

Отзыв

на автореферат диссертации Быстрова М.В. «Снижение расхода графитированных электродов в дуговых печах за счет их принудительного охлаждения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 – Metallургия черных, цветных и редких металлов

Эффективность производства и применения металлургической продукции непосредственно связана со снижением затрат до уровня, обеспечивающего конкурентоспособные цены на внутреннем и внешнем рынках, что может быть достигнуто только путем всемерного уменьшения издержек производства. На металлургических предприятиях широкое распространение получили дуговые электрические печи вследствие высокой удельной производительности применяемых аппаратов; высокой производительности труда; возможности использования любой по физическому состоянию шихты (мелкой, легковесной, крупной, плохо разделанной, т. е. дешёвой) и др. Ввод электроэнергии в ванну дуговых печей обеспечивается графитированными электродами (ГЭ), главное преимущество которых (по сравнению с угольными) – малое удельное сопротивление. ГЭ изготавливаются из дефицитных материалов (высококачественный малосернистый, малозольный игольчатый кокс, каменноугольная смола и т.п.) по затратным технологиям. Износ и поломки ГЭ приводят к повышенному их расходу и напрямую влияют на себестоимость выплавляемого металла и экологическую обстановку вследствие увеличения пыле- и газовыбросов в атмосферу цеха при плавке. С этой точки зрения диссертационная работа Быстрова М.В., посвященная исследованию тепловых условий работы ГЭ и имеющая целью снижение их расхода при эксплуатации дуговых печей, является актуальной, направленной на повышение эффективности металлургического производства.

Среди существующих способов снижения температуры поверхности ГЭ, как основного фактора их окисления и термического износа, автором обоснованно выбрано их принудительное охлаждение при подаче различных газов и воды.

Автором предложены в работе содержательные модели на основе теплофизических и физико-химических представлений и соответствующие им математические модели (ММ) в виде дифференциальных нестационарных уравнений теплопроводности с внутренними источниками тепла и методов их численного решения для расчета температурных полей ГЭ при подаче различных газов (аргон, азот) в осевой канал полого ГЭ и при подаче воды на боковую

поверхность сплошного ГЭ. Расчет осуществлялся для осесимметричной задачи распределения температур в осевой вертикальной плоскости ГЭ. Разработанные ММ предоставляют мощные аналитические средства на этапах разработки, освоения и совершенствования технологии плавки; устраняют необходимость в проведении дорогостоящих экспериментальных исследований в производственных условиях при отладке технологии и позволяют исключить субъективный выбор режимов плавки с принудительным охлаждением ГЭ, принимаемых на основе информации, объем которой превышает возможности рациональной обработки на интуитивном уровне.

Статистически достаточные по объему расчеты, осуществленные в диссертационной работе Быстрова М.В. на основе полученных им ММ, позволили выявить низкую эффективность применения газового принудительного охлаждения через осевой канал ГЭ, т.к. при этом средняя температура ГЭ снижается всего на 2°C , что не приводит к уменьшению его износа. Установлено, что при использовании испарительного охлаждения водой боковой поверхности ГЭ в печах различной емкости достигается снижение расхода ГЭ в среднем на 10-50%, что соответствует практическим данным. По результатам расчетов автором выработаны технико-экономические рекомендации по выбору рациональных режимов испарительного охлаждения ГЭ водой в дуговых печах различной емкости в зависимости от стоимости ГЭ и электроэнергии. Определено, что для дуговых печей емкостью 0,5–2,5 т расход воды не должен превышать $0,2 \text{ м}^3/\text{ч}$, а для печей емкостью 80–200 т – $1,5 \text{ м}^3/\text{ч}$; при этом подача воды должна начинаться спустя 1-10 мин после включения тока на ГЭ.

Основные выводы диссертационной работы Быстрова М.В. были подтверждены при производственном опробовании и внедрении при проведении работ по снижению расхода ГЭ в условиях эксплуатации 100-тонной рудо-термической печи на предприятии «АВИСМА», г. Березники, и 6-тонной дуговой печи постоянного тока на ПАО «СИБЛИТМАШ», г. Новосибирск.

Полученные Быстрым М.В. результаты позволяют расширить и дополнить существующие теоретические представления об угаре и износе ГЭ и обеспечивают обоснованную разработку достоверных технологических режимов и параметров плавки в дуговых электропечах и, в конечном счете, повышение эффективности металлургического производства.

К сожалению, из текста рецензируемого автореферата не ясно, учитывают ли построенные в диссертации ММ в явном виде влияние таких факторов, как тип металла (сталь, серый чугун, высокопрочный чугун с шаровидным графитом), основность футеровки (кислая, основная), наличие шлака, электромагнитное перемешивание металла в печах большой емкости. Кроме того, не указано, принималась ли во внимание при построении ММ зависимость коэффи-

циента теплопроводности λ от температуры. Изложенные сопутствующие соображения обусловлены, по-видимому, нормативно ограниченным объемом реферата.

В целом диссертационная работа Быстрова М.В. является самостоятельной научно-квалификационной работой, выполненной лично автором на актуальную тему; содержит совокупность новых научных результатов, положений и технологических решений, позволяющих повысить эффективность применения дуговых электропечей за счет снижения расхода ГЭ, что имеет важное значение для металлургического производства.

Диссертация Быстрова М.В. полностью отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автор, несомненно, достоин присвоения искомой степени по специальности 2.6.2 – Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Технический директор
ООО «Литье сервис»,
доктор технических наук,
профессор

19.02.2025

Иоффе Михаил Александрович


195196, г. Санкт-Петербург,
Новочеркасский пр., д. 47, корп. 1, оф.28
e-mail: ima45@mail.ru, 445-07-11@mail.ru
раб. тел. (812) 445-07-11

Согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета.

19.02.2025

М.А. Иоффе


