УДК 621.78-97

АСИММЕТРИЧНЫЙ НАГРЕВ СТАЛИ В МЕТОДИЧЕСКИХ ПЕЧАХ ПРИ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКЕ

Овчинников Михаил Александрович

студент

Научный руководитель: **Горбунов Кирилл Сергеевич**

преподаватель

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный
технический университет»

Аннотация: При горячей прокатке температура является важнейшим фактором производства листа. В данной работе рассматривается нагрев металла в методической печи с помощью лабораторной муфельной печи МИМП-М и измерительных систем и архиваций показаний температуры.

Ключевые слова: Сталь, образец, печь, нагрев, асимметрия, термопара.

ASYMMETRIC HEATING OF STEEL IN METHODOICAL FURNACES DURING HOT ROLLING

Ovchinnikov Mikhail Alekseevich

Gorbunov Kirill Sergeevich

Abstract: During hot rolling, temperature is the most important factor in sheet production. In this paper, the heating of metal in a methodical furnace with the help of a laboratory muffle furnace MIMP-M and measuring systems and archiving of temperature readings is considered.

Key words: Steel, sample, furnace, heating, asymmetry, thermocouple.

Введение

Нагрев металла — это процесс либо предшествующий обработке металла давлением, либо являющийся частью основного процесса термической обработки металла. Нагрев металла имеет важное значение, так как от его качества зависят качество конечной продукции и работа прокатного

оборудования. Нагрев металла проводят по определенной технологии, характер которой зависит от цели нагрева. [1]

Процесс нагрева металла сопровождается некоторыми нежелательными явлениями, из которых наиболее характерными являются его окисление (угар) и обезуглероживание. Необходимо отметить, что время нагрева, являющееся важным фактором технологии нагрева, определяет основные размеры рабочего пространства нагревательных печей. Нагрев стали в печах прокатных, кузнечных и некоторых термических цехов проводят в атмосфере продуктов сгорания топлива. При этом происходит взаимодействие окружающих нагреваемую сталь газов с железом, углеродом и легирующими элементами, которое приводит к окислению и обезуглероживанию ее поверхности. [2]

Вследствие окисления возникают невозвратимые потери металла, составляющие при каждом нагреве от 1—2 (в термических печах). При этом увеличивается также трудоемкость последующей обработки изделий в связи с необходимостью удаления образовавшейся окалины. Повышенная твердость окалины вызывает более быстрый износ инструментов и увеличение брака при прокатке. Вследствие того что окалина по сравнению со сталью имеет меньшую теплопроводность, время нагрева металла в печах увеличивается, что приводит к снижению их производительности при прочих равных условиях; осыпающаяся окалина образует шлаковые наросты на поду печей и вызывает необходимость более частых ремонтов и повышенный расход огнеупорных материалов. [3-6]

Оборудование

Исследование проводилось в лаборатории кафедры ОМД ЛГТУ. Образцы нагревались в муфельной печи МИМП-М. Размер пространства печи составляет 105×155×200 мм. Конструкция печи позволяет проводить нагрев образца без прямого воздействия теплового потока от нагревательных элементов. Загрузочное окно печи в период нагрева и охлаждения закрывались шамотным кирпичом, щели заделывались каолиновой ватой. Такой принцип изоляции позволит вывести термопары без подсуживания воздухом печного пространства (рисунок 1).

Рис. 1. Печь МИМП-М

Для измерения температуры металла по сечениям образца и температуры в печи использовали термопреобразователи термоэлектрические ДТПК031-0.5/0.45/1 производства ООО «Производственное объединение ОВЕН» (паспорт КУВФ.405220.004 ПС). Результаты изменения температуры в печи и в самом образце регистрировали с помощью 4-канального измерителя-регулятора с функцией архивирования ELHART ECD4-L (Рис.2).

Рис. 2. ELHART ECD4-L

Термопреобразователи (далее по тексту-термопары) позволяет измерять температуру в диапазоне от -40°C до 1150°C . Две термопары зачеканивали в отверстия А и Б для обеспечения контакта спая с металлом. Ещё две термопары использовались для измерения температуры печного пространства. Одна термопара располагалась сверху, а другая, снизу не касаясь подины. Спай термопар располагался на 2-3 мм над поверхностью образца около среднего отверстия Б. Термопары фиксировали хромоникелевой проволокой диаметром 0,5 мм. Длину термопар подбирали, таким образом, чтобы

керамическая часть находилась в печи, а гибкая изоляция находилась снаружи печи и холодный спай находился на расстоянии около 1,5 м от печи. Диаметр защитной арматуры 4,9 мм.

Исследование

Нагрев проводился ступенчато: первая ступень – 400/500 °С, вторая – 900 °С, третья – 1150 °С. Образец помещали в печь при температуре 400 °С. На каждой ступени нагрева проводилась выдержка 30 минут. Прогрев определялся по показаниям средней и верхней термопар (Рисунок 3).

Рис. 3. Образец в печи

Заключение

В муфельной печи при исследовании нагрева образцов из стали марки 08Ю и 17ГС (Рисунок 4,5). Было выявлено, что образцы нагревались несимметрично (асимметрично) по показанию нижней термопары. Таким образом, разница температур по высоте сляба увеличит усилие прокатки и воздействие на прокатную клеть.

Рис. 4. Режим нагрева образца из стали марки 08Ю

Рис. 5. Режим нагрева образца из стали марки 17ГС

Список литературы

1. Мордовкин Д. С. Исследование и оптимизация технологии нагрева непрерывно литых слэбов в методических печах. ЛГТУ .: Metallurgy, 2011. – 272 с
2. Соколов В.С., Ефремов А.В. Нагревательные печи и устройства – М.: Metallurgy, 2010. – 231 с.

3. Дождиков В.И., Чмырёв И.Н., Мордовкин Д.С. Анализ особенностей оптимальных режимов нагрева заготовок перед прокаткой. Бюллетень научнотехнической и экономической информации «Чёрная металлургия». – 2008. – №10. – с. 55-61.

4. Соколов, А.К. О производительности нагревательных печей с минимальным расходом топлива Изв. вузов. Черная металлургия. – 2014. – № 3. – С. 43–48.

5. Дождиков В.И., Воробьёв Р.А., Мордовкин Д.С. Идентификация параметров статической и динамической модели современных нагревательных печей. Современная металлургия начала нового тысячелетия: Сб. науч. тр., Часть 2. – Липецк: ЛГТУ, 2010 – с. 166-173.

6. Левыкина А.Г., Горбунов К.С., Позднякова А.И., Соловьев В.Н. Исследование теплового состояния металла с использованием методов физического и математического моделирования Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2021. Т.19. №3. С. 102–108.

© К.С. Горбунов, М.А. Овчинников, 2021