

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сенченко Аркадия Евгеньевича на тему:
«Повышение эффективности сепарации золотосодержащего сырья в центробежных
безнапорных концентраторах», представленной к защите на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 2.8.9. – «Обогащение полезных ископаемых»

Развитие минерально-сырьевой базы предполагает вовлечение в разработку месторождений труднообогатимых руд и освоение техногенных минеральных образований. Технологии переработки твердого минерального сырья в последнее время многократно усложнились ввиду перехода на тонковкрапленные и особенно бедные руды, в которых целевые минералы переизмельчаются и теряются со шламами. До 40 % потерь ценных компонентов в процессах первичной переработки связано со сrostками и до 35 % – с тонкими частицами крупностью менее 10 мкм.

Ведущее место среди методов обогащения занимают гравитационные методы. Это объясняется их преимуществами: простотой, экологичностью, выделением минералов без изменения их свойств. В аппаратах центробежного типа разделение минеральных частиц происходит в поле действия центробежной силы, которая в сотни раз больше силы тяжести. Сочетание в этих аппаратах двух сил позволило существенно снизить предел крупности разделяемых минералов, повысить эффективность их работы и улучшить показатели обогащения.

Основную часть золота добывают из россыпей, а техногенные объекты являются дополнительным резервом золотосодержащего сырья, представленного тонким золотом. Центробежные сепараторы являются перспективными в этом направлении. За счет высокой скорости вращения конуса центробежного сепаратора происходит разделение мелких частиц. Повышение скорости вращения конуса центробежного сепаратора приводит к уплотнению материала в пазах конуса, что требует увеличения давления турбулизирующего агента для разрыхления материала. При этом повышенное давление турбулизирующего агента может вымывать мелкие частицы повышенной плотности, находящиеся на поверхности пристеночного слоя, так как за один цикл частицы не успевают попасть в пазы конуса. Автором справедливо отмечено, что в настоящее время известно мало научных работ, в которых проводится теоретический анализ эффективности различных способов разрыхления минеральной постели в рабочем конусе центробежных концентраторов. Поэтому настоящая диссертационная работа является своевременной, важной и актуальной как для теории, так и для практики гравитационного обогащения твердых полезных ископаемых.

Цель работы – повышение эффективности работы центробежных концентраторов, использующих флюидизационный способ разрыхления минеральной постели в рабочем конусе.

Сформулированы **основная идея работы**, заключающаяся в применении комбинированного способа подачи флюидизационной воды в центробежный сепаратор. Такой способ предусматривает наличие постоянного потока, поддерживающего минеральный слой на грани ожигения, и добавляющегося к нему пульсирующего потока, периодически переводящего слой минеральных частиц во взвешенное состояние и активирующего классифицирующие и сегрегационные процессы и **конкретные задачи исследований**. Предлагаемый новый способ подачи флюидизационной воды интенсифицирует перераспределение минеральных частиц в кольцевых ячейках конуса сепаратора и оптимизирует механизм их распределения, что является отличием от обычного режима работы безнапорного центробежного концентратора. За счет этого увеличивается содержание частиц ценного компонента в рабочем конусе сепаратора и повышается их извлечение в концентрат.

Объект исследования – золотосодержащая руда месторождения Бадран Республики Саха Якутия и лежалые хвосты ее переработки, а также искусственные смеси минералов.

Предмет исследования – закономерности разделения частиц обогащаемой руды по размеру, форме и удельному весу в минеральной постели рабочего конуса центробежного концентратора в поле действия центробежной силы при новом способе подачи флюидизационной воды и параметры регулирования этого процесса.

При выполнении работы автором использованы современные методы исследований, в том числе: принципы и законы гидродинамики, криогенное замораживание с использованием жидкого азота, скоростная киносъемка в инфракрасном свете, а также методы минералогического, ситового, химического, спектрометрического, фазового и пробирного анализов в аттестованных лабораториях. Проверка результатов экспериментов проводилась путем полупромышленных испытаний. Математическую обработку данных и их визуализацию осуществляли с помощью прикладной программы Microsoft Excel.

Выполненные диссертантом исследования позволили установить новые закономерности и явления, в том числе необходимо отметить следующие:

- разработана математическая модель, описывающая движение минеральных частиц разной крупности, формы и удельного веса в рабочем конусе центробежного сепаратора при флюидизационном способе разрыхления минеральной постели;

- теоретически обоснована и экспериментально доказана возможность повышения эффективности сепарационных процессов в минеральной постели рабочего конуса центробежного сепаратора за счет нового способа подачи флюидизационной воды;

– в качестве фактора регулирования режима работы центробежного концентратора предложено использовать степень разрыхленности минеральной постели рабочего конуса (порозность) в диапазоне от 0.40-0.45 (уплотненное состояние) до 0.62-0.65 (взвешенное состояние).

Следует отметить практическую значимость выполненной автором работы и полученных результатов, в том числе:

– разработан способ управления режимом работы центробежных сепараторов, заключающийся в новом способе подачи флюидизационной воды, предусматривающем сочетание постоянного и пульсирующего потоков;

– применение нового способа подачи флюидизационной воды позволило при лабораторных испытаниях увеличить извлечение золота из лежалых хвостов прежних лет отработки месторождения Бадран с 33.42 до 37.04 % (прирост 3.62 %) и серебра с 15.84 до 20.31 % (прирост 4.47 %) по сравнению с режимом подачи постоянного потока флюидизационной воды;

– полупромышленные испытания нового способа подачи флюидизационной воды в центробежный сепаратор, установленный на золотоизвлекательной фабрике месторождения Бадран, подтвердили, что он позволяет повысить содержание золота в гравитационном концентрате на 16 г/т и увеличить извлечение в нем золота на 2.1 % (имеется Акт о проведении полупромышленных испытаний от 15.01.2024 г.);

– предложена новая конфигурация внутренней поверхности рабочего конуса центробежного сепаратора, на конструкцию которого получен патент на изобретение № RU 2 278 735;

– на новый способ подачи флюидизационной воды в рабочий конус центробежного сепаратора получен патент на изобретение № RU 2 321 461.

Результаты испытаний нового способа подачи флюидизационной воды в центробежный сепаратор на ЗИФ «Бадран» подтвердили работоспособность и эффективность использования устройства, разработанного для комбинированной подачи флюидизационной воды, которое было установлено на сепаратор Knelson KC XD30 первой стадии отделения гравитационного обогащения. Достигнуто повышение извлечения золота в гравитационный концентрат на 2.1 %. В пересчете на год выпуск золота может быть увеличен на 32.76 кг. Ожидаемый эффект составил 227 млн руб/год.

По автореферату имеются замечания:

1. Из автореферата не ясно учитывалась ли порозность минеральной постели в значении эффективной вязкости в уравнениях 1–5. Автору рекомендуется уточнить написание формулы вязкой силы Стокса на стр. 7.

2. На странице 8 автореферата приведен Рисунок 1 – Силы, действующие на частицу при движении по стенке рабочего конуса сепаратора. В подрисуночной надписи не расшифрованы действующие на частицу силы. Из текста на странице 7 автореферата можно понять, что сила F_r действует на твердую частицу, движущуюся по восходящей спирали вдоль стенки центробежного сепаратора. Следовало бы указать название сил, действующих на минеральную частицу.

Указанные замечания носят характер рекомендаций и уточнений, не снижая научной ценности и практической значимости представленных в диссертационной работе результатов.

В целом работа содержит новые научные результаты и имеет практическое значение. Ее содержание достаточно полно отражено в 27 научных работах, в том числе в 7 статьях в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России, и в 2 патентах Российской Федерации № 2278735 и № 2321461.

С учетом вышесказанного считаем, что диссертация Сенченко Аркадия Евгеньевича на тему: «Повышение эффективности сепарации золотосодержащего сырья в центробежных безнапорных концентраторах», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям и соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (утвержденного Постановлением правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.), а ее автор – Сенченко Аркадий Евгеньевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых.

Кондратьев Сергей Александрович

почтовый адрес: 630091, Новосибирск, Красный проспект, д. 54

телефон: 8-923-248-34-22

адрес электронной почты: kondr@misd.ru

наименование организации: Федеральное государственное бюджетное Учреждение науки Институт горного дела им. Н. А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук
должность: заведующий лабораторией обогащения полезных ископаемых и технологической экологии ИГД СО РАН, д.т.н.

Я, Кондратьев Сергей Александрович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета

27 мая 2025 года



Кондратьев С. А.

Ростовцев Виктор Иванович

почтовый адрес: 630091, Новосибирск, Красный проспект, д. 54

телефон: 8–913–475–87–74

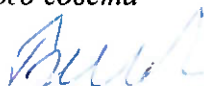
адрес электронной почты: benevikt@misd.ru

наименование организации: Федеральное государственное бюджетное Учреждение науки
Институт горного дела им. Н. А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук

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

*Я, Ростовцев Виктор Иванович, даю согласие на включение моих персональных данных в
документы, связанные с работой Диссертационного совета*

27 мая 2025 года



Ростовцев В. И.

Подписи С. А. Кондратьева и В. И. Ростовцева ЗАВЕРЯЮ

Ученый секретарь
ИГД СО РАН, к.т.н.



Коваленко К. А.

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: mailigd@misd.ru

