

Экспериментальное определение физических свойств технологической пробы расплава, в том числе удельной теплоемкости, эффективного коэффициента теплоотдачи, плотности, объема, массы, площади поверхности пробы расплава в зависимости от температуры требует применения дополнительного лабораторного оборудования и выполнения существенного объема трудоемких измерений. Применение для контроля содержания твердой фазы, выделяющейся в интервале кристаллизации сплава, метода Ньютона [1], может приводить к существенным ошибкам, так как точность вычислений существенно зависит от вида «базовой» функции, являющейся приближающей зависимостью производной температуры по времени в предположении, что на расчетном интервале времени отсутствует выделение теплоты кристаллизации.

Установлено, что «базовые» функции для расчета содержания твердой фазы в затвердевающих расплавах алюминия и его сплавов методом Ньютона при малых числах Био не могут быть установлены на основе классического уравнения Ньютона-Рихмана, предполагающего экспоненциальный вид температурно-временной зависимости охлаждающегося сплава до и после затвердевания. В связи с этим расчет содержания твердой фазы, выделяющейся в интервале кристаллизации сплава, проводили с использованием данных термического анализа с учетом изменений значений коэффициента Ньютона-Рихмана, представляющего собой отношение произведения эффективного коэффициента теплоотдачи и площади поверхности пробы расплава к ее теплоемкости [2].

Экспериментально установлено, что при малых числах Био ($Bi < 0,1$) зависимости коэффициента Ньютона-Рихмана от температуры технологических проб алюминиевых и железоуглеродистых расплавов при их охлаждении описываются сложными, нелинейными функциями. Получены математические модели для оценки содержания твердой фазы, выделяющейся в затвердевающих алюминиевых и железоуглеродистых расплавах, на основе данных однопарного термического анализа с использованием технологических проб расплава [2].

Показано, что содержание выделяющейся из расплава твердой фазы может быть установлено на основе уравнения теплового баланса затвердевающей пробы расплава, в котором принимается, что изменение температуры от времени охлаждающейся пробы расплава пропорционально температурному напору в n -й степени. Значение показателя степени n определяется типом измерительной ячейки, используемой при проведении термического анализа.

Список использованных источников

1. Gibbs, J.W. Solid fraction measurement using equation-based cooling curve analysis / J.W. Gibbs, P.F. Mendez // Scripta Materialia. – 2008. – Vol. 58. – pp. 699–702.
2. Рафальский, И.В. Моделирование процессов охлаждения и затвердевания металлических расплавов с использованием данных термического анализа при малых числах Био / И.В. Рафальский // Металлургия: сб. науч. тр.; Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск, 2018. – Вып. 39. – С.49–63.

УДК 669.179

Воспроизводство древних технологий. Получение железа из болотных руд

Студент гр.10405116 Капуста Д.О.
Научный руководитель – Довнар Г.В.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Цель работы: Изучение древних технологий получения железа из болотной руды.

Материалы и методы. Проведён сравнительный анализ результатов исследований различных авторов (таблице 1).

Таблица 1 – Результаты исследований различных авторов процесса получения железа из болотной руды [1–2]

Подготовка руды	Восстановитель	Температура Плавки / Время / Объем печи	Тип продувки	Результат
1. Дробление руды (фракция < 10 мм) 2. Обогащение (промывка от лишней породы)	Древесный уголь (ввод послойно с рудой)	До – 1300°C / 2ч 30мин / 30-40 л	Имитация мехов с помощью пылесоса.	Серые кусочки со слабо выраженным металлическим блеском. Получили кричное железо которое не поддается кузнечной обработке. (Слишком мелкие включения и большое количество не восстановленной руды)
1. Дробление 2. Обжиг (для выгорания органики) 3. Обогащение (воздушной сепарацией)	Древесный уголь	Не фиксировалась / 8ч / 40-50л	Двухкамерные кузнечные меха.	Получено небольшое количество металла. Основной объем – это небольшие металлические шарики в кусках шлака.
1. Дробление 2. Обжиг 3. Магнитная сепарация	Древесный уголь	Не фиксировалась / 2ч / 1 л	Воздушный компрессор	Получен стальной слиток с содержанием С= 0,14 %, Высокое содержание фосфора и серы (1,49% и 0,075 %)

Как следует из таблицы, все эти способы получения железа схожи, но в первом и третьем источнике информации место мехов используется пылесос, что уже не отвечает точности эксперимента повторения древних технологий. Только в результаты исследования по третьему источнику информации было получен компактный слиток железа (стали) массой 160 грамм, полученный из 400 грамм обогащенной руды, что соответствует 57 % от теоретически возможного.

Информация, полученная по первому и второму источнику, позволяет высказать предположение, что главной проблемой в получении железа из болотной руды является недостаток температуры. Если создать большую температуру в горне и увеличить время плавки, то получаемые железные мелкие частицы сварятся вместе и сформируют годную дляковки крицу.

Проведенный анализ и сравнение результатов исследований трех выявленных источников информации показывает, что основные параметры выбраны в целом верно, но для получения лучших результатов требуется их оптимизация.

Список использованных источников

1. [Электронный ресурс] / Реконструкция древнего способа выплавки железа. Режим доступа: <http://sarpust.ru/2013/02/rekonstruktsiya-drevnego-sposoba-vy-plavki-zhelez>. – Дата доступа: 13.03.2019.

2. [Электронный ресурс] / Эксперименты по выплавке железа из болотной руды. Режим доступа: <http://smith-master.com/blog/vyi-plavka-zheleza-iz-rudy/>. – Дата доступа: 13.03.2019.