

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Пахомова Романа Александровича
«Разработка пирометаллургических технологий переработки окисленных
никелевых руд при контроле состава равновесной газовой фазы»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких»

Актуальность исследований.

Диссертационная работа Р.А. Пахомова посвящена решению актуальной задачи – изучению физико-химических закономерностей при температурном воздействии на окисленное сырье, результаты которого позволят развить и разработать новые технологические подходы, не распространенные в пирометаллургической переработке окисленных никелевых руд.

В последние годы решение сырьевой проблемы никеля для металлургической промышленности становится все более актуальным. Основным сырьем для производства никеля являются сульфидные руды, запасы которых непрерывно сокращаются, в связи с чем, окисленные никелевые руды (ОНР) несомненно, займут лидирующие позиции в качестве основного альтернативного источника никелевого сырья. Сложность металлургической переработки данного вида сырья связана с низким содержанием никеля и других сопутствующих ценных компонентов. Кроме этого, руды труднообогатимы. Существующие технологии их переработки, такие как сульфидирующая плавка (получение металлического никеля), восстановительный обжиг и электроплавка (получением ферроникеля), а также гидromеталлургические технологии (Caron-процесс и HPAL-процесс) обладают рядом технологических недостатков: высокая себестоимость процессов, технологическое оформление и низкая экологическая эффективность.

Диссертационная работа направлена на разработку альтернативного технологического процесса, позволяющего переработать ОНР по технологии плавки в жидкой ванне с получением ферроникеля, взамен процесса электроплавки, сопряженного со значительным расходом электроэнергии. В связи с этим, диссертационная работа Пахомова Р.А. является весьма актуальной.

*N 81-9
от 13.04.2020г.*

Исследования выполнены в научно-исследовательской и проектной организации ООО «Институт Гипроникель», работающей в области металлургии цветных металлов уже более 80-ти лет.

Цель и задачи исследований.

Целью работы является повышение эффективности технологии переработки бедных окисленных никелевых руд при контроле газовой фазы процессов барботажной плавки руды или огарка, сульфидирующей плавки, а также восстановительного обжига с последующей ликвационной плавкой для разделения фаз.

Для достижения заданной цели автором работы были поставлены следующие задачи:

1. Оценка принципиальной возможности переработки окисленного сырья на ферроникель в печи Ванюкова, являющейся характерной печью барботажного типа;
2. Классификация природного топлива и оценка их эффективности при восстановительных процессах;
3. Исследование глубины и селективности восстановления окисленных никелевых руд при реализации твердофазного восстановительного обжига газовыми смесями и контроле газовой фазы;
4. Оценка влияния доли водорода в подаваемой газовой смеси на восстановительные процессы Fe и Ni при реализации твердофазного обжига ОНР;
5. Определение оптимальных условий восстановительного обжига, способствующих образованию сульфида кальция из его сульфата;
6. Рассмотрение теоретической и практической возможности применения сульфида кальция в качестве высокоэффективного сульфидизатора при реализации сульфидирования окисленных никелевых руд или обеднительных процессов железосиликатных шлаков.

При проведении исследований Пахомовым Р.А. использовалось современное оборудование, методическая часть работы и применяемые методы анализа подробно описаны и обеспечивают высокую степень сходимости результатов и их достоверность. На основе теоретических и практических исследований, апробированных методик, решены поставленные задачи, расширены знания в области современной

пиromеталлургии никеля при реализации процессов восстановления и сульфидирования окисленных никелевых руд.

Научная новизна полученных автором результатов выражается в установлении зависимости парциального давления кислорода над системой, в которой реализуется твердофазный восстановительный процесс, и его влияние на извлечения никеля в ферроникель, получаемый в дальнейшем при проведении ликвационной плавки.

В диссертационной работе показаны особенности переработки окисленных руд при применении барботажных агрегатов для получения ферроникелевого сплава.

На основании лабораторных экспериментов, термодинамических расчетов и верификации лабораторных данных с производством при реализации восстановительно-сульфидирующей плавки окисленных никелевых руд на штейн, подтверждена эффективность использования в качестве сульфидизатора CaS, которая может способствовать перспективе роста экологичности производства и извлечения цветных металлов в товарную продукцию.

Практическая и теоретическая значимость проведенных Пахомовым Р.А. исследований заключается в определении оптимальных условий восстановления сульфата кальция до сульфида, оценкой количества перспективного и повсеместно используемого сульфидизатора (пирита) при реализации плавки на «штейн», а также количества выбросов SO₂ отходящих газов технологии в целом при применении различных сульфидизаторов. В диссертационной работе определены параметры твердофазного восстановительного обжига окисленных никелевых руд природно-смешанного и магнезиального типов для получения ферроникеля характеризующегося повышенным содержанием никеля при сохранении высокой степени его извлечения в ферроникель.

Полученные автором диссертации результаты и выводы рекомендуется использовать на предприятиях, занимающихся процессами восстановительного обжига или сульфидирования окисленных никелевых руд, а также при реализации процессов обеднения железосиликатных шлаков богатых цветными металлами, в первую очередь Ni и Co.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций.

Диссертация Пахомова Р.А. является самостоятельной и законченной квалификационной работой, содержащей новые научно обоснованные данные, обладающие практической значимостью и имеющие существенное значение в развитии пиromеталлургического направления. Теоретические и экспериментальные разделы в диссертационной работе представлены достаточно информативно.

Автором выполнен анализ значительного количества информационных источников и научных публикаций по теории и промышленной практике переработки окисленного никелевого сырья. Достоверность результатов работы обеспечена применением современных методов исследования и проведением испытаний на установках, моделирующих работу промышленных печей, а также соответствием полученных результатов законам физической химии и теории металлургических процессов.

Основные результаты работы достаточно полно опубликованы в научных изданиях (9 публикаций), в том числе в 3 журналах, рекомендованных ВАК РФ или входящих в международную базу данных (WoS) и систему цитирования Scopus. Результаты работы широко освещены на конференциях с международным участием различного уровня.

По представленной работе имеются следующие замечания и вопросы.

1. Чем обусловлен различный выбор оборудования при проведении восстановительного обжига, ликвационной плавки и моделирования барботажных процессов или сульфидирования окисленной никелевой руды.

2. В работе присутствует упоминание кобальта при химическом анализе руд, во введении и оглавлении (разделы 4.1.2 и 4.1.3), при этом про кобальт в работе практически не упоминается. Проводился ли анализ по извлечению кобальта.

3. Однозначно ли применение трубчатых печей в рассматриваемых процессах.

4. С чем связан рост извлечения цветных металлов в товарную продукцию при реализации замены широко используемого сульфидизатора пирита на сульфид кальция.

5. Производились ли экономические оценки технологии, рассмотренные в третьем разделе диссертационной работы при применении барботажных агрегатов для переработки окисленных никелевых руд.

Однако указанные выше замечания не снижают общей положительной оценки диссертационного исследования автора и носят рекомендательный характер.

Поставленные перед диссертантом задачи решены в полной мере и научная новизна работы не вызывает сомнений. Диссертационная работа Пахомова Р.А. является законченным научным исследованием, которая изложена на 175 страницах, состоит из введения, пяти глав, заключения (основные выводы), списка литературы, включающего 85 источников и приложений.

Стиль изложения материала в работе – технически грамотный. Автореферат диссертации отражает основное содержание приведенных автором исследований. Положительное впечатление в работе производят графические материалы, результаты расчетов и лабораторных экспериментов.

На основании вышесказанного считаем, что диссертационная работа соответствует требованиям п. 2.1-2.6 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 № 839 адм, предъявляемым к кандидатским диссертациям, поскольку в ней предложено решение задач, имеющих существенное значение в области переработки окисленных никелевых руд. Автор диссертации, Пахомов Роман Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Официальный оппонент, кандидат технических наук
Старший научный сотрудник лаборатории № 1 Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук

Телефон: +7 (499)-135-94-35
e-mail: kanisonyan@imet.ac.ru

Анисонян Карен Григорьевич

10.04.2020

Подпись Анисоняна К.Г. заверяю.

119334, Россия, г. Москва, Ленинский проспект, д. 49

ФГБУН Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук

