ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Истомина Александра Сергеевича

«Разработка логико-динамической модели с целью повышения эффективности выплавки чугуна в доменной печи», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов в диссертационный совет Д 212.285.05 на базе ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Диссертационная работа А.С. Истомина посвящена решению этой актуальной и насущной задачи - квалифицированная оценка и оперативное управление ходом доменной плавки. В ней развиваются многолетние исследования в области математического моделирования доменного процесса для решения комплекса технологических задач, проводимых в Уральском федеральном университете, за счет совершенствования математической модели доменного процесса УрФУ-ММК. Соискателем предложен блок учета динамики процесса и введена логическая подсистема диагностики хода доменной плавки. Следует отметить, что диссертант вместе с научным руководителем в целом успешно справились с весьма сложной задачей. Это свидетельствует о достаточных знаниях соискателя в различных областях науки и техники: теории и технологии современной доменной плавки, математического моделирования технологических процессов.

В первой главе «Состояние вопроса, постановка основных задач диссертационной работы» достаточно подробно рассмотрены и проанализированы существующие методы расчета показателей доменной плавки, даны оценки эффективности с точки зрения их использования для решения комплекса технологических задач.

В реальных условиях работы доменные печи работают в нестационарном режиме, что требует количественной оценки динамических характеристик по различным каналам воздействий в конкретных условиях доменной плавки в темпе с процессом. Для решения столь сложных задач диссертант предложил использование логических моделей, оценивающих наличие отклонения от нормального режима, а в случае обнаружения такого отклонения определять его вид и вероятность возникновения.

В целом, материалы, содержащиеся в первой главе диссертации, позволяют судить об обоснованности и корректности постановки задач исследования.

Вторая глава «Структура логико-динамической модели поддержки принятия решений для управления доменной плавкой в режиме реального времени» посвящена структурной декомпозиции и функциональному моделированию обозначенной логико-динамической модели, рассматриваются особенности применения системного подхода и нотации метода IDEF0 для проектирования функций отдельных подсистем. Следует отметить применения автором подхода на основе диаграмм потоков данных (DFD), который позволяет в определённой мере установить субъективизм и устранить ошибки при переходе от создаваемой функциональной модели к следующим этапам реализации системы – проектированию алгоритмов и программных модулей.

Третья глава «Математическое, алгоритмическое и информационное обеспечение логической подсистемы диагностики хода доменной плавки» посвящена решению задач по диагностике режимов доменной плавки. Автором квалификационного исследования предложены количественные критерии оценки вероятности нормальной работы доменной печи и отклонений от нормального режима – периферийный и центральный газовый поток, горячий и холодный ход плавки, тугой ход печи, верхнее и нижнее подвисания шихты.

Использование логической подсистеме комплекса не только контролируемых, но и расчетных параметров являеется одним из достоинств данной работы, поскольку расширяет функциональные возможности модели и надежность результатов оценки хода доменной плавки.

В четвертой главе «Математическое, алгоритмическое и информационное обеспечение подсистемы прогнозирования хода доменной плавки в режиме реального времени» выполнено математическое моделирование процессов нестационарного теплообмена в слое применительно к условиям нижней ступени теплообмена и показано, что общая закономерность заключается в апериодическом (не колебательном) характере переходных процессов. Однако этот вывод, как справедливо отмечает диссертант, не отражает динамику развития теплообменных процессов по высоте доменной печи в целом.

В этой же главе исследованы переходные процессы доменной плавки по различным каналам воздействий: изменения рудной нагрузки, расходов

природного газа, технологического кислорода, температуры и влажности горячего дутья, а также дана оценка динамики газодинамического сопротивления слоя шихты при изменении в железорудной части шихты доли окатышей и содержания мелочи в агломерате.

В пятой главе «Решение технологических задач анализа и прогнозирования работы доменных печей с использованием логико-динамической системы» рассмотрены принципы разработки системы поддержки принятия решений, представлены логическая модель диагностики хода доменной плавки и модель прогнозирования хода доменной плавки в режиме реального времени, а также приведены примеры использования логико-динамической системы поддержки принятия решений для исследования комплекса задач анализа и прогнозирования работы доменных печей. Отмечается, что проведенные расчеты, выполненные применительно к условиям работы доменных печей ПАО «ММК», свидетельствуют о достаточной корректности получаемых результатов.

Научная новизна квалификационного исследования заключается в следующем:

1. Усовершенствована математическая модель диагностики состояния и прогнозирования хода доменной плавки УрФУ-ММК за счет разработки логической подсистемы, использующей комплекс контролируемых параметров и расчетных показателей; подсистемы динамики доменного процесса, позволяющей рассчитывать переходные процессы по различным каналам воздействий и прогнозировать параметры доменной плавки в реальном времени в количественном выражении.
2. Обоснованы и предложены количественные критерии и алгоритмы для оценки диагностики нормального режима работы доменной печи, а также отклонений от нормального режима.
3. Установлено, что колебательный переходный процесс теплового состояния доменной печи наблюдается в том случае, если после внесения возмущения оно будет оказывать противоположное влияние на тепловое состояние нижней и верхней ступеней теплообмена.

Практическая значимость диссертационной работы определяется совершенствованием технологии за счет использования рекомендации по улучшению технологии и показателей работы доменных печей, в частности:

- ✓ научно обоснованного подхода для совершенствования методов оценки хода и управления доменной плавкой;
- ✓ использования математических моделей, позволяющих выполнять оценку хода доменной плавки и выбора управляющих воздействий в режиме советчика мастера, в режиме реального времени в условиях нестабильности состава и качества проплавляемого железорудного сырья и параметров комбинированного дутья.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы на всех доменных печах, оборудованных современными системами измерения, сбора, обработки, передачи, хранения и отображения информации.

По диссертационной работе Истомина Александра Сергеевича «Разработка логико-динамической модели с целью повышения эффективности выплавки чугуна в доменной печи» следует высказать ряд **замечаний**:

1. В модели доменной плавки не учтены физико-химические особенности работы коксовой насадки горна при взаимодействии с продуктами плавки и их влияние на распределение газа в нижней части печи,
2. В структуре динамической модели отсутствует оценка влияния состава и основности промежуточного шлака на содержание кремния в чугуне,
3. Взаимосвязь содержания кремния в чугуне и основности шлака (рис. 4.16) экстраполирована гиперболической функцией, что требует обоснования. Опыт работы доменных печей с основностью шлака выше 1,15-1,2 ед. показывает, что содержание кремния в чугуне близко к нолю.
4. При диагностике нарушений ровного схода шихты при нижнем подвисании недостаточно условий распознавания. В частности не учитывается накопление шлака в печи.

Высказанные замечания в целом не снижают научной и практической значимости выполненной работы. Диссертационная работа является законченным исследованием.

Оценивая диссертационную работу Истомина А.С. в целом, следует отметить, что она в полной мере отвечает требованиям ВАК России по актуальности работы, научной новизне, практической значимости, личному вкладу автора работы, апробации и отражению результатов в публикациях. Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технологические решения и разработки в области

производства чугуна в доменных печах, имеющие важное значение области повышения эффективности доменной плавки. Автореферат достоверно отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней (пункт 9), а ее автор, Истомин Александр Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Официальный оппонент:
кандидат технических наук,
ОАО «Уральский институт металлов»,
заведующий лабораторией подготовки и качества железорудного и минерального сырья Научно-исследовательского центра подготовки сырья и руднотермических процессов

Нечкин Георгий Александрович

14 .09.2017г..

Подпись Нечкина Г.А. заверяю
Ученый секретарь ОАО «Уральский институт
Металлов», кандидат технических наук Селетков А.И.

Почтовый адрес: 620219, Россия, г. Екатеринбург, ул. Гагарина, 14,
ОАО «Уральский институт металлов»
Тел.: +7 (343) 374-03-91.
Электронная почта: uim@ural.ru.