

О т з ы в

на автореферат диссертации Шкирмонтова Александра Прокопьевича «**Развитие теоретических основ совершенствования энерготехнологических параметров выплавки ферросплавов углеродотермическим процессом с целью повышения показателей работы электропечей**», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.2 (05.16.02) – металлургия чёрных, цветных и редких металлов

Совершенствование технологических параметров плавильных агрегатов, к которым относятся и ферросплавные электропечи всегда являлось одним из основных направлений развития в металлургии. Поэтому диссертационная работа А.П. Шкирмонтова, направленная на дальнейшее совершенствование энерготехнологических параметров выплавки ферросплавов карботермическим процессом с целью улучшения показателей работы электропечей, рассматривающая в комплексе электрические, технологические параметры и конструкции печей является актуальной.

На основании проведённых исследований диссертантом было введено новое понятие – энерготехнологический критерий работы ферросплавной электропечи. Предложенная безразмерная величина включает: извлечение ведущего элемента в сплав; тепловой КПД печи; коэффициент мощности печи; электрический КПД и коэффициент загрузки трансформатора. Такая комплексная величина, в отличие от ранее предложенных величин оценки, достаточно точно характеризует эффективность работы электропечи, а также может быть использована для совершенствования технологии выплавки и конструкции печных агрегатов.

Отмечено, что при увеличении мощности печных трансформаторов ферросплавных печей энерготехнологический критерий снижается. При проведении мероприятий, направленных на сокращение комплекса потерь, энерготехнологический критерий печи возрастает, а удельный расход электроэнергии на 1 т ферросплава снижается. При ухудшении работы печей энерготехнологический критерий уменьшается и возрастает удельный расход электроэнергии на выплавку.

Проанализировано, что с ростом мощности ферросплавных печей происходит ухудшение их энерготехнологических параметров, так как повышение мощности в основном происходит за счёт увеличения силы тока и, соответственно, диаметра самообжигающихся электродов, а не рабочего напряжения (из-за снижения сопротивления ванны печи). При этом возрастают электрические потери и увеличивается разрыв между мощностью трансформатора и активной мощностью в ванне печи, что приводит к худшим технико-экономическим показателям, чем для печей средней мощности.

Автором подтверждено, что использование углеродистых восстановителей с повышенным удельным электросопротивлением для выплавки ферросплавов приводит к наибольшему эффекту повышения сопротивления ванны на уровне около 5–10 %.

Диссертантом предложена новая технологическая схема выплавки ферросплавов с увеличенным подэлектродным промежутком (электрод–подина) для значительного повышения (в 2,5 раза) сопротивления ванны и напряжения (без уменьшения заглубления электродов в шихту).

На основании рассмотренной технологии предложена и опробована принципиально новая концепция выплавки ферросплавов по варианту автономных изолированных плавильных зон под электродами в ванне печи под слоем шихты и, соответственно, с выпуском расплава из-под каждого электрода В результате повышаются составляющие величины комплексного

параметра печи и снижается удельный расход электроэнергии из-за лучшего токораспределения в ванне. По сравнению с базовым вариантом для выплавки 45 %-ного ферросилиция энерготехнологический критерий увеличился на 37,8–48,0 %.

Впервые диссертантом получена зависимость величины подэлектродного промежутка в ванне ферросплавной печи от распада электродов и установлено влияние данных параметров на повышение энерготехнологического критерия работы печи вследствие увеличения рабочего напряжения. Показано, что для лучшего распределения энергии в ванне печи большему распаду электродов, соответствует увеличенный подэлектродный промежуток (электрод-подина).

На основе энерготехнологического критерия разработана новая методика для сравнительной оценки эффективности выплавки ферросплавов в печах различных конструкций и технологий. В результате анализа был применён универсальный метод оценки технических решений в электрометаллургии для различных технологий выплавки ферросплавов в печах переменного тока, с пониженной частотой тока, постоянного тока (с открытой и закрытой дугой), а также в плазменных печах.

Практическая ценность работы заключается в дополнительно полученной информации о взаимосвязи технологических, электрических и теплотехнических параметров при шлаковой и бесшлаковой выплавке ферросплавов. Это позволило выявить факторы для улучшения комплекса энерготехнологических параметров и снижения удельных энергозатрат на выплавку ферросплавов.

Решена научно-техническая проблема значительного (в 2 раза и более) повышения активного сопротивления ванны, напряжения и мощности ферросплавной электропечи без увеличения силы тока и диаметра электродов с целью улучшения энерготехнологических параметров процесса выплавки.

Разработана, опробована новая концепция выплавки ферросилиция с увеличенными подэлектродным промежутком и распадом электродов до 5,6 диаметров электрода.

На основании энергоаудита двух печей мощностью по 29 МВ·А завода «Кузнецкие ферросплавы» при выплавке 75 %-ного ферросилиция применена методика оценки работы электропечей с использованием энерготехнологического критерия ферросплавной печи. При этом применение на одной из печей увеличенного распада электродов 3,4 м, вместо с 3,0 м и углеродистых восстановителей с повышенным удельным электросопротивлением в виде полукокса увеличило энерготехнологический критерий от 0,203 до 0,258 при снижении удельного расхода электроэнергии на 615 кВт·ч/т.

В качестве замечания отмечаем, что в автореферате (с. 6 и 7) указывается на новую технологию выплавки ферросплавов в печи с увеличенным распадом электродов. В тоже время еще в 80^е годы прошлого столетия в Институте металлургии АН Грузии были проведены исследования по влиянию увеличения распада электродов рудовосстановительных печей, разработана, изготовлена и успешно испытана новая конструкция такой электропечи (Г.Ш. Микеладзе, Г.А. Дгебаудзе), защищена кандидатская диссертация (М.У. Кикабадзе).

Рассматривались эти работы в оборе диссертанта?

Основные материалы исследований достаточно полно приведены в монографии диссертанта «Энерготехнологические параметры выплавки ферросплавов в электропечах» и опубликованы в журналах «Сталь», «Металлург», «Электрометаллургия» и других, которые входят в

перечень ВАК и широко докладывались на международных научно-технических конференциях.

Рассмотренный материал автореферата диссертации соответствует паспорту специальности 2.6.2 (05.16.02) – металлургия черных, цветных и редких металлов: п. 11 – Пирометаллургические процессы и агрегаты; п. 12 – Электрометаллургические процессы и агрегаты; п. 17 – Материало- и энергосбережение при получении металлов и сплавов.

В целом диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование, имеющее достаточный уровень научной новизны и практической значимости. Считаем, что диссертация Шкирмонта Александра Прокопьевича соответствует требованиям п. 9, Положения о присуждении учёных степеней (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842), а её автор заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.2 (05.16.02) – металлургия чёрных, цветных и редких металлов.

Согласны с обработкой персональных данных.

Заместитель директора
по научной работе,
доктор технических наук,
специальность 05.16.02

Заякин Олег
Вадимович

Главный научный сотрудник,
доктор технических наук,
специальность 05.16.02,
профессор

Жучков Владимир
Иванович

Подписи д.т.н. Заякина О.В. и д.т.н. Жучкова В.И. заверяю:
Ученый секретарь, к.х.н.



Долматов А.В.

11.10.2021 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук
(ФГБУН ИМЕТ УрО РАН)

Адрес: 620016, г. Екатеринбург, ул. Амундсена, 101.

Сайт: <http://www.imet-uran.ru/>

Электронная почта: zferro@mail.ru

+7(343) 267-91-30