется за счет дросселирования уровня охлаждения внутреннего пространства сквозных тоннелей путем регулируемой подачи охладителя (вода, воздух и т.п.).

На рис.4 представлен характер изменения температуры металла по длине непрерывного двухниточного сортового стана 250 при существующей (1) и разработанной (2) технологической схеме расположения оборудования.

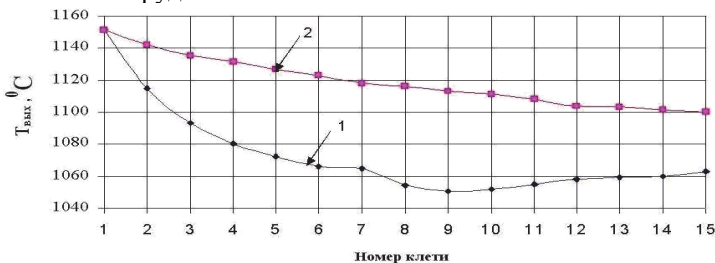


Рис.4 Изменение температуры металла по длине непрерывного двухниточного сортового стана 250 при существующей (1) и разработанной (2) технологической схеме расположения оборудования

Интенсивное снижение температуры раската в черновой группе (кривая 1) приводит к росту энергосиловых параметров процесса прокатки на этом участке стана, а также к увеличению энергозатрат на нагрев заготовок и деформацию металла в линии стана.

При прокатке в чистовых группах непрерывного сортового стана 250 осуществляется окончательное формоизменение раската в готовый профиль и формирование микроструктуры готового проката. Для обеспечения необходимой микроструктуры металла, особенно при производстве проката с регламентированными показателями качества по уровню механических и технологических свойств, например, периодического арматурного проката из низколегированных марок стали или сортового проката из легированных марок стали, например, рессорно-пружинных, необходимо обеспечить температуру конца прокатки в узком диапазоне (до начала фазовых превращений).

Высокие значения температуры конца прокатки приводят к росту деформированного зерна аустенита в структуре металла, что, в свою очередь, снижает возможности последующей термической обработки готового проката с использованием тепла прокатного нагрева, которая обеспечивает необходимые показатели качества по уровню механических и технологических показателей готового проката. Установка и использование сквозных тоннелей, оборудованных устройствами для дросселирования уровня охлаждения их внутреннего пространства в последних проходах в чистовой группе позволяет оперативно управлять температурой конца прокатки. Этот технологический прием обеспечивает достижение заданной температуры конца прокатки, которая является оптимальной, с точки зрения теории термической обработки, для проведения последующей прерванной закалки с самоотпуском различных марок конструкционных сталей [10]. Так, при проведении экспериментов по оптимизации параметров деформационно-термической обработки арматурного проката №12 из стали марки Ст.3пс класса прочности А500С в условиях непрерывного мелкосортного стана 250-1 ОАО «АрселорМиттал» (Кривой Рог) установлено, что понижение температуры конца прокатки с последующей термообработкой привело к росту прочностных свойств с сохранением показателей пластических характеристик готового проката. Полученные значения механических свойств полностью удовлетворяли требованиям отечественных и зарубежных стандартов на этот вид металлопродукции [11,12]. При этом все испытываемые образцы имели удовлетворительную свариваемость, коррозионную стойкость, а также повышенную на 30% усталостную прочность и увеличенную на 40% долговечность.

**Заключение.** Таким образом, применение разработанной технологической схемы непрерывного сортового стана 250 позволяет:

- осуществить управление температурным режимом прокатки по всей длине непрерывного сортового стана за счет влияния на составляющие теплового баланса прокатываемого металла;
- уменьшить тепловые потери нагретой заготовки на передаточных ролягах, а также в межклетевых промежутках черновой и промежуточной групп рабочих клетей;
- снизить энергозатраты на производство готового проката;
- расширить технологические возможности непрерывного сортового стана;
- снизить температуру нагрева заготовок без увеличения энергозатрат на прокатку.

1. *Жучков С.М.* Прогнозирование температурного режима прокатки на непрерывном сортовом стане / С.М.Жучков, А.П.Лохматов, Л.В.Кулаков и др. // *Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии: сб. науч. тр. ИЧМ. – К.: Наукова думка. – 1999. – Вып.3. – С.234–241.*
2. *Жучков С.М.* Исследование влияния технологических факторов на температурный режим прокатки на непрерывном мелкосортном стане / С.М.Жучков, Л.В.Кулаков, А.П.Лохматов // *Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии: сб. науч. тр. ИЧМ. – К.: Наукова думка. – 2001. – Вып.4. – С.121–127.*
3. *Прокатные станы.* Справочник. В 3-х томах. Том 2. Средне, мелкосортные и специальные станы. 2-е изд. Перераб. и доп. / В.Г.Антипин, С.В.Тимофеев, Д.К.Нестеров и др. // *М.: Металлургия. – 1992. – 496 с.*
4. *Разработка* теоретических основ управления температурным режимом непрерывной сортовой прокатки без принудительного охлаждения: отчет о НИР (заключит.) / Институт черной металлургии НАН Украины; рук. Жучков С.М.; исполн.: Кулаков Л.В. и др. – № ГР 0199U001372. – Инв. № 0202U000467 – Днепропетровск 2001. – 164 с.
5. *Патент №26135, Україна МКВ В21D 11/12.* Тунельна система для прокатного стану гарячої прокатки полоси Заявлено 18.06.93 Оpubліковане 07.06.99.
6. *Патент №25700, Україна, МКВ В21В 45/02.* Ділянка повітряного охолодження катанки. Заявлено 18.07.94. Оpubліковане 30.10.98.
7. *Заявка 270445 ЕПВ МКІ<sup>4</sup> В21В 45/00, 1/26.* Тоннель для выдержки при определенной температуре горячего проката в стане непрерывной прокатки. Оpubліковане 08.06.88.
8. *Патент № 52823 (Україна).* Безперервний сортопрокатний стан. МПК<sup>6</sup> В21В 1/02, 2003, Бюл. № 1.
9. *Патент № 78530 (Україна).* Непрерывный прокатный стан, 2007. Бюл. №4.
10. *Новиков И.И.* Теория термической обработки металлов / Учебник для Вузов. – М.: Металлургия, 1986. 486 с.
11. *Узлов И.Г.* Эффективные параметры производства сортового проката / И.Г.Узлов, С.М.Жучков, В.Г.Раздобреев и др. // *Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2004. – №4. – С.46–49.*

12. Паламарь Д.Г. Условия реализации энергосберегающей технологии прокатки арматурного проката №12 в потоке мелкосортного стана 250 / Д.Г.Паламарь, В.Г.Раздобреев // Новые материалы и технологии в металлургии и машиностроении. – 2008. – №1. – С.33–36.

*Статья рекомендована к печати  
док.техн.наук И.Ю.Приходько*

*Д.Г.Паламар, В.Г.Раздобреев, П.В.Токмаков*

**Технологічна схема безперервного дрібносортового стану для реалізації енергозберігаючих технологій прокатки**

Метою дослідження є розробка технологічної схеми безперервного стану, що дозволяє здійснювати керування температурним режимом прокатки. Використання розробленої технологічної схеми безперервного дрібносортового стану дозволяє знизити теплові втрати розкату в лінії стану та знизити енерговитрати на виробництво готового прокату.