

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЧАСТЬ II

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
16 – 18 мая 2017 г.*

выпуск 21

Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева

**Новокузнецк
2017**

ББК 74.580.268
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор М.В. Темлянецв,
д-р хим. наук, профессор В.Ф. Горюшкин,
д-р физ.- мат. наук В.Е. Громов,
д-р геол. - минерал. наук, профессор Я.М. Гутак,
д-р техн. наук, профессор В.Н. Фрянов,
канд. техн. наук доцент В.В. Чаплыгин,
д-р техн. наук, профессор Г.В. Галевский,
канд. техн. наук С.В. Фейлер,
д-р техн. наук, доцент А.Р. Фастыковский,
д-р техн. наук, профессор Н.А. Козырев,
канд. техн. наук, доцент С.Г. Коротков

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. - Вып. 21. - Ч. II. Естественные и технические науки. –440 с., ил.- 113, таб.- 77.

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Вторая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области естественных и технических наук: химии, физики, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых, металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования, экологии, безопасности, рационального использования природных ресурсов.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2017

Библиографический список

1. Запольская Е.М., Темлянцев М.В., Костюченко К.Е. Анализ основных направлений повышения энерготехнологической эффективности стенов высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей // Вестник РАЕН (Западно-Сибирское отделение). 2013. Вып. 15. С. 128 – 134.
2. Запольская Е.М., Темлянцев М.В., Костюченко К.Е. Влияние геометрических размеров и емкости сталеразливочных ковшей на тепловую эффективность стенов высокотемпературного разогрева// Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2013. № 2(4). С. 28 – 32.
3. Запольская Е.М., Темлянцев М.В., Костюченко К.Е., Матвеев М.В. Исследование эффективности использования кислорода при отоплении стенов высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2013. № 6. С. 3–7.
4. Темлянцев М.В., Запольская Е.М., Стерлигов В.В., Темлянцева Е.Н., Дегтярь В.А. Повышение энерготехнологической эффективности стенов высокотемпературного разогрева футеровок металлургических ковшей // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии. 2014. № 33. С. 38 – 44.
5. Матвеев М.В., Темлянцев М.В., Запольская Е.М., Костюченко К.Е. Разработка математической модели тепловой работы стенов разогрева футеровок сталеразливочных ковшей// Сб. на-уч. тр. Вестник Горно-металлургической секции РАЕН. Отделение металлургии. 2013.-Вып. 31.-С. 31–44.

УДК 621.783.22.019

ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ НАГРЕВА ЗАГОТОВОК НА УГАР МЕТАЛЛА В МЕТОДИЧЕСКИХ ПЕЧАХ С МЕХАНИЗИРОВАННЫМ ПОДОМ

Кузнецова О.В., Коноз К.С.

**Научные руководители: д-р техн. наук, профессор Темлянцев М.В.,
канд. техн. наук, доцент Темлянцев Н.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: uchebn_otdel@sibsiu.ru*

В работе проведено исследование влияния неравномерности нагрева заготовок по длине на угар металла в методических печах с механизированным подом.

Ключевые слова: методические печи, неравномерность нагрева, угар стали.

Для нагрева заготовок перед прокаткой широкое распространение получили методические печи с механизированным подом. Одним из важных показателей качества нагрева металла [1] в печах, наряду с отсутствием трещин от температурных напряжений [2], является равномерность распределе-

ния температур по толщине, длине и периметру заготовок. В ряде публикаций [3, 4] отмечено, что для методических печей с механизированным подом характерна достаточно высокая неравномерность нагрева металла по длине заготовок, причиной которой являются зазоры между элементами шагающего пода или водоохлаждаемые шагающие балки.

В настоящей работе проведено исследование влияния неравномерности нагрева поверхности заготовки на угар металла. На основе экспериментальных данных замеров тепловизором температур поверхности заготовок, нагретых в печи с шагающим подом одного из российских металлургических предприятий проведен статистический анализ и с помощью метода наименьших квадратов получено уравнение регрессии распределения температуры t по длине l заготовки:

$$t = t^0 + A \cdot \cos(B \cdot l) \quad (1)$$

где t^0 – средняя температура поверхности заготовки, $^{\circ}\text{C}$;

A и B – эмпирические коэффициенты зависящие от режима нагрева и количества зазоров между элементами пода (участков теплоотвода).

Для примера на рисунке представлены результаты одного из вариантов статистической обработки данных. В уравнении (1) $t^0 = 1214$ $^{\circ}\text{C}$; $A=60$; $B=3,76$. Максимальное значение температуры поверхности 1274 $^{\circ}\text{C}$, минимальное 1154 $^{\circ}\text{C}$, перепад температур Δt соответственно 120 $^{\circ}\text{C}$. Зависимость имеет вид косинусоиды. Торцы заготовок характеризуются более высокой температурой нагрева, а количество температурных минимумов (темных пятен) соответствует количеству и месту расположения зазоров между элементами пода, оказывающими охлаждающий эффект.

Используя уравнение (1) и данные по кинетике окисления кремнистых рессорно-пружинных сталей [5 – 10] провели оценку влияния неравномерности нагрева на угар металла. Сравнительные расчеты вели на примере выдержки стали марки 60С2ХА при соответствующей температуре по длине заготовки в течение 1 мин.

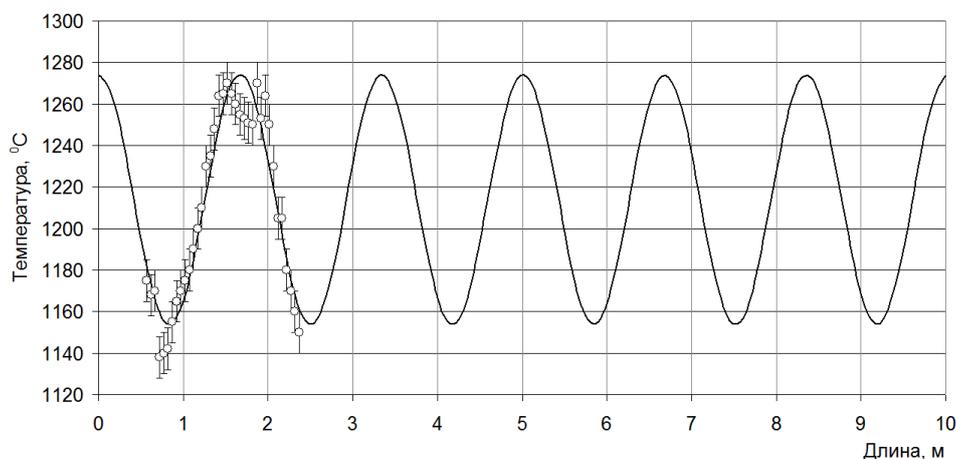


Рисунок 1 – Распределение температуры по длине заготовки (точки – экспериментальные данные, сплошная линия – расчетные)

На рисунке 2 показаны результаты исследования. Установлено что

повышение неравномерности нагрева поверхности заготовки приводит к росту угара, причем эта зависимость имеет нелинейный характер. При одинаковой средней по длине температуре 1214 °С и перепаде температур 100 °С угар возрастает на почти 2 % по сравнению с равномерным нагревом, а при перепаде в 200 °С – на 7 %.

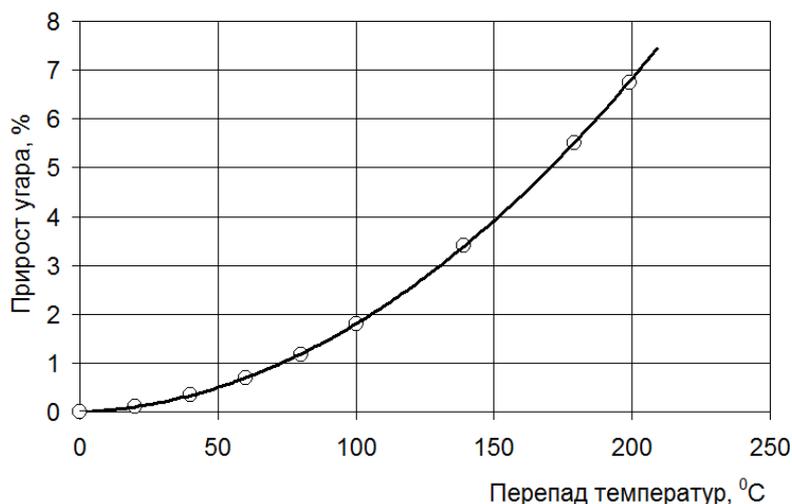


Рисунок 2 – Зависимость прироста угара от неравномерности нагрева поверхности заготовки

Библиографический список

1. Нагрев под прокатку непрерывнолитых заготовок рельсовой электростали / М.В. Темлянцев, В.В. Гаврилов, Л.В. Корнева, А.Ю. Сюсюкин, Н.В. Темлянцев // Изв. вузов. Черная металлургия. 2005. № 6. С. 69, 70.
2. Темлянцев М.В., Стариков В.С. Исследование разрушения заготовок из конструкционных рессорно-пружинных сталей с катаной и литой структурой при комбинированных тепловых обработках // Изв. вузов. Черная металлургия. 2003. № 4. С. 56-58.
3. Освоение печей с шагающим подом и снижение расхода топлива / А.А. Кугушин, Б.И. Сельский, Б.Н. Серебренников и др. // Сталь. 1980.-№10. С. 881–884.
4. Освоение и исследование нагревательных печей с шагающими балками / В.Л. Гусовский, Л.А. Пинес, Э.И. Спивак и др. // Сталь. 1970. №9 С. 849 – 853.
5. Темлянцев М.В., Темлянцев Н.В. Высокотемпературное окисление и обезуглероживание кремнистых пружинных сталей // Заготовительные производства в машиностроении. 2005. № 3. С. 50–52.
6. Темлянцев М.В., Темлянцев Н.В. Исследование химического состава окалины пружинной стали 60С2 // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2005. – № 2. – С. 75–76.
7. Высокотемпературное окисление и обезуглероживание рессорно-пружинной стали марки 60С2ХА / М.В. Темлянцев, К.С. Слажнева, А.Ю. Дзюба, А.А. Уманский, Н.В. Темлянцев // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии: Сборник научных трудов. – Новокузнецк: СибГИУ, 2014.– Вып. 33.– С. 55–63.

8. Темлянцев М.В., Михайленко Ю.Е. Окисление и обезуглероживание стали в процессах нагрева под обработку давлением. – М.: Теплотехник, 2006.– 200 с.
9. Нагрев стальных слябов / В.Н. Перетяцько, Н.В. Темлянцев, М.В. Темлянцев, Ю.Е. Михайленко – М.: Теплотехник, 2008. – 192 с.
10. Филиппова М.В., Перетяцько В.Н., Темлянцев М.В. Разработка и внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий обработки металлов давлением. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2016. – 269 с.

УДК 621.746.5:669.18:519.6

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРОМЕЖУТОЧНОМ КОВШЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛНОПРОФИЛЬНЫХ ПЕРЕГОРОДОК²

Числавлев В.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук Фейлер С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: chisl.vv@yandex.ru*

Проведено физическое моделирование гидродинамических процессов в промежуточном ковше четырехручьевого блюмовой машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) для условий АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Выполнена качественная оценка моделирования процессов перемешивания расплава с использованием физической модели промежуточного ковша. Дана оценка эффективности рафинирования металла от неметаллических включений в промежуточном ковше при использовании полнопрофильных перегородок различной конфигурации.

Ключевые слова: качество стали, неметаллические включения, физическое моделирование, промежуточный ковш, непрерывная разливка стали.

Одним из факторов, влияющих на качество стали является содержание неметаллических включений, присутствие которых в готовой металлопродукции резко снижает механические свойства и долговечность эксплуатации [1], что является особенно актуальным для металла ответственного назначения. Несмотря на то, что рафинирование металлического расплава реализуется на этапах выпечной обработки, для обеспечения чистоты стали необходимо производить рафинирование металла от неметаллических включений и на завершающей стадии – при непрерывной разливке, технологические аспекты которой непосредственным образом влияют на качество металлопродукции.

На АО «ЕВРАЗ ЗСМК» разливка рельсовой стали осуществляется на четырехручьевого блюмовой МНЛЗ. Для производства высококачественных

² Работа выполнена в СибГИУ по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых, проект МК-1191.2017.8

Научное издание

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЕ И НАУКИ

Часть II

*Труды Всероссийской научной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых*

Выпуск 21

Под общей редакцией

М.В. Темлянцева

Технический редактор

Г.А. Морина

Компьютерная верстка

Н.В. Ознобихина

Подписано в печать

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 25,8 Уч.-изд. л. 28,2. Тираж 300 экз. Заказ №

Сибирский государственный индустриальный университет

654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42

Издательский центр СибГИУ