

## **Заключение экспертной комиссии**

по защите диссертации **Ергешева Акима Руслановича**

### **«Повышение эффективности флотации труднообогатимой углеродсодержащей свинцово-цинковой руды»,**

представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых, состоявшейся в НИТУ МИСИС 24.02.2026

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 15.12.2025 г., протокол № 35.

Диссертация выполнена на кафедре обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья НИТУ МИСИС.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор кафедры обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья НИТУ МИСИС Игнаткина Владислава Анатольевна.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол № 35 от 15.12.2025 г.) в составе:

1. Чантурия Елена Леонидовна, д.т.н., профессор кафедры обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья НИТУ МИСИС - председатель комиссии;
2. Богатырева Елена Владимировна, д.т.н., профессор кафедры цветных металлов и золота НИТУ МИСИС;
3. Морозов Валерий Валентинович, д.т.н., профессор кафедры общей и неорганической химии НИТУ МИСИС;
4. Александрова Татьяна Николаевна, д.т.н., заведующая кафедрой обогащения полезных ископаемых федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»;
5. Матвеева Тамара Николаевна, д.т.н., заведующая отделом проблем комплексного извлечения минеральных компонентов из природного и техногенного сырья федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова.

В качестве ведущей организации утверждено Акционерное общество «Науно-исследовательский и проектный институт обогащения и механической обработки полезных ископаемых «Уралмеханобр» (АО «Уралмеханобр»).

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка использованных источников из 185 наименований и 3 приложения. Общий объем работы составляет 175 страницы текста, включает 36 таблиц, 54 рисунка, список литературы и 3 приложения.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований по теме диссертации получены теоретически и практически значимые, обладающие новизной результаты:

1. Установлена многофазность природного углеродсодержащего материала (УМ), которая идентифицируется методом ИК-спектроскопии по характеристическим волновым числам карбонатов ( $1452, 884 \text{ см}^{-1}$ ), кремнезёма ( $1036, 800, 464 \text{ см}^{-1}$ ) и алюмосиликатов ( $1092, 780, 516 \text{ см}^{-1}$ ), при этом поверхность карбонатно-силикатных минералов тесно ассоциирована с углеродом, что является одной из причин снижения контрастности флотационных свойств между УМ и сульфидами.

2. Экспериментально определены значения теплоты смачивания фракций природного углеродсодержащего материала ( $0,19 \pm 0,04 \text{ Дж/м}^2$ ), галенита ( $1,67 \pm 0,19 \text{ Дж/м}^2$ ) и сфалерита ( $1,75 \pm 0,35 \text{ Дж/м}^2$ ), подтвердившие высокую природную гидрофобность УМ в сравнении с галенитом и сфалеритом, что обуславливает высокую флотоактивность УМ.

3. Установлена причинно-следственная связь между существенным количеством основных центров Бренстеда в диапазоне рКа ( $7,7-12,8$ ) для природного углеродсодержащего материала ( $4,27-31,34 \text{ мкмоль/м}^2$ ) и сульфидов ( $3,08-25,31 \text{ мкмоль/м}^2$ ) и низкой контрастностью технологических свойств при флотации УМ и сульфидов, что согласуется с результатами кинетики флотации.

4. Обоснована эффективность частично-коллективно-селективной схемы и разработан реагентный режим флотации труднообогатимой свинцово-цинковой руды месторождения Шалкия (Республика Казахстан). Разработаны технологическая схема и реагентный режим флотации, которые в замкнутом режиме укрупненно-лабораторных исследований позволили получить свинцовый концентрат с массовой долей свинца  $47,8\%$  при извлечении свинца  $81,70\%$  и цинковый концентрат с массовой долей цинка  $53,6\%$  с извлечением цинка в него –  $79,70\%$ . Эффективность флотации свинцово-цинковой руды месторождения Шалкия, рассчитанная по критерию Ханкока–Луйкена при переходе от прямой селективной схемы флотации к частично-коллективно-селективной схеме с предварительным выделением природного углеродсодержащего материала значительно возросла. Для свинца показатель увеличился с  $63,84\%$  до  $85,23\%$ , а для цинка — с  $65,20\%$  до  $80,05\%$ , что отражает более полное извлечение ценных компонентов и снижение

потерь с хвостами. Одновременно селективность флотации, рассчитанная по Митрофанову, повысилась с  $\eta \text{ Pb/Zn} = 132,8\%$  (прямая селективная схема флотации) до  $\eta \text{ Pb/Zn} = 161,4\%$  (разработанная схема и реагентный режим флотации).

5. Выданы рекомендации для полупромышленных испытаний разработанных технологических решений по переработке свинцово-цинковой руды месторождения Шалкия.

6. Адаптирована методика определения типов активных кислотно-основных центров применительно к углеродсодержащим образцам и сульфидам.

**Достоверность результатов, представленных в диссертации,** обеспечивается точностью минералого-петрографических, физико-химических, термодинамических исследований с применением современных инструментальных методов (РФЭС, PHI Versa Probe II 5000, Physical Electronics, Thermo Scientific DXR, ТАМ III, UV-VIS-NIR Cary 6000i Agilent, Specord M80, «Карл Цейс Йена», Malvern Zetasizer Nano ZEN 3600, Rigaku MiniFlex 600, Bruker D2 Phaser, MLA и др.) и флотации, использованием сертифицированного лабораторного оборудования, достаточным объёмом экспериментальных данных. Статистическая обработка результатов выполнена с доверительной вероятностью не ниже 95%. Установленные закономерности, результаты лабораторных технологических исследований подтверждены укрупненно-лабораторными испытаниями разработанных решений в замкнутом цикле флотации. Выводы диссертации логически следуют из результатов анализа полученных данных и согласуются с современными представлениями в области теории флотации.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в проведении научных экспериментов, обработке и интерпретации экспериментальных данных, в подготовке публикаций по результатам выполненной работы и апробации результатов исследований.

Материалы диссертации изложены в 10 работах, из них 4, входящих в базу данных Scopus, в том числе 2 – в журналах рекомендованных из перечня ВАК, 5 в сборниках материалов международных конференций и в полной мере отражают содержание диссертации; 1 НОУ-ХАУ зарегистрировано в депозитарии НИТУ МИСИС № 11-654-2025 ОИС от 22 сентября 2025 г.

Результаты Диссертационной работы согласуются с экспериментальными данными, опубликованными в научной литературе, отсутствует заимствование материала без библиографической ссылки.

Пункт 2.6. Положения присуждения ученой степени кандидата наук НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Ергешева Акима Руслановича соответствует критериям п.2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней, на основании результатов выполненных автором исследований: установлены новые закономерности, факты и условия, на основе которых разработаны *новые научно обоснованные технологические решения*, повышающие эффективность флотации углеродсодержащей свинцово-цинковой руды месторождения Шалкия, рассчитанная по критерию Ханкока–Луйкена, значительно возросла: для свинца с 63,84% до 85,23%, а для цинка с 65,20% до 80,05%, что отражает более полное извлечение ценных компонентов и снижение потерь с хвостами. Одновременно селективность флотации, рассчитанная по Митрофанову, повысилась с  $\eta \text{ Pb/Zn} = 132,8\%$  (прямая селективная схема флотации) до  $\eta \text{ Pb/Zn} = 161,4\%$  (разработанная схема и реагентный режим флотации), имеющие *существенное значение* для развития цветной металлургии.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Ергешеву Акиму Руслановичу ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9 – «Обогащение полезных ископаемых».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования Экспертная комиссия в количестве 5 человек из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала:

за – 5 чел.,

против – 0.,

недействительных бюллетеней – 0.

Председатель Экспертной комиссии,  
доктор технических наук, профессор, профессор кафедры  
обогащения и переработки полезных ископаемых и  
техногенного сырья НИТУ МИСИС

 Е.Л. Чантурия

24.02.2026