



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)

Куйбышева ул., д.30, Екатеринбург, 620144, ГСП. Тел./факс: (343) 257-25-47/ 251-48-38

E-mail: office@ursmu.ru, http://www.ursmu.ru

ОКПО 02069237, ОГРН 1036603993561, ИНН/КПП 6661001004/667101001



УТВЕРЖДАЮ

Ректор

ФГБОУ ВО «УГГУ»

Батрак Г.И.

«27» мая 2026 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»
на диссертационную работу Чылбак-оол Евгения Джамильевича
«Интенсификация процесса фильтрования
железорудных концентратов обратной катионной флотации»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.9.8 – «Обогащение полезных ископаемых»

Актуальность темы диссертации

Переход обогатительных фабрик на выпуск высококачественных концентратов, получаемых, в том числе, с помощью катионной флотации, привёл к изменению свойств концентратов, в частности их крупности, а это приводит к снижению производительности вакуум-фильтров и затруднениям в их эксплуатации. Изыскание путей сохранения производственных характеристик обезвоживающего оборудования в условиях действующих обогатительных фабрик является актуальной научной и практической задачей.

Общая характеристика диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав с выводами по каждой, заключения, списка использованных источников из 199 наименований и двух приложений. Работа изложена на 113 страницах машинописного текста, содержит 33 рисунка и 13 таблиц. Автореферат диссертации и опубликованные научные работы

достаточно полно отражают основные положения и результаты проведённых исследований.

Общая идея диссертационной работы состояла в компенсации затрудняющих фильтрование концентрата причин целенаправленной обработкой концентрата, а также оборудования специально подобранными реагентами. Для этого было необходимо изучить изменённые характеристики концентратов, в частности долю частиц сверхмалой крупности, свойств их поверхности, выдвинуть идею о возможности их флокуляции и найти реагенты, позволяющие её осуществить. Одновременно было обнаружено дополнительное отрицательное влияние микронных частиц на свойства фильтровального материала, в частности керамических фильтров, что вызвало поиск путей их эффективной очистки также с использованием дополнительных реагентов. Таким образом, диссертационная работа приобрела большое практическое значение.

Во **введении** к работе дана общая характеристика работы, обоснована актуальность, сформулированы цель и задачи, определены научная и практическая значимость, а также научные положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** детально рассмотрены вопросы фильтрования в целом. Автор представил квалифицированную обзорную оценку, обосновав эффективность керамических фильтров в условиях железорудных фабрик, а также особенности выбора реагентов с учётом свойств твёрдой и жидкой фаз фильтруемой пульпы.

Во **второй главе** представлены результаты измерений свойств отдельных частиц железорудного концентрата таких, как электродный потенциал, а также изменение показателей фильтрования при использовании добавок по сравнению с используемыми вариантами. Основной оценкой явилось изменение гранулометрического состава концентрата за счёт флокуляции. Оценивались также способность закрепления реагентов на частицах магнетита и сопротивление осадка фильтрованию, в итоге влияние реагентов на производительность вакуум-фильтров.

В **третьей главе** продолжены измерения свойств частиц после обработки их реагентами. Так, приведены ИК-спектры исходного порошка магнетита и обработанного реагентами, которые позволили найти нужную номенклатуру добавок. Рассмотрены все возможные ситуации обработки как с добавками, так и без них.

В **четвертой главе** представлены результаты влияния реагентных режимов, фактически используемых и предлагаемых, на толщину и влажность осадка, а также на производительность фильтрования. Было выявлено, что лучшие показатели даёт реагент К.

В **пятой главе** представлены результаты промышленной проверки реагента К. было установлено его положительное влияние на фильтрование и получена меньшая влажность кека при сохранении, или даже повышении, производительности фильтра.

В **шестой главе** представлены результаты очистки фильтрующих керамических элементов. Для этого были изучены продукты их засорения и подобран эффективный реагент, хелатирующий ионы (ОЭДФК). Разработанный способ регенерации защищён патентом.

Научная новизна работы заключается в обосновании необходимости и возможности подготовки мелкодисперсной пульпы путём подачи реагентов в поступающую пульпу. Обосновано выбран состав подаваемых реагентов. Дополнительно найден эффективный реагент для очистки фильтрующих элементов, на что получен патент.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, являются доказанными и практически значимыми, подтверждены как детальными лабораторными, так и производственными испытаниями и получением патента.

Практическая значимость работы. Диссертационная работа имеет явное практическое значение: обоснована возможность повышения производительности и качества работы вакуум-фильтров с использованием реагентов, подаваемых в поступающую на фильтрование пульпу. Получена положительная оценка эффективности в условиях реального производства.

Апробация работы вполне достаточна. Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных научных конференциях: «Московский Международный Конгресс Обогастителей 2025», «Плаксинские чтения 2025», «Неделя горняка 2026». По теме диссертации опубликовано 6 работ, из которых 3 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК и индексируемых РИНЦ/Scopus, 2 тезиса докладов в сборниках материалов конференций, 1 патент РФ на изобретение. Следует отметить весьма обширный список использованной при подготовке работы литературы.

Рекомендации по использованию результатов работы. Научные и практические результаты работы рекомендуются к использованию следующими научными коллективами, инжиниринговыми центрами и университетами, ведущими исследования в области переработки и обезвоживания железорудного сырья: НИТУ «МИСИС», Уральский государственный горный университет, НИУ «БелГУ», АО «Уралмеханобр», Кольский научный центр РАН и др.

Предложенные реагентные режимы кондиционирования пульпы перед фильтрованием и способ глубокой регенерации керамических фильтрующих

элементов могут быть рекомендованы к промышленной апробации и внедрению на действующих и проектируемых обогатительных фабриках предприятий, входящих в состав АО «ХК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ», ПАО «Северсталь», ПАО «НЛМК», ГК «ЕВРАЗ», АО «Уральская Сталь» и др.

Замечания по работе:

1. Флокуляция связана с захватом воды во флокулы. По-видимому, есть пределы крупности фильтруемого продукта, при которых предлагаемое в диссертации решение эффективно. Следовало бы указать эти пределы, что позволит оценить возможность или целесообразность использования предлагаемого решения на других обогатительных фабриках. Насколько подобное решение применимо для тканых фильтрующих элементов?

2. При поиске нужной номенклатуры добавок использовано большое количество измерений свойств частиц. Какие измерения являются минимально необходимыми для выполнения такой работы в общем случае? Следовало бы указать минимально необходимые для этого измерения.

3. На рис. 30 приведён график производительности фильтра КДФ за 1000 часов по подрисуночной подписи, но весь график занимает при круглосуточной работе более 2000 часов. Промывка выполняется каждый месяц. На графике нет указаний моментов регенерации, следовательно состояние фильтра на момент испытаний было неопределённым и возможно ли было при реальных отклонениях по графику на уровне $\pm 10\%$ оценить достигнутые показатели? Вообще должен наблюдаться накопительный эффект и неизбежное снижение показателей за длительный период работы, так как полная очистка (100 %) невозможна.

4. В диссертации не приведены даже ориентировочные экономические оценки эффективности предлагаемых решений.

Высказанные замечания направлены на совершенствование работы по улучшению показателей вакуум-фильтров. Общая оценка этой хорошей диссертационной работы является положительной.

Полученные научные и практические результаты свидетельствуют о том, что диссертационная работа Чылбак-оол Евгения Джамильевича, является научным исследованием, направленным на решение важной и актуальной задачи повышения эффективности процесса фильтрования в вакуум-фильтрах мелкодисперсной пульпы железорудных концентратов, обеспечивающей как повышение производительности оборудования, так и влажности готовой продукции.

Диссертационная работа полностью соответствует п. 3, 4 и 5 паспорта специальности 2.8.9 «Обогащение полезных ископаемых».

Автор диссертационной работы – Чылбак-оол Евгений Джамильевич, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9 «Обогащение полезных ископаемых».

Отзыв на диссертацию Чылбак-оол Е. Д. «Интенсификация процесса фильтрования железорудных концентратов обратной катионной флотации» обсужден и одобрен на заседании кафедры обогащения полезных ископаемых ФГБОУ ВО «УГГУ», протокол № 7 от 22.05.2026 г.

Заведующий кафедрой обогащения
полезных ископаемых ФГБОУ ВО «УГГУ»,
профессор, д.т.н.



Козин В. З.

Согласен на обработку своих персональных данных в документах, связанных с работой диссертационного совета.

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет» (ФГБОУ ВО «УГГУ»).

Адрес: 620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, д. 30.

E-mail: gmf.opi@ursmu.ru; тел.: +7 (343) 283-03-65.

Подпись зав. кафедрой ОПИ В.З. Козина заверяю:

Начальник отдела кадров ФГБОУ ВО «УГГУ»



Т. Б. Сабанова

« 27 » мая 2026 г.