

Отзыв

официального оппонента на диссертацию Виноградова Евгения Николаевича на тему «Разработка и внедрение ресурсо сберегающих технологий повышения коксоаглодоменного производства», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 – Metallургия черных цветных и редких металлов.

Актуальность темы и практическая значимость работы не вызывают сомнения, так как, снижение материальных и энергетических затрат на выплавку чугуна как путем повышения качества железорудных материалов и кокса, так и использования некондиционных материалов решает не только экономическую задачу, но и снижает нагрузку на окружающую среду. Внедрение запатентованных технологических приемов с использованием комплексного подхода ведения доменной плавки за период 2014 - 2023гг. позволили снизить удельный расход кокса на 14 кг на тонну чугуна. Предлагаются научно обоснованные решения, реализация которых позволит снизить расход кокса до 270 кг на тонну чугуна.

Материалы диссертационной работы расположены логично. Сформулированные задачи исследования в достаточной степени обоснованы обширным объемом проанализированных литебратурных источников. На основе лабораторных и промышленных исследований сформулированы основные пути снижения энергетических затрат при выплавке чугуна.

Научная новизна знаний, полученных диссертантом обоснована результатами, приведенными в основном содержании работы. Однако в диссертации и автореферате сформулированные положения научной новизны работы не в полной мере отражают новые знания. Например, диссертант в результате изучения распределения оксидов по сечению куска кокса впервые показал механизм разрушения куска кокса в нижней зоне печи.

Вторая глава диссертационной работы посвящена анализу работы доменных печей с высоким содержанием железа и низким выходом шлака. При этом рассматривается вариант повышения содержания железа путем использования окатышей с более высоким содержания железа и меньшим содержанием SiO_2 .

Большой объем лабораторных исследований, приведенных в разделе 2.1 позволил разработать план проведения промышленных испытаний и освоить технологию доменной плавки с низким выходом шлака при одновременном увеличении содержания MgO с использованием кокса различного качества.

Сопоставление показателей работы печей при базовой технологии и разработанной технологии показали повышение эффективности предлагаемой технологии. Это имеет большое практическое значение.

Большой интерес представляет раздел, посвященный исследованию изменению качества чугуна в условиях плавки с высоким содержанием железа

в шихте. Полученные зависимости содержания углерода в чугуне от содержания примесных элементов. Полученные зависимости могут использоваться для оперативной оценки содержания углерода в чугуне и необходимой корректировки технологических параметров с целью обеспечения заданного состава чугуна. Возможность корректировки содержания углерода в чугуне открывает возможность оперативно регулировать расход металлолома в шихте конвертерных агрегатов при дефиците или избытке чугуна.

Третья глава диссертации посвящена совершенствованию технологии выплавки чугуна с использованием нетрадиционных видов твердого топлива. В работе содержится большой объем оригинальных данных об изменении качества кокса по высоте печи. Впервые получены данные о распределении оксидов по сечению куска.

На основании выполненных исследований сформулирован новый подход к выбору компонентов шихты для коксования. За счет выбора доли различных угольных концентратов в составе шихты для коксования, и добиваясь общего снижения содержания Na_2O , мы получаем возможность производить кокс, который по мере опускания в рабочем пространстве доменной печи будет меньше насыщаться в поверхностном слое щелочными элементами, а значит меньше терять свои исходные прочностные характеристики под воздействием комплекса физико-химических взаимодействий при выплавке чугуна. Показана возможность производства кокса с использованием более дешевых углей.

Рассматривая как условия работы печи с повышенным содержанием железа, так и работу доменных печей на коксах различного качества диссертант большое внимание уделяет ключевой задаче организации технологического режима доменной плавки, а, именно задаче формирования структуры столба шихтовых материалов по сечению доменной печи. Это свидетельствует о системном подходе к решению сложных задач организации технологических режимов доменной плавки.

Четвертая глава диссертации посвящена разработке технологии использования при производстве чугуна некондиционных железорудных материалов. Здесь решается задача максимального использования отсева агломерата в доменном цехе. То обстоятельство, что повышение доли возврата как в аглошихте, так и в доменной шихте отрицательно влияет на технические показатели доменной плавки.

Приведенный в диссертации анализ подтвердил отмеченное выше положение и в цифрах показал взаимосвязь между долей отсева агломерата в шихте и производительностью печи.

Для повышения доли используемого агломерата диссертант рассмотрел основные требования к формированию столба шихтовых материалов при их загрузке в доменную печь.

Ориентируясь на научно обоснованные требования к рациональному распределению компонентов железорудных в рабочем пространстве печи, а именно необходимости обеспечение заданного ограничения по содержанию FeO в первичном шлаковом расплаве в пристеночной зоне за счет снижения содержания в ней окатышей; предварительное смешивание окатышей с агломератом перед подачей на колошник и сосредоточение основной массы окатышей в промежуточной зоне колошника диссертант разработал рекомендации по загрузке компонентов шихты в доменную печь. При этом то обстоятельство, что тепловая и восстановительная работа газов в периферийной зоне печи во многом определяет эффективность доменной плавки позволило диссертанту определить максимально возможное количество отсева в шихте доменных печей.

Для загрузки отсеянных фракций агломерата и окатышей в составе железорудной части подач разработаны способы загрузки доменной печи, регламентирующие количество и периодичность загрузки этого компонента. Количество отсева железорудных материалов, которое вводится в головную часть железорудной порции (в верхний слой первого железорудного скипа подачи) для выравнивания газового потока по сечению печи с учетом дополнительного образования мелочи при восстановительно-тепловой обработке надрешетной фракции, не должно быть критичным и не должно создавать «запирающий» периферию эффект.

Пятая глава диссертации посвящена перспективному направлению снижения расхода твердого топлива путем его замены природным газом. Здесь большой интерес представляют результаты лабораторных исследований, которые показали влияние водорода на скорость восстановления компонентов рудной части шихты. Данная информация может быть положена для внедрения технологии выплавки чугуна с расходом природного газа свыше 250 м³/т чугуна.

Теоретический анализ и опытные плавки подтвердили известное теоретическое положение, согласно которому повышение расхода природного газа сопровождается снижением производительности печи при постоянном содержании кислорода в дутье. Известна работа доменной более с расходом природного газа более 250 м³ на тонну чугуна печи, содержанием кислорода в дутье 25 % и удельной производительностью менее 2 т/м³. Анализ влияния расхода природного газа на основные параметры работы печи подтвердил основные теоретические положения и позволил получить количественные зависимости для условий работы доменных печей ПАО «Северсталь», что очень важно для планирования производства.

Считаю, что диссертационная работа может быть классифицирована как работа направленная на поиск и научное обоснование путей снижения материальных и энергетических затрат в условиях ПАО «Северсталь». Научные положения, полученные диссертантом в той или иной мере могут быть положены при совершенствовании технологии на других предприятиях России.

Следует отметить, что пути снижения материальных и энергетических затрат, научно обоснованы и проверены на практике.

Достоверность результатов определяется использованием проверенных временем теоретических положений и современных методов экспериментальных исследований. Разработанные рекомендации прошли проверку на доменных печах.

Содержание автореферата полностью отражает содержание диссертации.

Замечаний по оформлению диссертации нет.

По работе имеются некоторые замечания.

1. Диссертант в качестве научной новизны оценивает значение коэффициента влияния снижения выхода шлака на 10 кг на тонну чугуна. Данное положение относится скорее к новым знаниям для условий ПАО «Северсталь», так как коэффициент распределения серы зависит от конструкции горна печи, длины чугунной летки, графика выпусков и вязкости шлака.

2. Представленные на рисунках 2.7 и 2.8. данные показывают, что зависимости $S_f/S_{насыщ}$ от температуры чугуна и основности шлака носят экстремальный характер, однако, диссертант делает вывод о том, что увеличением степени насыщения чугуна углеродом можно управлять с помощью повышения суммарной основности шлака и снижением температуры чугуна. Кроме того, диапазон изменения $S_f/S_{насыщ}$ приведенные на рисунках 2.7 и 2.8. отличаются.

3. В диссертации отсутствует описание методики получения проб для определения содержания оксидов по сечению куска.

4. При определении коэффициента замены кокса природным газом диссертант использовал уравнение, учитывающее тепловые эффекты окисления углерода и водорода природного газа. При этом влияние расхода природного газа на коэффициент замены. Еще в 1960 годах З.И. Некрасов показал, что при увеличении расхода природного газа коэффициент замены кокса природным газом сокращается. Результаты моделирования не противоречат существующим представлениям, однако, к количественным зависимостям, приведенных на рисунках 5.8-5.11 следует относиться с серьезной долей скептицизма.

5. В таблице 5.6. имеется опечатка. Удельный расход суммарного топлива 212 кг/т чугуна.

В целом диссертационная работа Виноградова Евгения Николаевича отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 – Металлургия черных цветных и редких металлов. Диссертант Виноградов заслуживает присуждения ученой степени кандидат технических наук.

Даю согласие на обработку
персональных данных

С. А. Загайнов

09 09 2026

Подпись Захарова С.А. 



ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ
УЧЕНОГО СОВЕТА УРФУ
КУДРЯШОВА Н.Н.