

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Джимо Сумайла Омейза, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему:

«Анализ возможных способов снижения потерь тепла при выплавке чугуна в доменных печах»

по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов

Доменный процесс был, есть и в обозримом будущем останется важнейшим технологическим звеном в производстве стали и проката. Поэтому снижение расхода дорогого и дефицитного кокса, в том числе за счет уменьшения потерь тепла доменной печью является актуальной задачей.

Представленные в диссертации исследования и их анализ выполнены при личном участии соискателя.

Научные положения, выводы и рекомендации диссертации в целом обоснованы результатами теоретических и экспериментальных исследований и, в основном, согласуются с известными опубликованными данными.

Достоверность полученных результатов, в основном, подтверждается:

- применением стандартных и экспериментально проверенных методик исследований и обработки результатов последних;
- совпадением основных теоретических и практических выводов и рекомендаций с результатами экспериментальных исследований.

Ряд положений, представленных в работе, обладают элементами научной новизны.

Среди них можно выделить:

- Разработку методики по определению влияния размера куска агломерата на время его косвенного восстановления; с ее помощью показано, что исключение фракции +25 мм из агломерата существенно повышает степень косвенного восстановления, снижая, тем самым, затраты тепла на выплавку чугуна.
- Разработку методики оперативной оценки изменения тепловых нагрузок на холодильники доменной печи на основе анализа совместного изменения температуры и состава газа на периферии печи.

Практическая значимость работы состоит в:

- Разработке рекомендаций по контролю тепловой работы периферийной области верхней зоны печи.

- Разработке рекомендаций по оптимальному гранулометрическому составу агломерата для условий НЛМК.

Результаты работы внедрены на аглопроизводстве НЛМК и заключаются в повышении эффективности дробления агломерационного спека за счет увеличения числа колосников одновалковой зубчатой дробилки агломерата.

Основные материалы диссертации обсуждены на отечественных и международных научных конференциях и опубликованы в 12 печатных трудах, в том числе в четырех рецензируемых научных журналах, соответствующих списку ВАК.

Содержание автореферата в целом соответствует основным положениям и выводам диссертации.

Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка из 82 литературных источников и приложения. Она изложена на 98 страницах машинописного текста, включая 80 рисунков, 14 таблиц.

Во введении представлены обоснование актуальности работы, ее научная новизна и практическая полезность, цель и задачи исследований.

В первой главе диссертации рассмотрено состояние вопроса, включающее анализ характеристик шлаковых систем, обзор представлений о восстановлении оксидов железа в доменной печи, математическую модель теплообмена, некоторые закономерности газодинамики доменного процесса.

На основе анализа литературных данных приняты следующие положения:

- потери тепла обратно пропорциональны производительности доменной печи;
- образование устойчивого гарнисажа зависит от развития реакций косвенного восстановления железа;
- скорость восстановления кусков железорудных материалов зависит от их эффективного диаметра;

В результате определены основные пути решения задач исследования.

По главе 1 имеются замечания и вопросы

1.1. В уравнении (1.20) на стр. 22 (а также (2.14) на стр. 52 и (2.25) на стр. 62) коэффициент α_v трактуется как коэффициент теплопередачи (т.е. теплопроводности), а в уравнении (3.12) на стр. 79 приводятся три коэффициента, два из которых относятся к теплопередаче (общий – K_v и α_v) и один – теплопро-

водности λ . Требуется пояснения относительно физической сущности коэффициента α_v .

1.2. В этом же уравнении (1.20) для расчета высоты верхней зоны печи (и далее в диссертации) предложено и принято использование кажущейся теплоемкости доменной шихты $C_{\text{каж}}$. Применение $C_{\text{каж}}$ в 60-е годы прошлого столетия обусловлено уровнем развития вычислительной техники, хотя даже в то время в институте ВНИИМТ для расчетов теплообмена в доменной печи начали использовать численные методы с индивидуальным учетом химических реакций.

1.3. На стр. 25 диссертации в числе задач исследования указаны:

2) Поиск индикаторов, характеризующих потери тепла;

3) Разработка методов расчета показателей, характеризующих процессы теплообмена в периферийной области верхней зоны печи.

По п. 2) В доменной печи можно выделить три вида потерь тепла: кожухом в окружающее пространство, с охлаждаемой водой и основной – с колосниковым газом (теплопроводностью через фундамент можно пренебречь). С учетом этого, требуется уточнить, о поисках каких «индикаторов» и о каких потерях и их колебаниях идет речь в диссертации?

По п. 3) Что касается «методов» расчетов теплообмена, эти классические методы давно известны, являются основополагающими, поэтому можно говорить лишь о методике, как таковой.

Во второй главе диссертации, посвященной анализу фактов, определяющих потери тепла в доменной печи, предложены методики расчета потерь тепла в нижней зоне печи и оценки показателей, характеризующих особенности теплообмена в периферийной области верхней зоны печи, выполнен анализ взаимосвязи теплового состояния верхней зоны печи и тепловых потерь.

На основе принятой модели теплового состояния низа доменной печи проведена оценка взаимосвязи между потерями тепла и особенностями работы доменных печей в различных условиях.

В частности, выявлено и объяснено, что на доменных печах, работающих с использованием пылеугольного топлива, потери тепла выше, чем на доменных печах, работающих только на коксе и природном газе.

Установлено, что вследствие изменения качества железорудных материалов и изменения распределения рудной нагрузки по радиусу печи происходит изменение степени косвенного и, как следствие, прямого восстановления окси-

дов железа. Возникающий дефицит или избыток тепла компенсируется технологическим персоналом путем регулирования прихода тепла в нижнюю зону доменной печи. Это сопровождается изменением процессов теплообмена, как в верхней, так и в нижней зонах печи. При этом, по мнению диссертанта, колебания потерь тепла сказываются на колебаниях состава продуктов плавки.

Приняв за основную гипотезу данный механизм, диссертант с использованием статистических методов выявил показатели, с помощью которых можно спрогнозировать изменение тепловых потерь в доменной печи.

На основе результатов статистического анализа в работе предлагается рассматривать процессы теплообмена в периферийной зоне печи, как определяющие потери тепла.

Во второй главе диссертантом проанализирован большой объем производственной информации. Некоторые полученные диссертантом зависимости в литературных источниках ранее не приводились.

По главе 2 имеются замечания и вопросы

2.1) В диссертации потери тепла доменной печью в нижней зоне рассчитываются косвенным образом, как разность между приходом и расходом тепла. Вероятно, по разности приходной и расчетной расходной частям теплового баланса печи невозможно получить и оценить достоверные результаты, тем более, распределение потерь тепла по высоте печи. Очевидна возможность и другого метода, хотя и сложного в реализации: непосредственными измерениями температуры кожуха печи, температуры и расхода воды. К сожалению, в диссертации нет ссылки на эти известные данные. Судя по ним (например, в сборнике ВНИИМТ № 14 за 1966 г.), потери тепла кожухом печи составляют менее 5% от общих потерь во внешнюю среду, а более 95% теряется с охлаждающей водой. При этом можно констатировать, что потери тепла шахтой печи в окружающее пространство и даже потери с охлаждающей водой при наличии гарнисажа, практически не зависят от колебаний расхода и температуры периферийных газов.

2.2) При рассмотрении теплового баланса нижней зоны печи правая часть уравнения (2.2) на стр. 28 трактуется как «оптимальные затраты тепла», а это предполагает, что реакции прямого восстановления монооксида железа, находящаяся в левой части уравнения, теоретически не должна при этом иметь места в данной зоне. Так ли это?

Статья расхода тепла с уносимым из нижней зоны газом в этом уравнении называется «потерями» тепла. Это нонсенс, так к потерям тепла в доменной печи это не имеет отношения. По логике диссертанта, чем больше приход тепла в нижнюю зону, тем больше потери тепла, хотя этот газ совершает полезную работу в вышележащей зоне. Это замечание относится и к рисункам 2.3-2.6, на которых так называемые «потери тепла» составляют 20-30% от прихода тепла.

2.3) Реальные колебания потерь тепла доменной печью обуславливаются изменениями уровня засыпи шихты между ее подачами, в результате чего существенно изменяется температура колошниковога газа.

Непонятно, каким образом диссертант исключает «шумы» от этих изменений температуры колошниковога газа, определяя колебания потерь тепла, учитывая, что потери тепла с колошниковым газом составляют примерно 25% от общего прихода тепла, а потери тепла во внешнюю среду – от 8 до 12%. И как все описываемые колебания влияют на эти 8-12%?

2.4) Какая частота колебаний потерь тепла во времени рассматривается в диссертации, учитывая значительное время пребывания материалов в печи?

В третьей главе представлены рекомендации по управлению тепловым состоянием периферийной области верхней зоны печи, рассмотрена

Ошибка! Закладка не определена. методика оценки влияния параметров загружаемой шихты и рудной нагрузки на высоту верхней ступени теплообмена, проанализировано влияние диаметра кусков агломерата на высоту верхней зоны печи, а также рудной нагрузки на степень косвенного восстановления, выполнен анализ влияния фракционного состава агломерата на восстановительные процессы и газодинамику доменной печи.

В частности, показано, что высота верхней зоны доменной печи во многом определяет степень использования CO и степень косвенного восстановления.

Диссертант выявил основные взаимосвязи, определяющие развитие процессов теплообмена и восстановления агломерата.

Обосновано рациональное соотношение различных фракций в агломерате для конкретных условий НЛМК.

Показано, что важнейшим способом управления тепловым состоянием периферийной области верхней зоны доменной печи является регулирование рудной нагрузки, при этом наиболее эффективно рудная нагрузка влияет на

развитие процессов теплообмена и восстановления при оптимальном фанулометрическом составе агломерата.

По главе 3 имеется замечание

В главе 1 диссертант рассмотрел характеристики шлаковых систем, упомяну о роли гарнисажа с точки зрения тепловых потерь. Известны и способы, обеспечивающие формирование гарнисажа на холодильниках печи, что эффективно предохраняет их от износа и выхода из строя, а также существенно снижает тепловые потери с водой. К сожалению, в своей работе, посвященной как раз снижению тепловых потерь, диссертант не уделил этому способу внимания.

Общие замечания по диссертации

- В диссертации приведено большое количество графиков парной корреляции с коэффициентами достоверности аппроксимации (K^2) 0,13-0,30 (рис. 2.15 - 0,1275, 2.16- 0,2248, 2.17- 0,1266 при 24 точках, 2.21 - 0,26, 2,23 - 0,192 и пр.). Так как имеются и другие аргументы, влияющие на представленные функции, то в уравнениях множественной корреляции их достоверность может быть пренебрежимо малой. При статистическом методе анализа, на который претендует диссертант, следовало применить и уравнения множественной корреляции, хотя бы с двумя аргументами.

- К сожалению, в тексте диссертации допущены немало редакционных погрешностей.

Несмотря на указанные замечания, диссертационная работа в целом заслуживает положительной оценки.

Результаты диссертационной работы Джимо Сумайла Омсйза на тему «Анализ возможных способов снижения потерь тепла при выплавке чугуна в доменных печах» направлены на решение серьезной технологической задачи, имеющей важное значение в производства чугуна в доменных печах. Диссертация является законченной квалификационной работой, выполнена на достаточном теоретическом и технологическом уровне, имеет научное и практическое значение.

Рецензируемая диссертационная работа полностью соответствует паспорту научной специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов», а также требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства

РФ от 24 сентября 2013г. №842, а её автор, Джимо Сумайла Омейза, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Консультант-металлург ООО НПП «Уралэлектра»

д.т.н., Заслуженный изобретатель России

Фролов Юрий Андреевич

Подпись Фролова Юрия Андреевича заверяю:

помощник директора

Борисова Наталья Александровна

27.02.2017

ООО НПП «Уралэлектра», отдел систем регулирования и метрологии

620043, Россия, г. Екатеринбург, ул. Черкасская, д. 23

Телефон +7 (343) 351-07-77

e-mail: info@uralelektra.ru