

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сыса Павла Анатольевича на тему:

«Повышение селективности обогащения магнетитовых кварцитов на основе применения высокоградиентного сепаратора с низкоинтенсивным переменным магнитным полем», представленной к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых

В настоящее время во всех регионах мира быстрыми темпами развиваются технологии бездоменного производства железа. За последние 10 лет производство железа прямого восстановления возросло более чем на 60%. Автором справедливо отмечено, что главным сдерживающим фактором развития бездоменной металлургии в нашей стране является ограниченность ее сырьевой базы из-за жестких требований по содержанию кремнезема в концентрате, которое должно быть не более 3–3,5%. В России этим требованиям удовлетворяют только железорудные суперконцентраты Лебединского и Оленегорского ГОКов. В связи с этим создание новых процессов и аппаратов, обеспечивающих повышение качества магнетитовых концентратов, получаемых с использованием магнитного обогащения, является актуальной задачей.

Поставленная автором цель работы – исследование нового процесса высокоградиентной магнитной сепарации в низкоинтенсивном переменном магнитном поле (ВГСНПМП) при производстве суперконцентратов для бездоменной металлургии и разработка аппаратов и технологии для производства суперконцентратов с содержанием общего железа ( $Fe_{\text{общ.}}$ ) 69% и выше. Для достижения цели сформулированы конкретные задачи и идея работы, заключающаяся в повышении селективности обогащения магнетитовых кварцитов на основе применения высокоградиентного сепаратора с низкоинтенсивным переменным магнитным полем для получения высококачественных концентратов по схемам магнитного обогащения железорудных ГОКов.

При выполнении работы использованы современные методы исследований, в том числе: магнитные, химические, гравитационные методы анализа исходных материалов и продуктов разделения; моделирование процесса сепарации в лабораторных условиях; теоретический анализ конструктивно-технологических параметров процесса ВГСНПМП на основе его математической модели; анализ результатов, полученных в ходе лабораторных испытаний с использованием компьютерной обработки в современных программах Statistica, Ansys, а также специальные и стандартные измерительные устройства и приборы.



С учетом выполненных исследований диссертантом установлены новые закономерности и явления, в том числе необходимо отметить следующие:

– установлен механизм повышения селективности магнитной сепарации, возникающий в высокоградиентной среде в результате воздействия переменного магнитного поля низкой интенсивности, заключающийся во вращательном и поступательном движении магнитных частиц разделяемой смеси в местах высокого градиента магнитного поля. Этот эффект обусловлен тем, что в результате наличия гистерезиса переманчивания у частиц магнетита, в момент изменения полярности поля извлекающая магнитная сила кратковременно принимает противоположное направление. Впервые для предотвращения флокуляции с целью повышения качества магнетитового концентрата применено переменное магнитное поле частотой 50 Гц и напряженностью не выше 20 кА/м в сочетании с высокоградиентной извлекающей матрицей;

– разработана математическая модель, описывающая новый процесс высокоградиентной сепарации в низкоинтенсивном переменном магнитном поле (ВГСНПМП), включающая системы уравнений, отображающих зависимости технологических параметров процесса ВГСНПМП, его граничные условия и учитывающая функции распределения частиц по величине удельной магнитной восприимчивости (содержания  $Fe_{\text{общ.}}$ ) в исходном питании. Получены сепарационные характеристики и зависимости основных показателей обогащения от влияния параметров поля;

– впервые изучено теоретически и практически проверено воздействие переменного магнитного поля на работу матриц различной конфигурации (шаровых и цилиндрических), в результате чего установлено, что лучшее качество магнетитового концентрата достигается при применении шаровой матрицы, что позволяет достичь содержания железа 69% и выше при помощи магнитного метода сепарации. Выявлено, что оптимальным значением напряженности переменного поля является 9-15 кА/м.

Следует отметить практическую значимость выполненной автором работы и полученных закономерностей, послуживших основой для разработки и обоснования разработанного нового сепаратора ВГСНПМП и разработке технологического процесса на его основе. Их использование позволяет доводить магнетитовые концентраты до содержания железа 69% и более по магнитной схеме без использования флотационной доводки. Внедрение предлагаемой технологии на Михайловском ГОКе позволит получить 30% конечных продуктов с высоким качеством. Так как стоимость суперконцентрата в полтора раза выше по сравнению с доменным концентратом, то прибыльность предприятия существенно возрастет. Ожидаемый экономический эффект от внедрения новой технологии составляет 13501,08 млн.руб.

По автореферату имеется замечание:



1. Так как одним из жестких требований к концентрату является содержание в нем кремнезема, то в автореферате следовало бы показать содержание кремнезема в исходном концентрате Михаловского ГОКа и в концентрате, полученном по новой технологии.

Указанное замечание носит характер рекомендаций и уточнений, не снижая научной ценности и значимости представленных в диссертационной работе результатов.

В целом работа содержит новые научные результаты и имеет практическое значение. Ее содержание достаточно полно отражено в 8 опубликованных статьях, в том числе в 4 работах в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

С учетом вышесказанного считаем, что диссертация Сыса Павла Анатольевича на тему: «Повышение селективности обогащения магнетитовых кварцитов на основе применения высокоградиентного сепаратора с низкоинтенсивным переменным магнитным полем» отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Сыса Павел Анатольевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых.

Ведущий научный сотрудник лаборатории  
обогащения полезных ископаемых и технологической  
экологии ИГД СО РАН, д.т.н.

В.И. Ростовцев

Подпись В.И. Ростовцева ЗАВЕРЯЮ:

Ученый секретарь ИГД СО РАН, к.т.н.

А.П. Хмелинин

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела  
им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук (ИГД СО РАН)

Телефон: 8 (383) 205-30-30, E-mail: mail@igd@misd.ru