

ОТЗЫВ

официального оппонента
на диссертационную работу Осиповой Елены Олеговны
**«Коллоидно-химические и флотационные свойства катионных
поверхностно-активных веществ в процессах обогащения
сильвинитовых и полиминеральных руд»,**
представленную на соискание учёной степени кандидата химических наук
по специальности 02.00.11 – коллоидная химия

1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представляется к защите

Целью диссертационной работы Осиповой Е.О. «Коллоидно-химические и флотационные свойства катионных поверхностно-активных веществ в процессах обогащения сильвинитовых и полиминеральных руд» является установление коллоидно-химических закономерностей поведения катионоактивных собирателей в водных и солевых растворах и разработка на этой основе новых комплексных собирателей и реагентных режимов с использованием смеси высших алифатических аминов с модификаторами для сильвинитовых руд, а также режимов обратной флотации галита с применением алкилморфолина для полиминеральных руд.

Анализ содержания и области применения полученных результатов свидетельствуют о том, что диссертация Осиповой Е. О. соответствует отрасли «химические науки» и паспорту специальности 02.00.11 – коллоидная химия по следующим пунктам области исследований:

- п. 1. Поверхностные силы, устойчивость коллоидных систем, смачивание и адсорбция;
- п. 2. Теоретические основы действия поверхностно-активных веществ (ПАВ) на границах раздела фаз. Теория мицеллообразования и солюбилизации в растворах ПАВ;
- п. 5. Коллоидно-химические основы создания новых эффективных и малоотходных технологий.

2. Актуальность темы диссертации

Актуальность диссертационной работы определяется тем, что задача разработки новых и усовершенствование применяемых в настоящее время реагентных режимов флотационного обогащения калийных и полиминеральных руд на основе углубленного понимания коллоидно-химических характеристик реагентов-модификаторов и механизмов их взаимодействия в высококонцентрированных водно-солевых системах имеет стратегически важное значение для горнохимической отрасли Республики Беларусь.

Актуальность тематики подтверждается тем, что диссертационные исследования выполнялись в рамках целого ряда заданий Государственных программ научных исследований, полный список которых представлен в подразделе «Связь работы и научными программами (проектами) и темами» раздела «Общая характеристика работы».

3. Степень новизны результатов диссертации и научных положений, выносимых на защиту

Научная новизна диссертации подтверждается следующими достигнутыми результатами:

- Экспериментально установленные коллоидно-химические закономерности взаимодействия гомологов ПАВ (алифатических аминов) при варьировании длины углеводородных радикалов, заключающиеся в зависимости состава мицеллярной фазы от степени дифференциации молекулярных структур компонентов. Так для смесей с близкими по длине радикалами (C_{14} – C_{16}) преимущественное распределение наиболее активного гомолога в мицеллярную фазу наблюдается при эквимольном соотношении, в то время как при существенной разнице в длине радикалов (C_{12} – C_{18}) эффект селективного мицеллообразования приобретает пороговый характер: введение более активного гомолога в количестве 0,1 м.д. приводит к его аккумуляции в мицелле, а достижение более высокого концентрационного порога (0,3 м.д.) инициирует формирование мицелл, состоящих преимущественно из длинноцепочечного ПАВ, что предопределяет его доминирующую роль в процессах снижения поверхностного натяжения.

- Доказано, что использование смесей катионоактивных ПАВ – высших алифатических аминов с существенно различающейся длиной углеводородного радикала обеспечивают расширение температурного диапазона их эффективного функционирования в процессах флотации.

- Установлено усиление пенообразования при введении электролита ($NaCl$) в интервале концентраций $2 \cdot 10^{-2}$ – $2 \cdot 10^{-1}$ моль/л в растворы алифатических аминов. Показано, что варьирование фракционного состава смеси гомологов алифатических аминов позволяет регулировать коллоидно-химические свойства собирателя, увеличивать адсорбционную активность и устойчивость к высаливанию, что обеспечивает повышение извлечения хлорида калия в концентрат в диапазоне температур рассола от $15^{\circ}C$ до $28^{\circ}C$, характерном для реальных условий флотационного процесса.

- Установлена возможность регулирования мицеллярной структуры алифатических аминов за счет разнонаправленного действия модификаторов при совместном применении соснового масла и ПЭГ-400 в качестве реагентов-модификаторов в составе собирательной смеси. Обоснована целесообразность

введения нового реагента-гидрофобизатора – индустриального масла в качестве аполярного реагента в составе базового комплексного собирателя для интенсификации процесса флотации калийной руды и повышения извлечения хлорида калия.

•Выявлен коллоидно-химический механизм селективной флотации галита из полиминеральных руд с использованием алкилморфолина, заключающийся в его высокой устойчивости в насыщенных солевых растворах и избирательной адсорбции на поверхности галита, что позволяет реализовать обратную флотацию на первой стадии переработки полиминерального сырья без применения дополнительных реагентов.

Выносимые на защиту результаты и положения обладают научной новизной и полностью раскрывают содержание проведённого исследования.

4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Полученные соискателем результаты, а также сформулированные выводы и рекомендации являются научно обоснованными и подтверждены экспериментально, а разработанные в рамках выполнения диссертационной работы новые комплексный собиратель и технологический режим его применения в процессе флотации по результатам опытно-промышленных испытаний на базе СОФ 1 РУ ОАО «Беларуськалий» показали высокую эффективность использования. Основные научные результаты диссертации, представленные в заключении, соответствуют положениям, выносимым на защиту. Использование современных методов анализа обеспечивает достоверность, воспроизводимость и точность полученных данных.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию

Научная значимость результатов диссертации заключается в получении новых научных данных о закономерностях влияния длины углеводородного радикала алифатических аминов на их коллоидно-химические свойства в водных и солевых растворах; механизме регулирования коллоидно-химических свойств аминного собирателя, основанного на разнонаправленном действии гетерополярного и гидрофильного модификаторов, приводящего к повышению адсорбции на поверхности KCl и степени извлечения хлорида калия в концентрат; установленном эффекте стабилизации пенной структуры при введении аполярного компонента (индустриального масла) в состав аминного собирателя; научном обосновании применения алкилморфолина в качестве катионоактивного собирателя для обратной флотации галита из полиминеральных руд, основанном на установленных особенностях его коллоидно-химических свойств в насыщенных солевых растворах.

Практическая значимость обусловлена разработкой новых технологических решений переработки сильвинитовых и полиминеральных руд для флотационных калийных фабрик, включающих новый комплексный собиратель хлорида калия на основе катионоактивных ПАВ и модификаторов (индустриального масла) и технологический режим его применения, разработкой способа флотации с двукратным снижением расхода собирателя повышением эффективности перечисток без дополнительных реагентов. Эффективность предложенных решений подтверждена актами опытно-промышленных испытаний на базе СОФ 1 РУ ОАО «Беларуськалий», а также предприятии «Экспериментальная база «Свислочь» НАН Беларуси» на пилотной установке IMF V06.

Экономическая значимость заключается в достижении более высоких технико-экономических показателей процесса флотации. Так предложенное совместное применение модификаторов соснового масла и ПЭГ-400 в составе собирательной смеси обеспечивает повышение выхода продукта и увеличение степени извлечения хлорида калия до 92%, введение индустриального масла в качестве аполярного реагента обеспечивает повышение эффективности флотации калийной руды и извлечения хлорида калия в концентрат до 95,1% при его содержании в концентрате 82,6%, снижение потерь хлористого калия после перечистки пенного продукта полимеральных руд в 1,6 раза, потерь сульфата магния – в 2 раза.

Социальная значимость результатов диссертации заключается в решении задач, направленных на расширение сырьевой базы горнохимической промышленности страны, укрепление продовольственной безопасности и развитие экономики Республики Беларусь.

6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати

Результаты диссертационной работы Осиповой Е. О. опубликованы в 16 печатных работах, в том числе 6 статей в научных изданиях, включенных в перечень ВАК научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертаций для химических специальностей, соответствующих п.19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий, 1 статья в зарубежном рецензируемом журнале (4,96 авт. л.), 5 статей в сборниках материалов конференций, 3 тезиса докладов. Получен 1 патент Республики Беларусь.

Опубликованные научные результаты соответствуют содержанию диссертации и достаточны для подтверждения основных положений, выносимых на защиту.

7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК Республики Беларусь

Диссертационная работа и автореферат оформлены в соответствии с Инструкцией о порядке оформления диссертации, диссертации в виде научного доклада, автореферата диссертации и публикаций по теме диссертации утвержденной Постановлением Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 28.02.2014 г. №3 (в редакции постановления Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 22.08.2022 г. №5).

8. Замечания по диссертации

1. Чем обоснован выбор в качестве объектов исследования только двух классов собирателей (алкиламины и алкилморфолины), а набор модификаторов ограничен несколькими промышленными продуктами. Не снижает ли это универсальность выводов?

2. Исследования адсорбции аминов на поверхности кристаллов KCl проведены только в двух достаточно узких температурных интервалах (18–20°C и 34–36°C). Чем обоснован выбор именно этих интервалов и возможно ли распространение полученных закономерностей на весь технологический диапазон температур, характерный для реального флотационного процесса?

3. В диссертационной работе отсутствуют данные по краевым углам смачивания. Не снижает ли это достоверность выводов о гидрофобизации KCl?

4. Для получения более объективной информации о преимуществах разработанного и представленного в четвертой главе диссертации метода обратной флотации галита из полиминеральной руды, представляется целесообразным детальный сравнительный анализ основных технико-экономических показателей и технологических преимуществ разработанного метода по сравнению с известным альтернативным методом прямой флотации калий-магниевых минералов.

5. Не совсем корректное представление результатов в ряде таблиц. В частности, в «шапке» таблиц 4.8–4.11 в качестве наименования показателя указано «Концентрат, %». Однако, часть данных под этой шапкой отражает содержание компонентов в концентрате и имеет размерность массовые доли %, часть показателей – отражают технологические показатели эффективности флотации и показывают выход отдельных компонентов, т. е. извлечение относительно 100%. Было бы целесообразно разбить эти показатели на две отдельные группы (столбцы). В таблицах 4.15–4.18 в столбце показатели флотации галита указаны данные содержания компонентов в масс. %, что является корректным, а также извлечение (как можно понять степень извлечения отдельных компонентов), однако размерность также указана масс.%, что представляется не корректным.

6. Стилистически не удачные выражения, а именно:

«коллоидно-химические методы исследования» - вероятно подразумеваются химические и физико-химические методы исследования коллоидно-химических свойств? (глава 2);

«режим показал высокую эффективность...» (стр. 16 автореферата) вероятно речь идет об оптимальных технологических параметрах;

по тексту диссертации размерность данных о содержании компонентов (массовые доли %) сокращена и указана как %, а в ряде таблиц – масс. %; было бы более корректным с точки зрения единообразия указать применяемые сокращения способа выражения содержания (концентрации) в разделе «перечень сокращений и обозначений».

Указанные замечания (пп.5, 6) по оформлению не носят принципиальный характер, не затрагивают научную сущность диссертационной работы и не влияют на оценку диссертационной работы в целом.

9. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, которую он претендует

Научная квалификация Осиповой Е. О. **соответствует** учёной степени кандидата химических наук по специальности 02.00.11 – коллоидная химия.

Заключение

Диссертационная работа Осиповой Елены Олеговны на тему «КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ И ФЛОТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА КАТИОННЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПРОЦЕССАХ ОБОГАЩЕНИЯ СИЛЬВИНИТОВЫХ И ПОЛИМИНЕРАЛЬНЫХ РУД» является завершённой научной квалификационной работой и содержит новые научные и экспериментальные результаты в процессах обогащения сильвинитовых и полиминеральных руд и отрасли по производству калийных и комплексных минеральных удобрений и солей в целом.

Считаю, что Осипова Е. О. **заслуживает** присуждения учёной степени кандидата химических наук по специальности 02.00.11 – коллоидная химия за:

- установленные закономерности влияния длины углеводородного радикала алифатических аминов на их коллоидно-химические свойства в водно-солевых растворах, явившиеся теоретическим обоснованием возможности применения смесей аминов с различной длиной радикала для повышения степени извлечения хлорида калия в концентрат;

- новые научные данные о механизме регулирования коллоидно-химических свойств аминного собирателя, основанного на разнонаправленном действии гетерополярного и гидрофильного модификаторов, приводящим к изменению мицеллярной структуры,

поверхностной активности и концентрации свободных молекул собирателя, что обеспечило улучшение эффективности адсорбции на поверхности хлорида калия и повышение степени извлечения целевого компонента в концентрат;

– экспериментально установленный эффект стабилизации пенной структуры при введении аполярного компонента в состав аминного собирателя, обусловленный его локализацией на границе раздела фаз жидкость–газ и совместной адсорбцией с амином на поверхности хлорида калия, обеспечивающий повышение эффективности флотации и увеличение степени извлечения хлорида калия в концентрат;

– научное обоснование применения алкилморфолина в качестве катионоактивного собирателя для обратной флотации галита из полиминеральных руд, что позволило разработать новый способ флотации с двукратным снижением расхода собирателя и повышением эффективности перечисток без введения дополнительных реагентов.

Выражаю согласие на размещение отзыва на официальном сайте Государственного научного учреждения «Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси».

Официальный оппонент:

Профессор кафедры технологии
неорганических веществ и общей
химической технологии

учреждения образования

«Белорусский государственный
технологический университет»

доктор технических наук, профессор,

заслуженный деятель науки

Республики Беларусь

Подпись <i>Дормешкина О.Б.</i>
Свидетельствую <i>К.С.</i>
Специалист по
кадрам БГТУ
« 07 » 08 2026 г.



О.Б. Дормешкин

07.09.2026.