УДК 66.097.3

П.С.СЕРЕГИН
ОАО «Институт «Гипроникель», Санкт-Петербург
С.Г.БЕСЕДОВСКИЙ
ОАО «Кольская ГМК», Мончегорск

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ НИКЕЛЕВОГО ПОРОШКА

Описаны существующие твердофазные методы получения никелевого порошка, проведен их критический анализ и указаны способы совершенствования, позволяющие получить значительный экономический эффект. Приведены результаты испытаний низкозольного твердого восстановителя, позволяющего сократить выход шлака на анодной электроплавке. Заявлен способ восстановления никелевого огарка в трубчатых печах, позволяющий получить активную фракцию никелевого порошка с цементационной активностью свыше 80 %, что открывает возможность ее использования для очистки никелевого электролита от меди.

The present article is dedicated to existing solid-phase technologies of nickel powder production. They have been analyzed and methods of their modernization giving producers a considerable economical benefit have been proposed. Test results for the low-ash solid reducer providing a possibility to lower slag yield at the stage of anode electric smelting are cited. The procedure of nickel calcine reduction in tube furnaces is presented. This procedure allows production a fraction of nickel powder with cementation activity above 80 % that can be used for decopperization of nickel electrolyte.

Нами рассмотрены особенности процесса твердофазного восстановления промышленной закиси никеля, осуществляемого в трубчатых (вращающихся) печах, многоподовых печах и печах кипящего слоя. В качестве восстанавливающего агента может быть использован твердый (уголь, кокс, нефтяной кокс и др.), жидкий (мазут, дизельное топливо) или газообразный (природный газ, конверсированный газ, водород, окись углерода и др.) восстановитель. Более всего никелевый порошок необходим в анодной электроплавке (или плавке на черновой никель), для которой восстановление в трубчатой печи является способом подготовки материала, влияющим на расходные параметры плавки, и цементационной очистке никелевого электролита от меди, в процессе которой никелевый порошок выступает как восстановитель меди из раствора.

Начиная с 60-х годов прошлого века предшествующее электроплавке восстановление закиси никеля в прямоточных трубчатых печах производилось твердым углеродистым восстановителем [1]. Частично восстановленная закись никеля (ЧВЗН) имела степень металлизации 40-65 %. В 90-х годах удалось подобрать режимы восстановления, позволяющие получать степень металлизации ЧВЗН 80-84 %.

Предложенная нами замена твердого восстановителя в трубчатых печах комбината «Североникель» [5] с коксовой мелочи зольностью 12-16 % на низкозольную угольную крошку (содержание золы менее 8 %) позволила повысить качество никелевого порошка трубчатых печей (НПТП), направляемого на анодную электроплавку. В ходе промышленных испытаний удалось повысить на 5-7 % степень металлизации НПТП и достичь снижения выхода шлака на плавке.

Усовершенствование процесса восстановления закиси никеля в трубчатой печи, проведенное специалистами никелевого завода ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» [3], позволило получить реагентный никелевый порошок с химической активностью до 80 %. Продукт характеризовался неоднородностью по крупности, степени металли-

зации и цементационной активности классов, что обуславливало необходимость проведения дополнительной операции рассева.

Другой способ использовали на комбинате «Североникель». Металлизация порошка доходила до 90 %. В качестве восстановителя были использованы продукты переработки нефти (в частности, мазут). К недостаткам способа следует отнести достаточно нестабильное качество получаемого металлического порошка, степень восстановления которого может изменяться от 80 до 95 %, что не позволяет применять данный метод для стабильного получения активного никелевого порошка, используемого на цементационной очистке никелевого электролита от меди.

Специалисты института ГинЦветМет (Москва) предложили способ восстановления никелевого огарка, включающий подачу в трубчатую печь мазута, водяного пара и воздуха. По мнению авторов, способ позволяет получить мелкий неоплавленный порошок анодного никеля с рыхлой структурой, развитой поверхностью и содержанием металлической фазы никеля не ниже 90 %. К недостаткам способа относятся большой расход реагентов, сложность создания в трубчатой печи условий для полноты взаимодействия реагентов между собой и с восстанавливаемым материалом, а также повышение пылевыноса. Кроме того, данный способ не прошел промышленной апробации и его применение в условиях существующего производства затруднительно.

Получение порошкообразного никеля, используемого на цементационной очистке никелевого электролита от меди на Норильском комбинате, осуществляется восстановлением закиси никеля в многоподовой печи. В качестве восстановителя используют газ от неполного сжигания угля (газогенераторная станция) или конверсированный природный газ с заданным соотношением водорода, воды, окиси и двуокиси углерода. Его недостатком является низкая производительность процесса за счет длительного пребывания материала в печи. Процесс по поддержанию равномерного температурного поля по подам слабоуправляем и, как следствие, имеет место агломерация и неполное восстановление отдельных частиц порошка.

На комбинате «Североникель» до последнего времени применяли способ получения активного никелевого порошка в печи кипящего слоя. В качестве жидкого топлива использовали дизельное топливо. Никелевый порошок печи кипящего слоя характеризовался степенью металлизации более 85 % и химической активностью более 80 %. Основными недостатками способа являются использование в качестве основного реагента дорогостоящего дизельного топлива при значительном его расходе, высокий пылевынос твердого материала из печи (до 50 %), недостаточная полнота восстановления сложных оксидных форм никеля в огарке, сложная конструкция газораспределительных узлов.

Изучив механизм восстановления промышленной закиси никеля различными видами восстановителей в различных условиях и агрегатах [2, 4], мы предложили способ получения активной фракции никелевого порошка в трубчатой печи (АФ НПТП) со степенью металлизации свыше 90 % и цементационной активностью свыше 80 %.

В условиях опытно-промышленных испытаний на комбинате «Североникель» удалось установить оптимальные параметры расхода твердого восстановителя и мазута; температурный режим восстановления и режим охлаждения готового порошка; подобрать технику и технологию выделения активной фракции. Также проведены промышленные испытания АФ НПТП в качестве восстановителя на переделе медеочистки взамен активного никелевого порошка КСВ. Зафиксировано улучшение качества цементной меди (по содержанию никеля и влаги), а также снижение удельного расхода никелевого порошка.

Экономический эффект от предложенного способа получения активного никелевого порошка складывается из экономии дорогостоящего дизельного топлива, прекращения затрат на один из самых дорогих переделов – восстановление в печах кипящего слоя, улучшения параметров операции

медеочистки и качества цементной меди и оценивается в условиях комбината «Североникель» в 1 млн долларов в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Астафьев А.Ф.* Переработка в кипящем слое полупродуктов никелевого производства / А.Ф.Астафьев, Ю.В.Алексеев. М.: Металлургия, 1991. 202 с.

2. Некоторые закономерности восстановления закиси никеля твердыми и жидкими восстановителями / А.Н.Толстых, Г.П.Мироевский, П.С.Серегин и др. // Цветные металлы. 2001. № 2. С.105.

3. Получение активного никелевого порошка в трубчатой вращающейся печи / М.П.Данилов, А.С.Гладков, Ш.Г.Назмутдинов и др. // Цветные металлы. 1998. № 10-11. С.40-43.

4. *Серегин П.С.* Исследование влияния режимов обжига и восстановления на состояние поверхности частиц огарка и никелевого порошка / П.С.Серегин, С.Г.Беседовский // Цветные металлы. 2003. № 9. С.24.

5. *Серегин П.С.* Совершенствование технологии восстановления никелевого огарка в трубчатых печах / П.С.Серегин, А.Н.Толстых, Л.Ш.Цемехман // Цветные металлы. 2002. № 12. С.19.