

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Морозова Ивана Сергеевича **«Развитие технических и технологических основ производства конвертерных сталей для мелющих шаров с повышенными эксплуатационными свойствами»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов

Одной из основных тенденций развития современной металлургии является увеличение доли производства качественных сталей специального назначения. К указанному сортаменту в полной мере можно отнести стали для производства мелющих (помольных) шаров. Условия эксплуатации мелющих шаров определяют повышенные требования к их твердости, устойчивости к абразивному износу и ударным нагрузкам. При этом фактический опыт работы предприятий различных отраслей промышленности (металлургические комбинаты, горнорудные предприятия), использующих помольные шары в мельницах барабанного типа для измельчения исходного сырья, свидетельствует о наличии проблемы недостаточного эксплуатационного ресурса мелющих шаров.

Актуальность работы.

Формирование высокой ударной стойкости мелющих шаров, обеспечивающей минимизацию преждевременного их раскола в процессе эксплуатации, невозможно без обеспечения металлургического качества шаров и исходных непрерывнолитых заготовок, а именно их минимальной загрязненности неметаллическими включениями, низкого содержания постоянных вредных примесей и газов, отсутствия дефектов макроструктуры. При этом в соответствии с технологией производства, принятой в современных сталеплавильных цехах, параметры качества непрерывнолитых заготовок, связанные с наличием дефектов их макро- и микроструктуры, в значительной мере закладываются на этапах выплавки и ковшевой обработки стали.

Таким образом, представленная диссертационная работа, посвященная теоретическому обоснованию и разработке технических и технологических решений по совершенствованию выплавки и ковшевой обработки шаровых сталей с целью обеспечения повышенного металлургического качества и ударной стойкости производимых мелющих шаров, несомненно, **является актуальной.**

К научной новизне диссертационной работы следует отнести следующее:

1. Применительно к процессу выплавки стали в большегрузных конвертерах получена новая информация о характере движения газошлакометаллической фазы в объеме рабочего пространства, механизме накопления газа в подфурменной зоне и выходе продуктов реакции на поверхность ванны при кислородной продувке расплава. Указанная информация является теоретической базой для совершенствования режимов конвертерной плавки с целью повышения качества шаровой стали.

2. Получены новые научно-обоснованные данные о распределении температурных полей в объеме наконечников кислородных фурм различных конструкций, являющиеся базой для разработки и совершенствования конструкций дутьевых устройств повышенной стойкости.

3. Определены закономерности влияния технологических параметров выплавки и внепечной обработки конвертерных шаровых сталей на образование дефектов непрерывнолитых заготовок, параметры металлургического качества и ударостойкость производимых из них мелющих шаров.

Практическая значимость работы

1. Усовершенствованы параметры дутьевого и шлакового режимов конвертерной плавки, режимы раскисления и внепечной обработки шаровых сталей в условиях кислородно-конвертерного цеха № 2 АО «ЕВРАЗ ЗСМК», что обусловило повышение металлургического качества производимых на указанном предприятии мелющих шаров и снижение их отбраковки при испытаниях на ударную стойкость на 3 % (подтверждено Справкой об использовании в производстве результатов диссертации).

2. Выполнено техническое проектирование новых конструкций 6-ти сопловых наконечников кислородных фурм с центральным охлаждением, обеспечивающих повышение стойкости дутьевых устройств, в том числе при выплавке шаровых сталей. Проектно-техническая документация передана для внедрения в сталеплавильное производство АО «ЕВРАЗ ЗСМК», что подтверждено соответствующей Справкой.

3. Получены аналитические зависимости влияния технологических параметров выплавки и ковшевой обработки шаровых сталей массового сортамента на отбраковку мелющих шаров по причине неудовлетворительной ударостойкости, являющиеся базой для обоснованного выбора направлений совершенствования технологии производства шаровых конвертерных сталей.

4. Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет» и используются при подготовке магистров по направлению 22.04.02 «Металлургия».

Достоверность полученных результатов подтверждена совместным использованием методик теоретических и экспериментальных исследований, в том числе проведенных в условиях действующего промышленного производства; применение современного аналитического оборудования с программным обеспечением для цифровизации полученных данных в автоматическом режиме; качественное совпадение результатов исследований с общепринятыми теоретическими представлениями; наличие подтвержденного эффекта от использования разработанных технологических решений по оптимизации производства стали в условиях действующего кислородно-конвертерного цеха.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, двух приложений и изложена на 125 страницах машинописного текста, содержит 29 рисунков, 19 таблиц, список литературы из 145 наименований.

В введении обоснована актуальность проблемы производства сталей для изготовления мелющих шаров, сформулированы цель и задачи исследований, отражена научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе проведен анализ современного состояния и тенденций развития производства сталей для изготовления мелющих шаров. Показана актуальность исследований по совершенствованию дутьевого и шлакового режимов конвертерной плавки при производстве шаровых сталей, методов раскисления таких сталей и режимов их внепечной обработки, проведения теоретических и экспериментальных исследований при совершенствовании технологии конвертерной плавки, разработки новых конструкций наконечников кислородных фурм. На основе проведенного анализа были определены цели и задачи исследования.

Во второй главе приведены результаты численного моделирования процесса продувки расплава в большегрузном кислородном конвертере, получена новая информация по характеру движения газшлакометаллической среды в объеме рабочего пространства, механизме накопления газа в подфурменной зоне и выходе продуктов реакции на поверхность ванны. Разработаны новые варианты конструкции кислородных фурм с центральным охлаждением. Для фурм предложенной конструкции разработана проектно-техническая документация, которая передана кислородно-конвертерный цех № 2 сталеплавильного производства АО «ЕВРАЗ ЗСМК».

В третьей главе представлены результаты оптимизирования технологии выплавки и внепечной обработки специальных шаровых сталей марок Ш2.1 и Ш2.3 для их дальнейшей разливки на сортовой МНЛЗ. Показано, что применение усовершенствованных режимов выплавки и комплексной внепечной обработки шаровых сталей позволяет снизить содержание постоянных вредных примесей (серы и фосфора) в стали без значимого повышения производственных затрат.

В четвертой главе представлены результаты исследований, проведенных с использованием стандартных методик металлографического и рентгеноспектрального анализа, подтверждено положительное влияние разработанных и усовершенствованных дутьевых и шлаковых режимов плавки и внепечной обработки шаровых сталей в кислородно-конвертерном цехе № 2 АО «ЕВРАЗ ЗСМК» на параметры качества непрерывнолитых заготовок.

В заключении по диссертации сформулированы основные научные положения и изложены достигнутые практические результаты работы.

Результаты работы достаточно полно обсуждены на региональных, Всероссийских и Международных конференциях и семинарах. В целом, следует отметить хороший уровень и разнообразие экспериментальных и расчетных методов исследования, представленных и использованных автором, квалифицированное обсуждение результатов.

По материалам диссертации опубликовано 10 печатных работ, в том числе 4 статьи в рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ, 6 статей в журналах и сборниках трудов.

Рассмотренный материал автореферата диссертации соответствует паспорту специальности 2.6.2 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Наряду с несомненными достоинствами, по работе следует сделать некоторые замечания:

1. По научной новизне, во всех разделах указано: «1. ... получена новая информация о характере

движения газошлакометаллической фазы в объеме рабочего пространства, 2. Получены новые научно-обоснованные данные о распределении температурных полей в объеме наконечников кислородных фурм различных конструкций, 3. Определены закономерности влияния технологических параметров выплавки и внепечной обработки конвертерных шаровых сталей на образование дефектов непрерывнолитых заготовок. ... Желательно в каждом пункте привести конкретные данные, а не общие фразы, не дающие понятия о научных достижениях.

2. По практической значимости, в п.1 и 2 указано, что получены справки об использовании в производстве результатов диссертации. И только «Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет» и используются при подготовке магистров по направлению 22.04.02 «Металлургия». Хотя все, что указано в п. 1-3, явно годится для получения патента РФ. Почему это не сделано?

3. По результатам проведенного анализа литературных источников:

3.1. Автором работы сформулированы задачи исследований и первые три посвящены численному моделированию аэро- и гидродинамических процессов при верхней продувке расплава в большегрузном конвертере, моделированию распределения температурных полей в наконечнике кислородных фурм различных конструкций и разработке эффективных конструкций кислородных фурм с центральным охлаждением, обеспечивающие повышение стойкости их наконечников. Однако, не рассмотрены возможности комбинированной (с использованием донной) продувки конвертера, а также пульсирующей донной продувки.

3.2. Также поставлена задача: «Разработать режимы выплавки и внепечной обработки конвертерных шаровых сталей, применение которых обеспечивает повышение показателей их качества без увеличения расходов на производство», но в обзоре также практически не рассмотрены вопросы внепечной обработки конвертерных шаровых сталей.

4. В разделе 3:

4.1. В таблице 3.3. на стр. 69 приведены усредненные технологические показатели отработанной технологии производства шаровой стали. Желательно для наглядности показать эти данные в сравнении с действующей технологией.

4.2. На стр. 74 указывается, что «...были выработаны рекомендации при наведении первичного ковшевого шлака химического состава с содержанием FeO не более 5 % и основностью не менее 4 единиц.». Известно, что при внепечной обработке такие параметры шлака не годятся, т.к. это шлак окисленный и гетерогенный. Прошу обосновать такие рекомендации.

4.3. Также далее предлагается: «Корректировку химического состава металла целесообразно выполнять только присадкой ферросплавов и Al-катанкой, а далее присаживать известь и плавиковый шпат для наведения специального шлака и обеспечения десульфурации металла». Уже практически на всех ведущих металлургических предприятиях плавиковый шпат заменен

глиноземсодержащими добавками. И желательно все-таки привести состав т.н. «специального шлага».

5. В разделе 4 на стр. 87 автор указывает, что «Проведенный анализ степени развития химической неоднородности в непрерывнолитых заготовках шаровых сталей показал снижение степени ликвации по углероду, сере и фосфору в осевой зоне заготовок при использовании усовершенствованных режимов производства стали по сравнению с базовыми режимами (табл. 4.4)». Однако, данные, представленные в таблице 4.4. показывают, что улучшились показатели по ликвации только в центральной зоне непрерывнолитой заготовки.

6. Автором представленной работы указано, что по материалам диссертации опубликовано 10 печатных работ. Однако в списке использованных источников приведено только 8.

Сделанные замечания носят частный характер, и не меняют общего положительного мнения о рецензируемой работе. Автореферат диссертации отражает её содержание, но есть технические замечания.

ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой предлагается теоретическое обоснование и разработка технических и технологических решений по совершенствованию выплавки и ковшевой обработки шаровых сталей с целью обеспечения повышенного металлургического качества и ударной стойкости производимых мелющих шаров. Считаю, что диссертационная работа **Морозова Ивана Сергеевича** полностью отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор **Морозов Иван Сергеевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Официальный оппонент

Шешуков Олег Юрьевич, директор Института новых материалов и технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», профессор, доктор технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 28.

Тел.: (343)3754439

E-mail: o.j.sheshukov@urfu.ru

Я, Шешуков Олег Юрьевич, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе 

27.05.2024

ПОДПИСЬ
ЗАВЕРЯЮ

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УРФУ
МОРОЗОВА В.А.

