ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Базаровой Екатерины Александровны** на тему: «**Повышение эффективности флотационного обогащения сульфидных медно-никелевых руд на основе разработки новых комплексообразующих реагентов-собирателей**», представленной к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9 «**Обогащение полезных ископаемых**»

Современное состояние минерально-сырьевой базы характеризуется устойчивой тенденцией к снижению качества руд: уменьшением содержания полезных компонентов, увеличением доли тонковкрапленных и труднообогатимых разновидностей, усложнением вещественного состава. Для сульфидных медно-никелевых руд эти факторы проявляются особенно остро, поскольку они часто представлены тонкой вкрапленностью сульфидов в силикатной матрице, наличием гипергенных изменений и близкими флотационными свойствами разделяемых минералов. В этих условиях традиционные сульфгидрильные собиратели (ксантогенаты, аэрофлоты) не всегда обеспечивают требуемую селективность и полноту извлечения цветных металлов.

Расширение ассортимента флотационных реагентов за счёт соединений, способных к образованию прочных комплексных связей с ионами металлов на поверхности минералов, является одним из наиболее перспективных направлений повышения эффективности флотации. В этой связи диссертационная работа Базаровой Е.А., посвящённая синтезу, физико-химическому обоснованию и испытанию новых азотсодержащих комплексообразующих собирателей для флотации сульфидных медно-никелевых руд, безусловно, **актуальна и своевременна.** Она отвечает как запросам горно-металлургической отрасли, так и современным трендам развития теории флотационных реагентов.

Работа вносит заметный **вклад в развитие научных представлений о механизме действия флотационных реагентов-собирателей.** Автором впервые:

– синтезирован и охарактеризован ряд новых бифункциональных азотсодержащих производных дикарбоновых кислот (моногидразиды, моногидроксамовые кислоты, моноамиды);

– методами ИК-, УФ- и рамановской спектроскопии, а также квантово-химического моделирования установлена способность этих соединений к образованию внутрикомплексных соединений с ионами Ni(II) и Cu(II);

– выявлены реакционные центры, ответственные за координацию, и показана роль различных функциональных групп в комплексообразовании;

– экспериментально установлен синергетический эффект в бинарных смесях «монопроизводное – бутиловый ксантогенат» как в объёме раствора, так и в адсорбционном слое на границе «газ–жидкость»;

–разработан новый реагентный режим, обеспечивающий прирост извлечения никеля в готовый концентрат до 8,5 % при сохранении качества концентрата.

Полученные результаты расширяют теоретические представления о связи «структура – комплексообразующая способность – флотационная активность» для азотсодержащих собирателей и создают научную основу для направленного конструирования реагентов с заданными свойствами. Это имеет значение не только для медно-никелевых руд, но и для флотации сульфидных материалов в целом.

Достоверность полученных результатов **не вызывает сомнений** и подтверждается:

– использованием комплекса взаимодополняющих современных физико-химических методов анализа (ИК-, УФ-, рамановская спектроскопия, межфазная тензиометрия, атомно-абсорбционная спектрометрия, квантово-химические расчёты методом DFT);

– согласованностью экспериментальных данных, полученных разными методами, и их соответствием известным теоретическим положениям химии комплексных соединений и физико-химии флотационных процессов;

– воспроизводимостью результатов лабораторных флотационных экспериментов и их статистической обработкой;

– апробацией работы на международных и всероссийских научных конференциях, а также публикацией основных результатов в рецензируемых журналах, включая издания из перечня ВАК и базы Scopus;

– наличием патента РФ на изобретение № 2828519, что подтверждает практическую значимость и новизну технического решения.

Разработанный реагентный режим с использованием монопроизводных о-фталевой кислоты в сочетании с бутиловым ксантогенатом и аэрофлотом показал улучшение технологических показателей флотации тонковкрапленной медно-никелевой руды. Прирост извлечения никеля в готовый концентрат достигает 8,5 %, что может быть востребовано горно-обогатительными предприятиями, перерабатывающими аналогичное сырьё. Полученный патент свидетельствует о готовности решения к практическому применению.

Автореферат даёт достаточное представление о содержании диссертации, логике исследования и обоснованности выносимых на защиту положений. Однако **по материалу автореферата** возникают следующие **замечания:**

1. В автореферате представлено объяснение, согласно которому в гидразидах и гидроксаматах наряду с карбоксильным кислородом значимый вклад в нуклеофильность вносят азотсодержащие центры (для МГФК f(N13) = 0,10, для МГАФК f(N) = 0,14). Это

указывает на возможное участие азота в комплексообразовании. Вместе с тем приведённые значения индексов Фукуи носят прогнозный характер, а их величина для азота ниже, чем для карбоксильного кислорода (0,22–0,28); спектральные изменения (исчезновение полос N–H, смещение C=O) также допускают альтернативные трактовки. Это ставит под сомнение участие именно азотсодержащих центров в комплексообразовании.

2. Утверждение о синергизме компонентов смеси убедительно обосновано для процессов мицеллообразования и адсорбции на границе «газ–жидкость». Насколько корректно говорить о синергизме действия компонентов для флотации, где определяющей является граница «твёрдое тело–жидкость»?

3. В автореферате отсутствуют данные о проведении флотационных опытов в замкнутом цикле. Как замыкание повлияет на достигнутый в открытом цикле прирост извлечения?

4. Не приведена экономическая оценка эффективности предлагаемого реагентного режима, хотя в выводах указана практическая значимость.

Эти пожелания не умаляют достоинств работы.

Заключение.

Диссертация Базаровой Екатерины Александровны «Повышение эффективности флотационного обогащения сульфидных медно-никелевых руд на основе разработки новых комплексообразующих реагентов-собирателей» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научно-практической задачи – расширения ассортимента флотационных реагентов и повышения эффективности обогащения тонковкрапленных сульфидных медно-никелевых руд. Работа обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью, прошла достаточно широкую апробацию и подтверждена патентом.

Содержание автореферата соответствует требованиям пп. 9–14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. (ред. от 18.03.2023 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Базарова Екатерина Александровна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9 – Обогащение полезных ископаемых (технические науки).

Кандидат технических наук (специальность 2.8.9 - обогащение полезных ископаемых), заведующий кафедрой геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, доцент

16.09.2026 г. _____Гришин Игорь Анатольевич

Доктор технических наук (специальность 2.8.9 - обогащение полезных ископаемых), профессор кафедры геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, доцент

16.09.2026 г г. _____Горлова Ольга Евгеньевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38.

Официальный сайт в сети Интернет: https://www.magtu.ru/

эл. почта: mgtu@magtu.ru телефон: +7 (800) 100-1934

Я, Гришин Игорь Анатольевич, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанную с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела соискателя Базаровой Е. А.

_____Гришин Игорь Анатольевич

Я, Горлова Ольга Евгеньевна, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанную с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела соискателя Базаровой Е. А.

_____Горлова Ольга Евгеньевна

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
Начальник отдела делопроизводства
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»
_____Д.Г. Семенова