

АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

На правах рукописи

УДК 541.183: 66.066:664.33

БУХОРОВ ШУХРАТ БУРИЕВИЧ

СИНТЕЗ, ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ
ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ ВСПЕНИВАТЕЛЕЙ ДЛЯ
ФЛОТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ
РУД

Специальность: 02.00.11- «Коллоидная и мембранная химия»

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертация на соискание ученой степени
кандидата химических наук

Ташкент – 2011

Работа выполнена в Институте общей и неорганической химии Академии
Наук Республики Узбекистан.

Научный руководитель: доктор химических наук, профессор
Хамраев Сайфулла Садуллаевич

Официальные оппоненты: доктор химических наук
Гуро Виталий Павлович
кандидат химических наук, доцент
Ниязова Мавлюда Мухитдиновна

Ведущая организация: **Национальный Университет Узбекис-
тана имени М.Улугбека**

Защита состоится «___» _____ 2011 года в ___ часов на заседании специализированного совета Д 015.13.01 в Институте общей и неорганической химии АН РУз по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. М.Улугбека, 77^а, тел: (99871) 262-56-60, Факс: (99871) 262-79-90. E-mail: ionxanruz@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной библиотеке АН Республики Узбекистан по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Муминова, 13.

Автореферат разослан «___» _____ 2011 г.

**Ученый секретарь
специализированного совета,
кандидат химических наук**

Ибрагимова М.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) как низко-(НМ), так и высокомолекулярного (ВМ) характера находят широчайшее применение в различных областях практики. Одной из важной области применения их является горно-металлургическая отрасль, где они широко используются в качестве флотореагентов – собирателей, вспенивателей и регуляторов в процессах флотационного обогащения минерального сырья. Минимально возможные расходы реагентов обеспечивают наименьшие их затраты на переработку минерального сырья и лучшие результаты флотации.

В условиях независимости Республики перед её горно-металлургической отраслью встает целый ряд новых проблем. К ним относятся необходимость увеличения производства цветных и благородных металлов, улучшение условий охраны окружающей среды, локализация производства на местном сырье и задачи поисков источников импортозамещения по наиболее важным для производственной практики материалам, в том числе дорогостоящим флотореагентам. Последние в настоящее время в больших количествах завозятся из-за рубежа, поэтому замена их на продукты местного производства обеспечит импортозамещение, и соответственно позволит сократить валютные затраты на импорт и рационально использовать местные сырьевые ресурсы, в том числе сырье вторичного происхождения.

В связи с вышеуказанным, исследования в области получения импортозамещающих флотореагентов – пенообразователей, изучение комплекса их химических и физико-химических свойств, изыскание областей их эффективного применения, особенно в практике флотационного обогащения сульфидных руд, являются актуальными.

Степень изученности проблемы. В Узбекистане в последнее время получены флотореагенты на основе местного сырья, отходов производства. Так, на основе кубовых остатков дистилляции бензойной кислоты и сивушных масел или этаноламидсодержащих отходов получены (Аминов С.Н.) препараты, представляющие собой моноалкиловый эфир сульфобензойной кислоты (Р-3) и этаноламид моноалкилового эфира сульфобензойной кислоты (Р-4). Они широко изучены и рекомендованы (Хайдаров А.А.) в качестве пенообразователей при обогащении золото- и медьсодержащих руд. Разработаны и рекомендованы (Ахмедов У.К. совместно с Средаз- НИИ ПроЦвет Мет) новые составы для флотации несulfидных руд, которые позволили упростить технологическую схему по сравнению с известной, сократить число перечисток в цикле её доводки до одной. Синтезированные производные алкилфосфоновых и янтарных кислот, триэтаноламмониевая соль алкиларилсульфоокислот (Аминов С.Н., Махкамов Р.Р.) оказались эффективными при флотации сурьмяных и сульфидных руд.

Из изложенного явствует, что разнообразные пути получения пенообразователей на основе рассматриваемых в данной работе сырьевых ресурсов и отходов местного химического производства, комплексное

коллоидно-химическое исследование их и изыскание применения для флотационного обогащения медно-молибденовых руд проводятся впервые.

Связь работы с тематическими планами НИР. Работа выполнена в соответствии с планами НИР ГНТП-6 «Разработка новых методов прогноза, поиска, разведки, добычи и глубокой переработки минерально-сырьевых ресурсов» по теме П-6.2.7. «Решение проблем импортозамещения в производстве цветных металлов путем создания новых реагентов и огнеупорных материалов» (2003-2005 гг.), а также гранта АН РУз ФА-А5-Т067 «Разработка эффективной технологии глубокого извлечения цветных, редких и благородных металлов из промпродуктов и техногенных отходов».

Цель исследования: получение, изучение свойств и применение импортозамещающих пенообразователей для флотационного обогащения медно-молибденовых руд.

В соответствии с данной целью, определены следующие задачи исследования:

- Подбор сырья, отходов местных химических производств для получения пенообразователей, изучение их состава и комплекса физико-химических свойств.
- Получение пенообразователей на основе индивидуальных веществ, отходов местных химических производств, установление оптимальных параметров процесса их синтеза: соотношения взаимодействующих агентов, продолжительности реакции, температуры реакции и др.
- Изучение физико-химических свойств полученных продуктов, их функционального состава, растворимости в воде и других растворителях.
- Изучение водных растворов пенообразователей в зависимости их концентрации: поверхностного натяжения, пенообразующей способности и др.
- Установление основных технологических показателей полученных с помощью пенообразователей пен: кратности, устойчивости, объемов, дисперсности и др.
- Изучение влияния pH среды и температуры на основные характеристики пен.
- Изучение эффективности применения разработанных пенообразователей при флотационном обогащении медно-молибденовых руд.
- Определение экономической целесообразности применения в практике разработанных пенообразователей и выдача рекомендаций об их импортозамещающих возможностях.

Объекты и предмет исследования. Объектами исследования служили: кротоновый альдегид (КА), этиловый (ЭС) и изоамиловый спирты (ИС), кротоновая фракция (КФ) – отход производства уксусного альдегида, кубовый остаток после очистки этилового спирта – ректификата - сивушные масла (СМ), а также первичная эфиральдегидная фракция (ЭАФ) производства ЭС, медно-молибденовые руды месторождений Кальмакыр, Сары-Чеку, катализаторы и др. Предметом исследований является разработка импортозамещающих пенообразователей, их характеристика и изучение

возможности их эффективного применения для флотационного обогащения медно-молибденовых руд.

Методы исследования. Синтез пенообразователей осуществлен реакцией конденсирования, а изучение свойств реагентов и их водных растворов – методами физической и коллоидной химии, ИК – спектроскопии ПМР, тонкослойной хроматографии, химического анализа и др.

Основные положения, выносимые на защиту:

- Закономерности и механизм реакции получения пенообразователей на основе кротоновой и эфиро-альдегидной фракций, а также сивушных масел, кинетические закономерности образования пен, генерированных с помощью синтезированных ПАВ, исследование устойчивости пен, их дисперсности, кратности, влияния различных факторов на процесс пенообразования.
- Изучение состава и комплекса физико-химических свойств полученных пенообразователей, коллоидно-химических свойств их водных растворов (вязкость, поверхностное натяжение, пенообразующая способность и др.).
- Установление оптимальных условий (мольное соотношение реагирующих веществ, температура, pH, продолжительность реакции взаимодействия агентов и др.) синтеза пенообразователей с максимальным их выходом и способностью к пенообразованию.
- Установление эффективности действия пенообразователей в процессе флотационного обогащения медно-молибденовых руд и возможности импортозамещения путем их применения.

Научная новизна. Путем каталитических реакций конденсации при различных соотношениях массовых долей и продолжительности их взаимодействия в условиях термообработки впервые синтезированы продукты взаимодействия индивидуальных веществ (кротоновый альдегид и изоамиловый спирт), а также отходов местного химического производства (кротоновая и эфиро-альдегидная фракции, сивушные масла). Показано, что они являются ярко выраженными поверхностно-активными веществами и с изменением их поверхностной активности коррелируют изменения их пенообразующей способности, свойств (кратность, устойчивость, дисперсность) генерируемых ими пен в растворах, эффективность действия на процесс флотации при обогащении руд, содержащих медь, молибден, золото и серебро. Установлены состав функциональных групп и физико-химические характеристики полученных ПАВ, кинетические закономерности генерации пен в их растворах, влияние различных факторов (pH среды, температура, условия получения ПАВ и др.) на их пенообразующую способность.

Найдено, что у синтезированных ПАВ - пенообразователей значения критических концентраций мицеллообразования (ККМ) находятся в пределах 3,4-27 мкмоль/л. При переходе от одного вида ПАВ к другому в соответствии с ростом его поверхностной активности, а также в пределах одной разновидности ПАВ, полученных при возрастании массовых долей

взаимодействующих компонентов и продолжительности времени их контакта, величина ККМ возрастает.

На основании спектроскопических и других исследований, а также зависимостей выхода продуктов реакции от соотношения мольных долей взаимодействующих компонентов исходного сырья установлены механизм и кинетические закономерности процесса синтеза.

Найдены оптимальные условия, при которых синтезируются ПАВ с наилучшими физико-химическими свойствами. Отмечено, что полученные ПАВ имеют неионогенный характер, хорошо растворяются в воде, позволяют получить устойчивые пены с дисперсностью в пределах – $0,6-1,2 \text{ мм}^{-1}$, подтвержденной расчетными данными, полученными на основе капиллярного давления в пенных каналах Плато-Гиббса.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость работы связана с тем, что в результате выполненных исследований показана возможность получения новых пенообразователей на основе местных сырьевых ресурсов, их применения с достаточной эффективностью при флотационном обогащении сульфидных руд.

Практическая значимость работы определяется тем, что за счет разработанных пенообразователей на основе отходов местных химических производств можно обеспечить импортозамещение по флотореагентам, экономию валютных средств и улучшение экологической обстановки.

Реализация результатов. Отработка всех стадий и способов получения предлагаемых вспенивателей, а также наличие объемов использованных в работе отходов местного химического производства служат основанием для налаживания производства импортозамещающих пенообразователей и обеспечения ими потребностей горно-металлургической отрасли республики.

Апробация работы. Материалы диссертационной работы доложены на: Республиканской межвузовской научно-технической конференции молодых ученых «Нанокмпозиционные материалы» (Ташкент, 2009), Международной научно-практической конференции «Современные проблемы инновационных технологий в образовании и науке» (Шымкент, 2009), 5^{ой} – Республиканской научно-практической конференции Ферганского политехнического института «Нетрадиционные химические технологии и экологические проблемы» (Фергана, 2009), Республиканской научно-практической конференции «Приоритетные направления развития, модернизации и обновления промышленного производства» (Ташкент, 2010), Республиканской научно-технической конференции «Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение» (Ташкент, 2010), Научной конференции «Коллоиды и поверхности» (Алмата, 2010), 3^{ей} - Республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы аналитической химии» (Термез, 2010), V международной конференции «Стратегия развития науки в XXI веке» (Ташкент, 2011), Международной научно-технической конференции «Новые композиционные материалы на основе местных и вторичных сырьевых материалов» (Ташкент, 2011), Республиканской научно-практической

конференции «Актуальные задачи развития химической науки, технологии образования в Республике Каракалпакстан», (Нукус, 2011).

Работа доложена и обсуждена на научном семинаре Специализированного совета Д 015.13.01 при Институте общей и неорганической химии АН РУз, 2011г.

Опубликованность результатов. По материалам диссертации опубликованы в соавторстве 8 статей и 10 тезисов докладов.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения, списка использованной литературы, состоящего из 132 наименований и приложения. Диссертационная работа изложена на 142 страницах машинописного текста, включает 35 рисунков и 25 таблиц.

Автор искренне благодарен к.т.н Хайдарову А.А. за консультации в процессе выполнения работы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснованы актуальность работы, сформулированы цель, задачи и новизна исследований, показана научно - практическая значимость полученных результатов.

Первая глава представляет собой обзор литературы, где отражены современные достижения в области синтеза, изучения и применения реагентов – вспенивателей при флотации сульфидных руд. Он свидетельствует об актуальности работ по синтезу пенообразователей на основе индивидуальных веществ и отходов производства, позволил выявить состояние изучаемого вопроса и определить задачи для выполнения поставленной цели в данной диссертационной работе.

Вторая глава посвящена выбору объектов, а также методов для проведения экспериментальных исследований.

В третьей главе представлены результаты исследований по синтезу поверхностно-активных веществ – пенообразователей на основе индивидуальных веществ, отходов местного химического производства, характере и изучению свойств полученных реагентов, установлению механизма и кинетических закономерностей их синтеза и применению для флотационного обогащения медно-молибденовых руд месторождений Кальмакыр и Сари-Чеку. Представлены математические модели процесса оптимизации условий синтеза пенообразователей, имеющих наилучшие физико – химические характеристики и генерирующих в растворе пены с приемлемой для флотационных процессов дисперсностью.

СИНТЕЗ, МЕХАНИЗМ РЕАКЦИИ И КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Синтезы ПАВ реализовались на основе каталитических реакций конденсации при температуре 75 °С, различных соотношениях исходных реагентов и продолжительности времени. Целевые продукты выделяли ректификацией.

Синтез пенообразователя 1,1,3 – триэтоксипутана (ТЭБ). На основе КА и ЭС при их мольных соотношениях 1:2 в присутствии катализаторов

хлорида кальция (0,1 моль) и хлорида аммония (0,1 моль) при температуре 70-75 °С и продолжительности реакции 6 час. получен 1,1,3 – ТЭБ, представляющий собой хорошо растворимую в воде и органических средах (бензол, спирт) темно – коричневую жидкость со специфическим запахом. Получение ТЭБ протекает последовательно через стадию образования 3-этоксимасляного альдегида, ТЭБ и вода образуются на второй стадии реакции. Присутствие хлорида кальция и хлорида аммония в реакционной среде обеспечивает процесс водозэкстракции, что ослабляет образование азеатропа, влияющего на выход продукции. В указанных выше условиях получения выход конечного продукта составит 86 %.

Синтез пенообразователей на основе кротоновой и эфиральдегидной фракций. Теоретически, в соответствии с химической реакцией между КА и ЭС, на моль альдегида расходуется три моля спирта. В исследованиях по синтезу на основе КФ и ЭАФ при различных их соотношениях, изучение влияния этого фактора на свойства и эффективность получаемых пенообразователей начато с мольных соотношений реагентов 1:2. Далее рассмотрены мольные соотношения реагирующих компонентов 1:3, 1:4 и 1:5. Продолжительность реакции при этом составляла от 3 до 6 часов, а температура – 75 °С.

В зависимости от изменения указанных выше факторов выход продукции был разным и это указывало на различную кинетику процесса и скорости реакции. Последняя возрастает с повышением концентрации ЭАФ в смеси с КФ.

При одних и тех же значениях мольных соотношений реагирующих компонентов и температуры выход продукта увеличивается с возрастанием времени реакции, достигнув относительно высоких значений при его 6-часовом продолжении.

Полученные пенообразователи условно обозначены «ЭАФК», всего синтезировано 5 их разновидностей при соотношениях КФ и ЭАФ 1:2-3 (последняя цифра указывает на продолжительность реакции в часах), 1:3-3, 1:3-6, 1:4-3 и 1:4-6. Катализатором в реакциях служил NH_4Cl .

Снятие ИК – спектров КФ, продуктов её взаимодействия с ЭАФ показало, что в области валентных колебаний 1050-1060 см^{-1} в продуктах реакции появляется сильная полоса при 1090 см^{-1} , характерная для диалкильного эфира, которая отсутствует в спектрах КФ.

Это указывает на взаимодействие между КФ и ЭАФ с образованием соответствующего эфира, о котором свидетельствует также весьма сильное ослабление характерной для карбонильной группы альдегида (С=О) полосы поглощения при 1680 см^{-1} в продуктах реакции.

Синтез пенообразователей на основе кротоновой фракции и сивушных масел. Сивушные масла состоят из смеси первичных непредельных спиртов, в которой превалирует содержание изоамилового спирта, составляющего порядка 50-60 % смеси, а также изобутанола – 10-20 %. Взаимодействием КФ с СМ получен пенообразователь, представляющий собой тримоноспиртбутан (ТМСБ). В КФ вносили СМ из расчета чтобы соотношение кротоновой фракции к СМ составляло 1:2, 1:3 и 1:4 и

ТМСБ представляет собой жидкость коричневого цвета, хорошо растворимая в воде. Составы использованных отходов при получении вспенивателя ТМСБ сложны и они в определенных пределах постоянно меняются. Но поскольку в КФ содержится 58-68 % КА, а в СМ – 50-60 % изоамила, то основным сырьем для получения вспенивателя ТМСБ на основе двух указанных выше отходов, вероятно, служат КА и ИС. В связи с этим необходимо выяснить какое оказывают влияние на свойства получаемого вспенивателя другие ингредиенты использованных отходов и изменение состава последних в определенных пределах в разных партиях. Для этого нами был синтезирован триизоамилбутан (ТИАБ) на основе индивидуальных КА и ИС, и свойства ТМСБ были сопоставлены со свойствами ТИАБ.

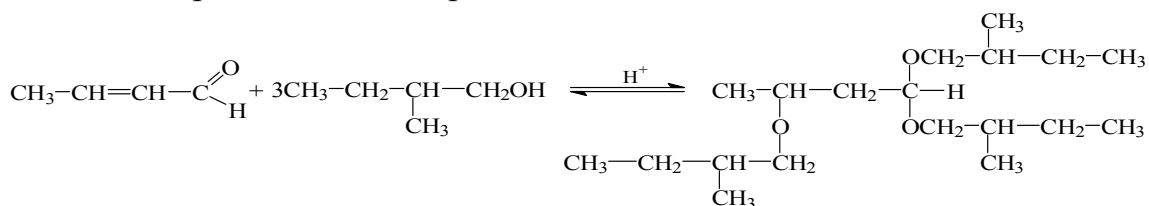
Diagram illustrating the resonance structures of a carbonyl group ($\text{C}=\text{O}$).

The first structure shows the neutral carbonyl group with a curved arrow indicating the movement of a lone pair from the oxygen atom to the $\text{C}=\text{O}$ bond.

The second structure shows the resulting zwitterionic form, where the carbon atom has a positive charge (C^+) and the oxygen atom has a negative charge (O^-) and three lone pairs.

The third structure shows the partial charges (δ^+ on carbon and δ^- on oxygen) and partial double bonds, representing the resonance hybrid.

Ниже приведена схема реакции взаимодействия КА с ИС в кислой среде:



9

Далее будет показано, что триизоамилбутан (ТИАБ) по своим свойствам вспенивателя в процессе обогащения медно – молибденовой руды аналогичен с тримоноспиртбутаном (ТМСБ), но в отдельных случаях даже превосходит как традиционный Т-92, так и ТЭБ и ТМСБ. Следовательно, основными действующими компонентами при получении вспенивателя ТМСБ являются КА и ИС. Другие ингредиенты, содержащиеся в КФ и СМ существенной роли не играют и не оказывают отрицательного влияния на свойства основного продукта, служащего эффективным вспенивателем при флотационном обогащении медно-молибденовых руд.

С целью оптимизации условий получения ТИАБ изучено влияние на выход продукта соотношения вступающих в реакцию компонентов исходного сырья и продолжительности реакции. Выяснилось, что максимальный выход продукта имеет место при соотношении КА к ИС, равном 1:5, продолжительность реакции при этом составляет 6 часов. Дальнейшее увеличение содержания ИС в смеси не приводит к существенному изменению выхода продукта. Ход реакции контролировали методом тонкослойной хроматографии (Silufol, система бензол:ацетон – 9:1, проявитель – пары йода). В хроматограммах наблюдали образование трех пиков, которые соответствуют основному продукту, ИС и КА. В ИК – спектре полученного продукта не наблюдаются полосы поглощения в областях 1692 см^{-1} и 2733 см^{-1} , соответствующих $\text{C}=\text{O}$ и $\text{C}-\text{H}$ связи карбонильной группы, а также полоса поглощения в области 1642 см^{-1} , соответствующая двойной связи ($\text{C}=\text{C}$) КА, так как за счет разрыва указанной двойной связи происходит присоединение к полному ацеталу ИС с образованием ТИАБ. В ПМР – спектре продукта не наблюдаются характерные сигналы 3,01 и 3,07 м.д., соответствующие метиленовым и метиновым группам.

Установленные оптимальные условия реакции синтеза, соответствующие максимальному выходу ТИАБ, были использованы при получении реагента ТМСБ на основе отходов, имеющего оптимальные свойства и эффективность по пенообразованию.

Всего получено 5 образцов ТМСБ (катализатор NH_4Cl) и 1 образец ТИАБ. ТМСБ получены при различных соотношениях КФ и СМ (1:2, 1:3, 1:4, 1:5) и продолжительности реакции – 3 и 6 часов, а ТИАБ – при соотношении КА и ИС 1:4 (катализатор H_2SO_4 , продолжительность реакции 3 часа, условное обозначение «ТИАБ 1:4-3»).

На примере синтеза ТИАБ на основе КА и ИС была решена интерполяционная задача математического планирования эксперимента, позволившая найти оптимальные соотношения активных технологических факторов и степень их влияния на свойства получаемого продукта.

Исследование коллоидно – химических и других свойств синтезированных пенообразователей.

Поверхностно – активные свойства пенообразователей. Как уже упоминалось, для пенообразователей характерно свойство поверхностной активности, т.к. образцы ПАВ адсорбируясь на границе раздела жидкость–

газ, образуют пленочный каркас свойства которого определяют прочность и продолжительность существования (время жизни) пены. Соответствующими исследованиями установлено, что все синтезированные нами реагенты обладают ярко выраженными поверхностно-активными свойствами и это находит свое отражение в существенном снижении поверхностного натяжения их водных растворов. В относительно более концентрированных растворах реагентов снижение поверхностного натяжения в граничных слоях доходит до уровня σ углеводородов, например, парафина (25 мН/м), что указывает на относительно более яркую выраженность поверхностной активности синтезированных веществ.

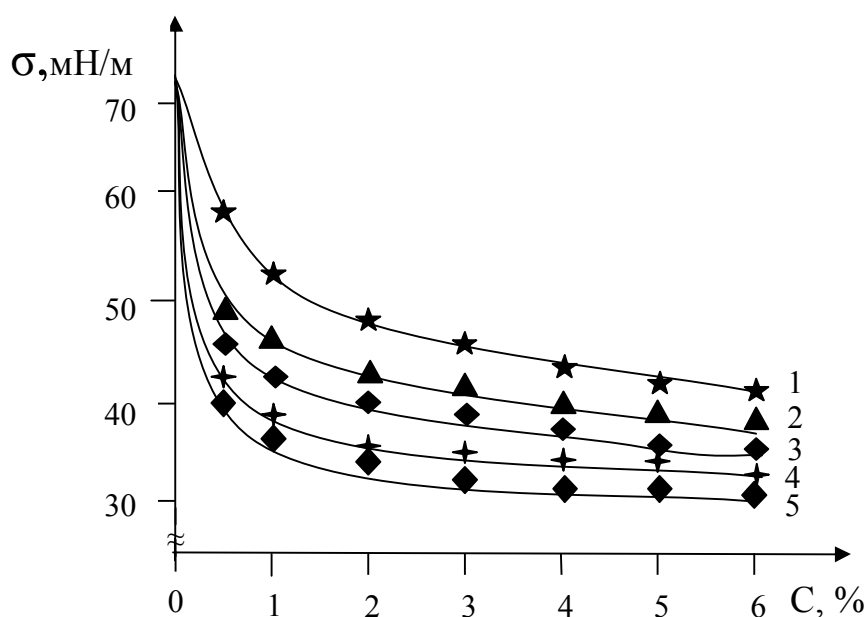


Рис.1. Изотермы поверхностного натяжения водных растворов синтезированных вспенивателей 1-ЭАФК, 2-ТМСБ, 3-ТЭБ, 4-Т-92, 5-ТИАБ, (получены в условиях 1:3-3)

Как видно из представленных на рис.1 зависимостей $\sigma - C_{\text{ПАВ}}$, наиболее поверхностно-активным из синтезированных в условиях 1:3-3 ПАВ является ТИАБ. Оно и понятно, если учитывать возможность усиления поверхностной активности ПАВ с удлинением углеводородного радикала. Поэтому изотерма $\sigma - C_{\text{ПАВ}}$ ТИАБ расположена ниже изотермы $\sigma - C_{\text{ПАВ}}$ ТЭБ, т.к. изоамиловый спирт на три метиленовых групп содержит больше гидрофобного радикала, чем этиловый, при участии которого получен 1,1,3- триэтоксипутан (ТЭБ).

Казалось бы реагент ТМСБ должен иметь поверхностную активность, аналогичную с ТИАБ, однако на самом деле это не так. Здесь сказываются составы исходных сырьевых компонентов на основе которых получены ТМСБ и ТИАБ: в первом случае он характеризуется сложностью, обусловленной наличием, наряду с изоамиловым, других видов спиртов (этиловый, пропиловый, изобутиловый и др.), возможно участвующих в процессе взаимодействия с КА и, в силу этого, оказывающих влияние как на выход конечного продукта, так и на его концентрацию. Во втором случае сырьевые компоненты состоят из индивидуальных реагентов, что, по-видимому, способствует сохранению постоянства выхода конечного

продукта (при постоянных иных параметрах процесса получения) и его концентрации.

Относительно слабую поверхностную активность проявляет реагент ЭАФК в составе которого, наряду с основным продуктом взаимодействия КА с ЭС (относительно слабее снижающий σ , чем ТЭБ, ТМСБ и ТИАБ), содержатся также уксусные альдегид, кислота и эфир, оказывающие влияние на ход изменения поверхностного натяжения σ на границе раздела фаз жидкость-газ. Таким образом, по свойствам поверхностной активности полученные ПАВ составляют следующий возрастающий ряд: ЭАФК < ТМСБ < ТЭБ < ТИАБ.

В аналогичных последовательностях наблюдается расположение изотерм поверхностного натяжения реагентов, полученных в условиях 1:3-6 и 1:4-3, что указывает на то, что изменение условий получения, связанные с изменением соотношения исходных реагентов, а также продолжительности времени реакции, не оказывает существенного влияния на проявление поверхностной активности ПАВ, хотя указанные параметры процесса получения ПАВ влияют на выход конечных продуктов и, как мы посмотрим далее, на их способность образовывать нужную пену.

Пенообразующая способность синтезированных пенообразователей и свойства образуемых пен. Пенообразующая способность синтезированных в условиях 1:3-3 и 1:4-3 реагентов возрастает почти в том же ряду от ЭАФК к ТИАБ, что и поверхностная активность их (Рис.2).

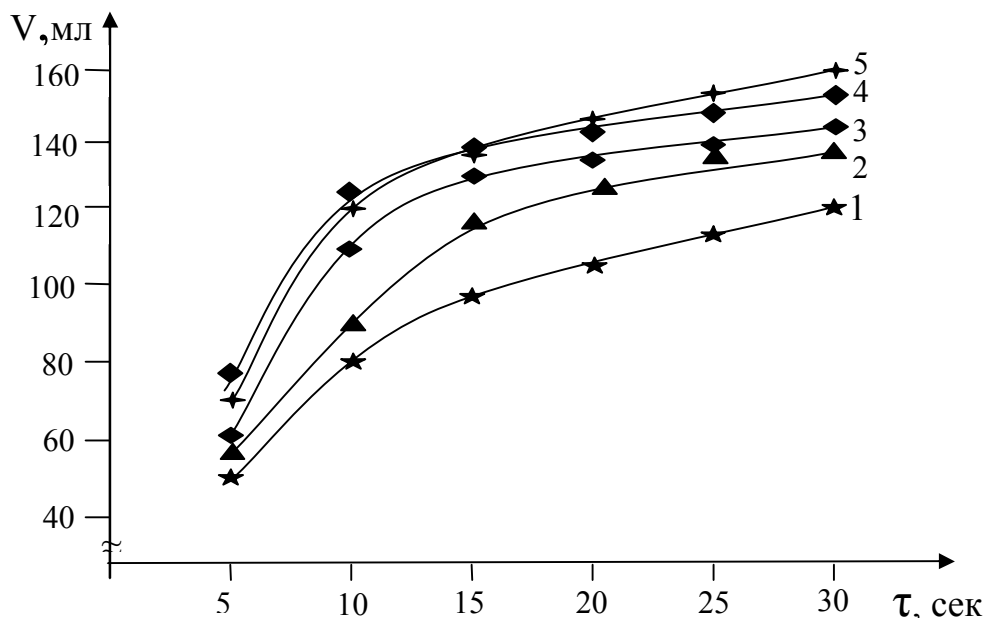


Рис.2. Генерирование пен во времени в 1%-ных растворах 1- ЭАФК, 2- ТМСБ, 3- ТЭБ, 4- ТИАБ, 5- Т-92: (получены в условиях 1:3-3).

Если за 30 с. времени ЭАФК 1:3-3 образует пену объемом в 120 см³, то за такое же время пенообразователь ТИАБ-1:3-3 образует пену объемом в 160 см³, т.е. на 40 см³ больше, чем ЭАФК 1:3-3. Аналогичная картина наблюдается и в ряду реагентов, полученных в условия 1:4-3.

В обоих случаях наблюдается возрастание интенсивности пенообразования во времени. Так, в случае реагентов, полученных при 1:3-3, и 1:4-3 в течение 30 с. объем образующейся пены возрастает в 2-2,5 раза.

В соответствии с изменениями пенообразующей способности изменяется и устойчивость генерируемых в растворах пен вспенивателей (рис.3); наибольшей устойчивостью (сохранностью во времени) обладают пены, образованные реагентом ТИАБ, а наименьшей – образованные ЭАФК (рис.4); пены, образованные другими вспенивателями, по этой характеристике занимают промежуточное положение.

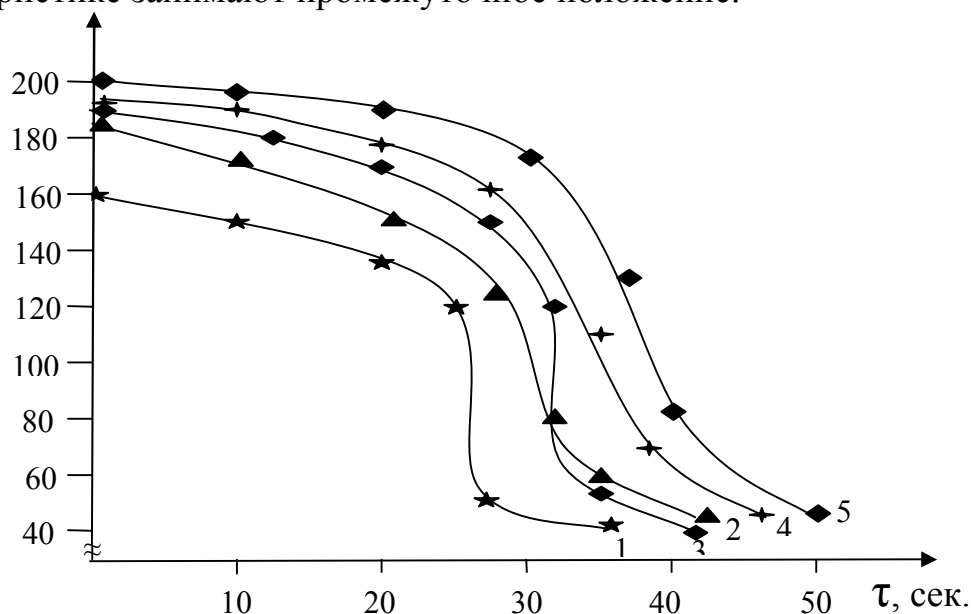


Рис.3. Кинетика разрушения пен, генерированных в 1%-ных растворах пенообразователей: 1- ЭАФК, 2- ТЭБ 3- ТМСБ, 4- Т-92, 5- ТИАБ: (реагенты получены в условиях 1:3-3).

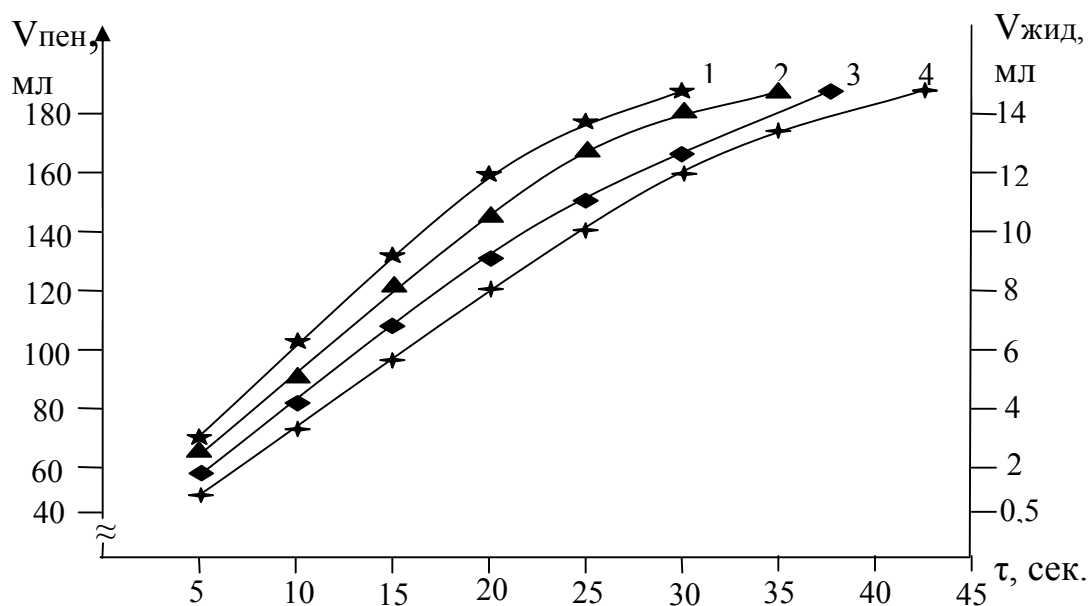


Рис.4. Кинетика выделения жидкости при разрушении пен, генерированных в 1%-ных растворах пенообразователей: 1- ЭАФК, 2- ТМСБ, 3- ТЭБ, 4- ТИАБ: (реагенты получены в условиях 1:3-3).

Пенообразующая способность синтезированных вспенивателей изменяется также при изменении соотношения исходных реагентов и продолжительности времени реакции их получения. Для всех изученных вспенивателей ЭАФК, ТЭБ, ТМСБ, и ТИАБ она улучшается как с переходом условий получения от 1:3 к 1:4, так и от продолжительности реакции получения от 3 час. к 6-ти часам (рис.5). Влияние соотношения реагентов особенно более ярко выражено в случае использования в качестве исходных реагентов для получения вспенивателя отходов производства, т.к. здесь сказывается, по-видимому, роль посторонних по сравнению с основным взаимодействующим с кротоновым альдегидом ингредиентом включений.

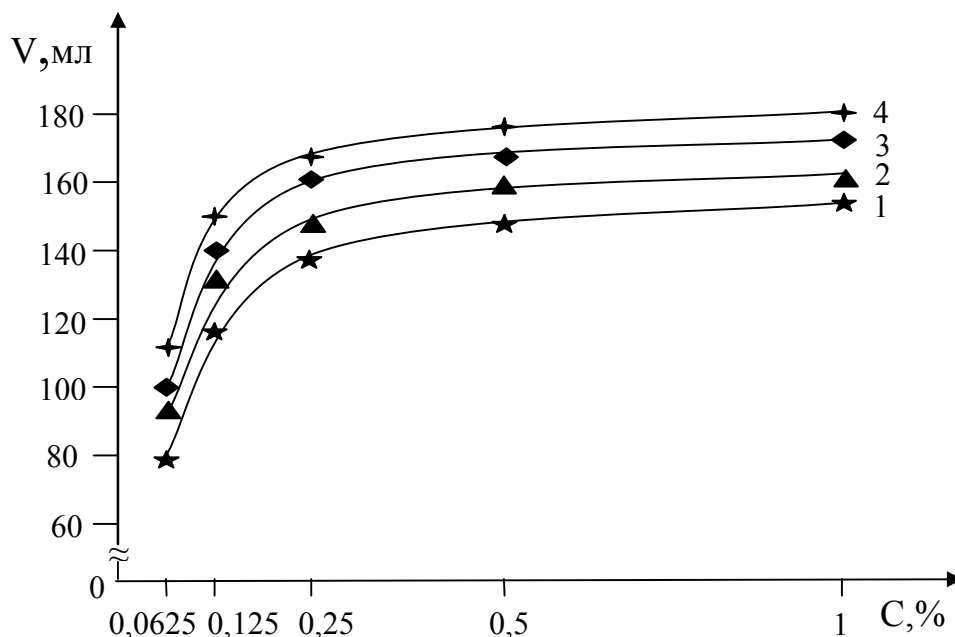


Рис.5. Пенообразование в водных растворах ТМСБ в зависимости от концентрации: 1- ТМСБ- 1:3-3, 2- ТМСБ- 1:3-6, 3- ТМСБ- 1:4-3, 4- ТМСБ- 1:4-6.

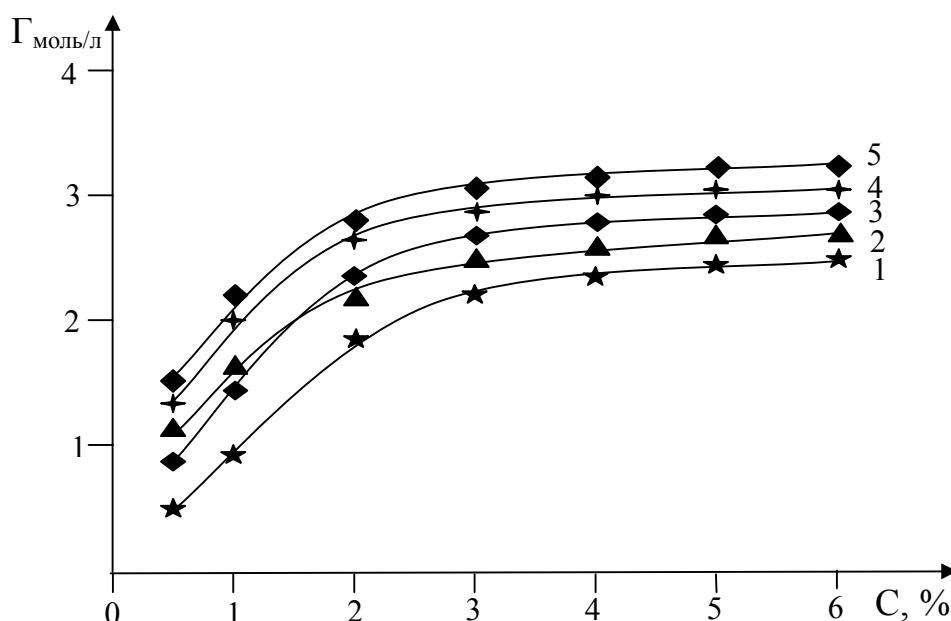


Рис.6. Изотермы адсорбции синтезированных пенообразователей из растворов на границе раздела фаз вода-воздух: 1- ЭАФК, 2- ТЭБ, 3- ТМСБ, 4- Т-92, 5- ТИАБ: (получены в условиях 1:3-3).

Закономерности изменения пенообразующих способностей синтезированных ПАВ и устойчивости генерированных ими пен коррелируют с величинами и характером адсорбции из раствора вспенивателей на границе раздела вода-воздух (рис.6). Сопоставление представленных изотерм адсорбции с зависимостями пенообразования и устойчивостью пен показывает, что последовательность роста величины адсорбции от вида вспенивателя и его концентрации, определяет пенообразующую способность реагентов и устойчивость образованных ими пен. Это свидетельствует о том, что именно адсорбция молекул пенообразователей, а также адсорбционные их слои обуславливают свойства образуемых пен и интенсивность их формирования.

Как видно из представленных изотерм последовательность изменения величины адсорбции от вида пенообразователя сохраняется постоянной как для реагентов, полученных при соотношении компонентов исходного сырья 1:3 с продолжительностью реакции 3 часа, так и для реагентов, полученных при том же соотношении реагентов, но с продолжительностью реакции 6 часов. Для вспенивателей, полученных в условиях 1:4-3, последовательность изменения величин адсорбции в ряду вспенивателей несколько иная.

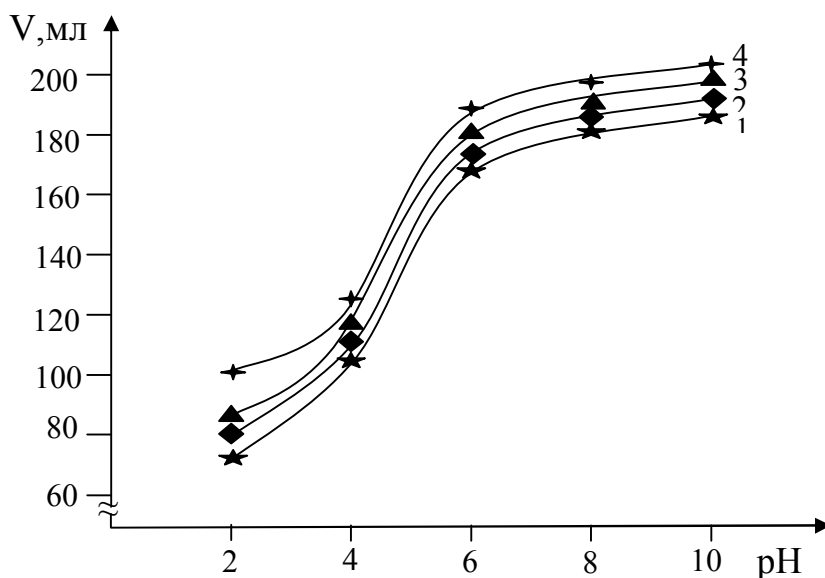


Рис.7. Зависимость изменения объема генерированной пены от pH среды в 1%-ных растворах пенообразователей: 1- ЭАФК- 1:4-3, 2- ТМСБ- 1:4-3, 3- ТЭБ- 1:4-3, 4- ТИАБ- 1:4-3.

В растворах всех полученных ПАВ – пенообразователей генерирование пены усиливается с возрастанием pH (рис.7); оно особенно сильно имеет место начиная с pH = 4 и имеет максимальное значения при pH = 10 и больше, что указывает на то, что по пенообразующим свойствам синтезированные вспениватели отвечают требованиям, предъявляемым к ним условиями применения при обогащении медно-молибденовых руд.

Интересно, что объем генерируемой пены в растворах ПАВ увеличивается как при их получении в удлиненных условиях реакции, так и при увеличении массовой доли взаимодействующего с КА (КФ) компонента

в составе исходного сырья; так, ЭАФК, полученный при продолжительности реакции 6 часов при одном и том же соотношении компонентов в исходной сырьевой смеси, лучше генерирует пену в растворе, чем ЭАФК, полученный при продолжительности реакции равной трем часам (рис.8).

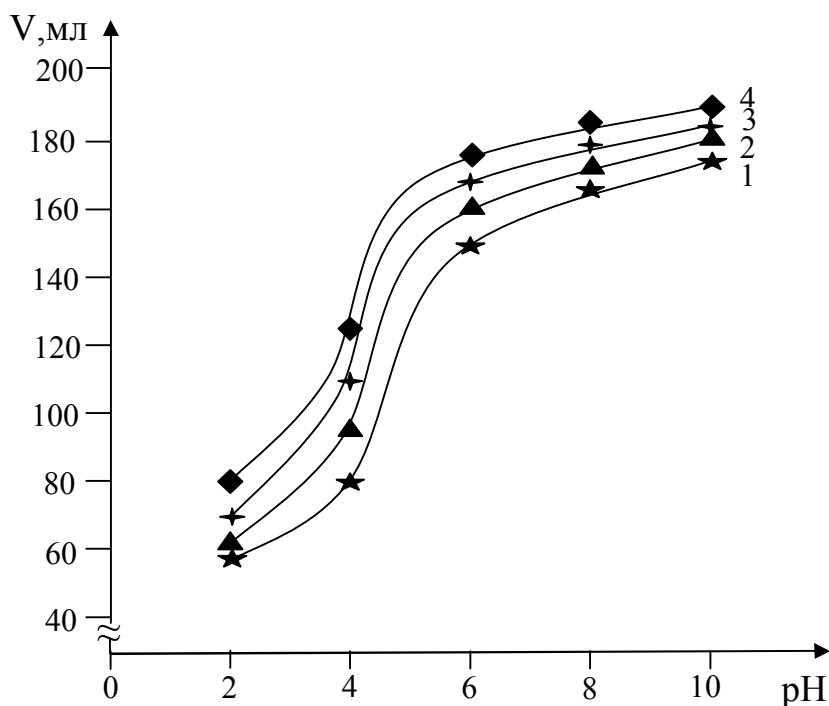


Рис.8. Зависимость изменения объема генерированной пены от pH среды в 1%-ных растворах пенообразователей: 1- ЭАФК- 1:3-3, 2- ЭАФК- 1:3-6, 3- ЭАФК- 1:4-3, 4- ЭАФК- 1:4-6.

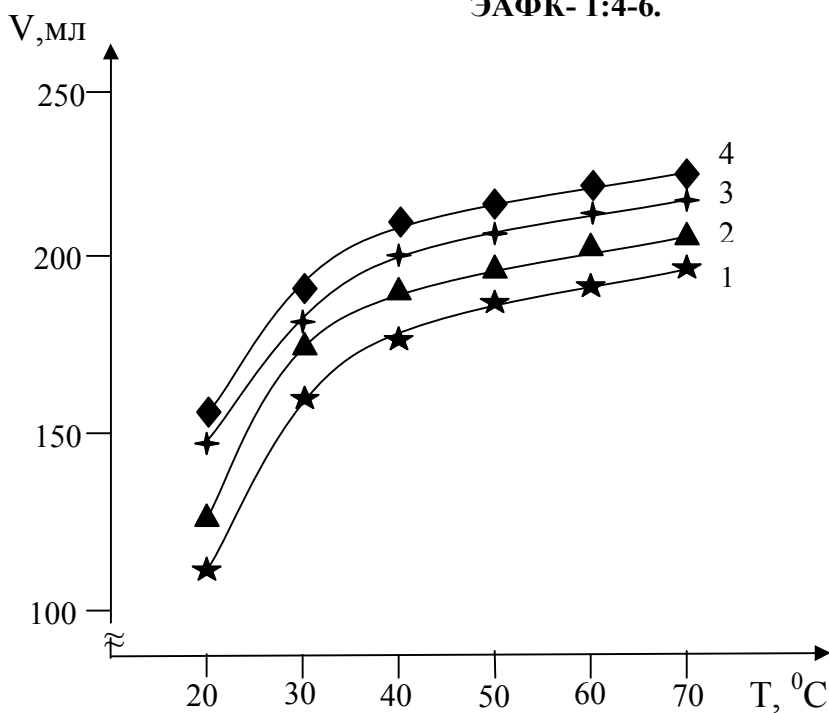


Рис.9. Зависимость изменения объема генерированной пены от температуры в 1%-ных растворах пенообразователей: 1-ТЭБ-1:3-3, 2-ТЭБ- 1:3-6, 3-ТЭБ- 1:4-3, 4-ТЭБ- 1:4-6.

Такие же зависимости указанных параметров наблюдается и при изучении ТЭБ, ТМСБ, ТИАБ.

Аналогично возрастают объемы генерируемых пен в растворах ПАВ при повышении температуры (рис.9). Для всех ПАВ в интервале температур от 20 до 70 °С объемы пен увеличиваются в 2,0-2,5 раза, что может быть связано с улучшением их растворимости.

Объемы генерируемых пен в растворах разной концентрации у реагентов, полученных в условиях 1:4-3, разные и по кратности пены, созданные за 30 с., различаются. В концентрированных растворах лучше генерируют пены растворы ТЭБ, ТМСБ и ТИАБ. (Таб.1).

Пены, генерированные в растворах всех синтезированных вспенивателей, по дисперсности отвечают требованиям, предъявляемым к пенам, применяемым при флотации медно- молибденовых руд. Они отвечают также по параметрам устойчивости, которая должна быть не очень высока, т.к. они должны обеспечить только проведение процесса флотации до перехода ценных компонентов руды в поверхностный пенный слой, и далее разрушаться.

В табл.1 представлены параметры, характеризующие качество пен, генерированных в 1 % - ных растворах ПАВ.

Таблица 1

Параметры, характеризующие качество пен, генерированных в 1 % - ных растворах синтезированных вспенивателей

Пенообразо- ватель	Объем V, мл	Кратность $K_t=30\text{ с}$	Макс.капиллярн. давление в каналах Плато, $\Delta P_{\max}$	Дисперс- ность $a \cdot 10^{-3}$, м	Поверхн. Натяжение раствора, σ мН/м
1:4-3-ЭАФК	170	110	180	1,1	41,0
1:4-3-ТМСБ	177	155	190	1,3	39,4
1:4-3 – ТЭБ	170	180	200	1,5	40,0
1:4-3-ТИАБ	186	210	205	1,6	38,4

Исследование эффективности действия синтезированных вспенивателей на флотационное обогащение медно-молибденовых руд.

Синтезированные ПАВ испытывались в лабораторных условиях в качестве вспенивателей при флотации медно-молибденовых руд месторождений Кальмакыр и Сари-Чеку. Были поставлены опыты как в открытом, так и в замкнутом (по принципу непрерывного процесса) циклах, результаты опытов оценивались по выходам концентратов. Именно такие испытания созданных реагентов дают единственно прямые результаты об их пригодности для применения при флотации руд с единовременной оценкой приемлемости (оптимальности) степени дисперсности создаваемых пен с их помощью.

Опыты поставлены по режиму медно-обогадительной фабрики (МОФ) АГМК: - тонина помола руды: +0,21 мм. – 6,0-8,9 %, - 0,071мм. – 58,7-64,0 %; расход в г/т ксантогената – 25,0, веретенного масла - 6,0, извести – 1200-1500 (активность 85,7 %) до pH – 10,5-11,5 ед.

Эффективность действия испытуемого пенообразователя оценивалась в сравнении с стандартным пенообразователем Т-92, используемом в настоящее время на АГМК. В опытах использованы разные партии руды, поэтому эффективность изученных вспенивателей в сравнении с Т-92 рассматривается в каждом конкретном случае руды отдельно. При флотации тонину помола руды в пределах опыта, плотность пульпы, расход воздуха для создания пены выдерживали на одном уровне.

Влияние реагента 1,1,3 – триэтоксибутана (ТЭБ). По результатам усреднения данных 3^х опытов в открытом цикле реагент ТЭБ 1:3–3 проявляет аналогичный эффект по извлечению меди, (88,14 %) что и вспениватель Т-92 (88,24 %) при одних и тех же расходах 40 г/т руды. В отличие от Т-92, под действием ТЭБ содержание меди в концентрате на 0,5 % больше, что свидетельствует об улучшении качества концентрата. Это очень важно с практической точки зрения.

Тенденция по улучшению качества концентрата сохраняется и в опытах по замкнутому циклу и распространяется также на содержание золота; в этих опытах содержание меди в концентрате увеличивается на 2,73 %, золота – на 3,5 %, а молибдена – сохраняется на одном уровне.

Таблица 2.

Результаты лабораторных опытов по флотационному обогащению руды м. Кальмакыр в замкнутом цикле при совместном использовании Т-92 и ТЭБ

Продукт обогащения	Расход реагента, г/т	Выход, %	Содержание, %, г/т			Извлечение, %		
			Cu	Mo	Au	Cu	Mo	Au
Концентрат	Т-92, 40	2,7	14,07	0,098	18	82,6	64	76,8
Хвосты		97,3	0,08	0,002	0,15	17,4	36	23,2
Руда		100	0,46	0,004	0,63	100	100	100
Концентрат	ТЭБ-1:3-3, 35 Т-92, 5	2,2	16,9	0,13	20	82,6	70,9	74,9
Хвосты		97,8	0,08	0,001	0,15	17,4	29,1	25,1
Руда		100	0,45	0,004	0,59	100	100	100
Концентрат	ТЭБ-1:3-3, 30 Т-92, 10	2,5	15,09	0,12	18,2	82,7	70,4	75,3
Хвосты		97,5	0,08	0,002	0,15	17,3	29,6	24,7
Руда		100	0,45	0,004	0,59	100	100	100

Исследована возможность совместного использования пенообразователей Т-92 и ТЭБ, а также влияние на показатели флотации различных доз (расходов) реагентов при совместном применении двух собирателей, т.к. последнее может позволить уменьшить расход пенообразователя при сохранении или улучшении его эффективности.

Совместное применение реагентов Т-92 и ТЭБ приводит к повышению содержания металлов (меди, молибдена, золота) в концентрате (улучшение качества концентрата), а извлечение их остается на прежнем уровне, т.е. в

условиях раздельного применения вспенивателей; извлечение молибдена при этом увеличивается существенно на – 6,4-6,9 % (табл. 2).

В этих исследованиях расход импортируемого стандартного вспенивателя Т-92 был сокращен на 30 г/т (с 40 г/т до 5-10 г/т), который был заменен предложенным ТЭБ – 1:3-3, что весьма важно с точки зрения решения задачи импортозамещения и имеет большое практическое значение.

Весьма интересен установленный факт о том, что частичная замена (на 30 %) применяемого совместно с пенообразователем собирателя (в нашем случае – бутилового ксантогената калия – БКК, аэрофлотом – бутиловым тиофосфатом калия – БТФ) при сохранении общего расхода собирателя (25 г/т) позволяет снизить расход Т-92 на одну треть, а ТЭБ-1:3-3 – в 2 раза при одновременном увеличении извлечения меди на 0,5 единицу. При этом также заметно улучшается качество концентрата за счет увеличения содержания в нем меди (с 14,00 % повышается до 16,8 %) и золота (с 17,8 % повышается до 21,5 %). Частичная замена БКК на БТФ, по-видимому приводит к углублению степени гидрофобизации поверхности частиц минералов, что способствует такому значительному уменьшению расходов пенообразователей.

Влияние реагентов серии ЭАФК. Исследования показали, что все разновидности синтезированного ЭАФК способны генерировать в растворе пены, позволяющие обеспечить извлечение (83,00-84,91 %) меди при флотации руды, близкое к извлечению (86,88 %) от действия Т-92. При переходе от ЭАФК – 1:2-3 к ЭАФК – 1:4-3, а также от расхода 40 г/т к расходу 60 г/т действие реагента несколько усиливается.

Действие ЭАФК – 1:4-6 на флотацию руд, содержащих различные количества меди (от 0,17 до 0,48 %) оказалось различным. Так, реагент на флотацию бедны по меди руд оказывает относительно более сильное воздействие, чем Т-92.

Под воздействием ЭАФК 1:4-6, в сравнении с Т-92, увеличиваются также выходы золота (3,90 %) и серебра (1,9 %), а выход молибдена, напротив, несколько уменьшается. Далее, при флотации руды с увеличением содержания в ней меди до 0,33 и 0,48 % (руда 7-8 секций и руда №25, соответственно), указанная разница по эффективности действия между ЭАФК – 1:4 и Т-92 несколько выравнивается с сохранением незначительного преимущества (на 0,4-0,9 %) Т-92.

Эта же картина наблюдается при загрузлении помола руды (+0,2 мм – 25 %, - 0,071 мм – 50 %). Однако вспениватель ЭАФК 1:4-6 сохраняет свою конкурентоспособность с Т-92.

В опытах по флотации руд м. Кальмакыр в замкнутом цикле мы попытались с целью уменьшения расхода Т-92 частично заменить его вспенивателем ЭАФК – 1:4-6. Замена Т-92 реагентом ЭАФК на 30 % приводит к увеличению выхода меди и молибдена на 2,4 % при расходе смеси 60 г/т и на 1,6 и 0,5 %, соответственно, при расходе смеси 50 г/т.

Превосходящие Т-92 эффекты по извлечению меди и молибдена из руды получены при расходах смесей (50-60 г/т), больших чем расход стандартного

вспенивателя (30 г/т). Однако это может быть вполне приемлемым, если учитывать, что в данном случае производится полная либо частичная замена пенообразователя (Т-92), приобретаемого на валюту, вспенивателем (ЭАФК), полученным на основе отхода местного производства, что может обеспечить полное либо частичное импортозамещение, приводящее к экономии валютных средств.

Поэтому, на основании этих исследований, вспениватели ЭАФК могут быть рекомендованы к применению в практике флотационного обогащения медно-молибденовых руд.

Влияние реагентов тримоноспиртбутана (ТМСБ) и триизоамилбутана (ТИАБ). Исследовано влияние на процесс флотации руд ТМСБ – 1:2-3, 1:3-3, 1:3-3 очищенный, 1:3-6 и 1:4-3, а также ТИАБ. Установлено, что с переходом от ТМСБ 1:2-3 к 1:4-3 его эффективность действия несколько ослабевает, по-видимому, из-за повышения содержания в нем наряду с основным продуктом также, продуктов, полученных в результате взаимодействия с КФ примесных этилового, пропилового и др. спиртов, которые могут оказать ухудшающее действие на свойства образуемой пены. Оптимальным эффектом действия обладает ТМСБ – 1:3-3 при расходе 40 г/т руды (извлечение меди 86,03 %), который почти аналогичен с эффектом действия Т-92 (извлечение меди 86,88 %). В опытах с другой партией руды по эффективности ТИАБ при том же расходе превосходит (84,31), Т-92 (84,13).

Таблица 3.

Результаты лабораторных опытов на пробе руды м. Кальмакыр в замкнутом цикле на вспенивателях Т-92 и ТМСБ-1:3-3.

Продукт обогащения	Расход реагента г/т	Выход, %	Содержание, %, г/т				Извлечение, %			
			Cu	Mo	Au	Ag	Cu	Mo	Au	Ag
Концентрат	Т-92, 30	2,68	14,07	0,098	18,0	62,5	82,6	64	76,8	77,5
Хвосты		97,32	0,08	0,002	0,15	0,5	17,4	36	23,2	22,5
Руда		100	0,45	0,004	0,628	2,16	100	100	100	100
Концентрат	ТМСБ, 40	2,46	15,1	0,12	18,2	69,6	82,72	70,4	76,3	77,8
Хвосты		97,54	0,08	0,002	0,15	0,5	17,3	29,6	23,7	22,2
Руда		100	0,45	0,004	0,594	2,2	100	100	100	100

Из сказанного вытекает, что отходы местного производства – КФ и СМ могут служить вполне приемлемыми сырьевыми ресурсами для получения эффективных пенообразователей, применяемых при обогащении медно-молибденовых руд, что подтверждается также опытами по замкнутому циклу (табл.3).

Результаты опытов по флотации в замкнутом цикле (табл.3) подтверждают полученные результаты при исследовании флотации руды в открытом цикле. Примечательно, что ТМСБ – 1:3-3 показывает лучшие результаты не только по выходу (извлечению) меди, но и способствует

относительно более лучшему извлечению молибдена и серебра, а по извлечению золота стоит почти на одном уровне с Т-92.

Эффективность ТМСБ – 1:4 и ТИАБ несколько возрастает при использовании их при флотации руд с относительно меньшими содержаниями меди.

Очищение ТМСБ – 1:3-3 (ТМСБ – 1:3 –3 оч.) и получение его в реакции с продолжительностью 6 ч. (ТМСБ – 1:3-6) не привели к существенному улучшению его свойств и эффективности действия на флотацию руд. Увеличение расхода пенообразователя до 60-80 г/т приводит к некоторому росту количества извлекаемой меди (до 1,5 %) и других металлов (Мо, Au, Ag).

Следует отметить, что полученные нами эффекты при флотационном обогащении медно-молибденовых руд с применением синтезированных пенообразователей ТЭБ, ЭАФК и ТМСБ полностью подтвердились результатами их испытания на медно-обогатительной фабрике АГМК.

Таким образом, синтезированные реагенты – вспениватели вполне могут заменить пенообразователь Т-92 в процессе флотации медно-молибденовых руд и могут быть рекомендованы для широких испытаний на АГМК, т.к. вторичные сырьевые ресурсы местных производств, рассмотренные в диссертационной работе, вполне пригодны для получения реагентов – вспенивателей, обеспечивающих импортозамещение в упомянутом выше процессе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение комплекса исследований по разработке, характеристике и применению новых видов поверхностно – активных веществ (ПАВ), полученных на основе индивидуальных веществ (кротоновый альдегид, этиловый и изоамиловый спирты) и вторичного сырья – отходов местного химического производства (кротоновая и эфирно-альдегидная фракция, сивушные масла), позволило научно обосновать возможности рационального и целенаправленного применения указанных сырьевых ресурсов для создания и рекомендации эффективных импортозамещающих пенообразователей, используемых при флотационном обогащении сульфидных медно – молибденовых руд в горно-обогатительной промышленности, сделать следующие общие выводы по диссертационной работе.

1. С применением каталитических реакций конденсации, при различных соотношениях реагирующих компонентов исходного сырья и продолжительности реакции, в условиях термообработки получены продукты взаимодействия: индивидуальных веществ – кротонового альдегида и этилового спирта - 1,1,3-триэтоксидбутан (ТЭБ); кротоновой (КФ) и эфирно-альдегидной фракций (ЭАФ) - условно обозначенные «ЭАФК»; КФ и сивушных масел (СМ) - тримоноспиртбутаны (ТМСБ); КФ и изоамилового спирта (ИС) - триизоамилбутан (ТИАБ). Методом математического планирования эксперимента найдены оптимальные условия получения указанных продуктов, обладающих наилучшими физико – химическими и коллоидно-химическими свойствами. Показано, что с возрастанием

содержания мольной доли взаимодействующего с КА (КФ) компонента в составе смеси исходных реагентов, а также с увеличением продолжительности реакции возрастает выход продуктов реакции.

2. Образование продуктов в указанных каталитических реакциях происходит по нуклеофильному механизму конденсации спиртов с карбонильной группой альдегида, где на первой стадии возникают полуацетали, а на второй – возникшие под воздействием сильного кислотного катализатора гидроксильные группы полуацеталей вступают во взаимодействие со спиртами, образуя полные ацетали; конечные продукты реакции образуются в результате электрофильного присоединения спиртов в кислой среде к ацеталам по месту двойной связи молекул альдегида.

3. Установлено, что синтезированные продукты являются ярко выраженными поверхностно – активными веществами (ПАВ). Поверхностная активность, адсорбция, способность к пенообразованию полученных ПАВ и свойства генерируемых ими в растворах пен являются функциями от условий их получения, состава и концентрации в растворе. По свойствам поверхностной активности на границе раздела вода – воздух указанные ПАВ составляют следующий убывающий ряд: ТИАБ > ТМСБ > ТЭБ > ЭАФК. Отмечено, что пенообразующие способности и адсорбция ПАВ, устойчивость, кратность и дисперсность генерируемых ими пен изменяются в соответствии с их поверхностной активностью. Пенообразующая способность ПАВ усиливается при их получении в условиях увеличения массовой доли взаимодействующего с КА (КФ) компонента в смеси исходного сырья и продлении времени взаимодействия с 3-х до 6 часов.

4. Показано, что синтезированные ПАВ способны генерировать в растворах пены, имеющие для успешного флотационного обогащения медно-молибденовых руд дисперсности. При одних и тех же расходах, что и стандартный пенообразователь Т-92, они показывают аналогичные с ним, а иногда и превосходящие (ТИАБ, ТМСБ) результаты по извлечению меди, молибдена, золота и серебра из обогащаемой руды во флотоконцентрат. При этом наблюдается также улучшение качества флотоконцентрата, выражающегося в увеличении содержания металлов в нем (меди – на 2,73%, а золота – на 3,5%).

5. При переходе от одного вида ПАВ к другому в соответствии с ростом его поверхностной активности, а также в пределах одной разновидности ПАВ, полученных при возрастании массовых долей взаимодействующих компонентов и продолжительности времени их контакта, величина ККМ возрастает. Сравнение ККМ ПАВ с их расходами при флотации руд указывает, что эффекты действия ПАВ имеют место при молекулярном их состоянии в растворе, а не мицеллярном.

6. Установлена возможность качественного улучшения составов флотоконцентратов за счет повышения содержания в них металлов (Cu, Mo, Au, Ag), а также увеличения степени извлечения последних из руды путем совместного применения пенообразователей (например, заменой Т-92 на 2/3 ТЭБ - ом), либо заменой до 30 % применяемого совместно с

пенообразователем собирателя бутилового ксантогената (БКК) бутиловым тиофосфатом калия (БТФ) при сохранении общего расхода собирателя постоянным (25 г/т). Во втором случае наблюдается снижение расхода вспенивателя, например, ТЭБ в 2 раза при одновременном увеличении извлечения меди на 0,5 % и улучшении качества концентрата (содержание Cu в концентрате увеличивается на 2,8 %, а золота – 3,7 %).

7. Полученные в работе результаты по комплексному исследованию полученных ПАВ дают возможность рекомендовать их в качестве эффективных импортозамещающих пенообразователей при флотационном обогащении медно-молибденовых руд. Данные лабораторных исследований подтверждены опытами, проведенными на АГМК. Обоснована экономическая выгодность применения полученных ПАВ в качестве импортозамещающих пенообразователей и показано, что объемы имеющихся в республике сырьевых ресурсов достаточны для получения их в количествах, удовлетворяющих потребность горно-обогатительной промышленности республики. Показано, что ожидаемый экономический эффект от замены Т-92 в производстве пенообразователем ЭАФК составит 740 млн.сум, а ТМСБ – 940 млн.сум в год.

Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:

1. Бухоров Ш.Б., Хайдаров А.А., Хамраев С.С. Композиция флотореагента-пенообразователя на основе отхода местного производства для флотации медно-молибденовых руд. Материалы Республиканской межвузовской научно-технической конференции молодых ученых «Наноконпозиционные материалы» -Ташкент, 2009.- С.46-47.

2. Бухоров Ш.Б., Хайдаров А.А., Хамраев С.С., Абдурахмонова Ф.А. Флотореагент-пенообразователь на основе местного производства для флотации медно-молибденовых руд. “Ноанъанавий кимёвий технологиялар ва экологик муаммолар” – Фарғона, 2009.- С. 51-53.

3. Бухоров Ш.Б., Хайдаров А.А., Хамраев С.С. Композиционные пенообразующие реагенты на основе отхода местного производства при флотации медно-молибденовых руд. // Журн. Композиционные материалы. – Ташкент, 2009.- №1. – С. 57-59.

4. Хамраев С.С., Бухоров Ш.Б., Хайдаров А.А. Вспениватели на основе отходов местного производства при флотации сульфидных руд. Труды международной научно-практической конференции «Современные проблемы инновационных технологий в образовании и науке» Том 1. Химия Технология. - Шымкент, 2009.- С.270-273.

5. Бухоров Ш.Б., Хайдаров А.А., Хамраев С.С., Абдурахмонова Ф.А. Пенообразующие флотационные реагенты для обогащения медно-молибденовых руд. “Саноат ишлаб чиқаришни ривожлантириш, модернизациялаш ва янгилашнинг устувор йўналишлари” мавзусидаги Республика илмий - амалий анжуманларининг дастури. – Фарғона, 2009.- С. 272-273.

6. Бухоров Ш.Б., Хайдаров А.А., Хамраев С.С., Холматов М.М. Совместное использование флотационных реагентов при флотации медно – молибденовых руд. Цветные металлы. 2009.- №8.- С. 49-51.

7. Бухоров Ш.Б. Айрим чиқиндилар асосида кўпиртирувчилар олиш ва уларни мис-молибден маъданларини бойитишда қўллаш. Ёш олимларнинг “Юқори технологик ишланмалар ишлаб чиқаришга” мавзусидаги илмий-амалий анжумани. – Тошкнт, 2010.- С. 18-20.

8.Бухоров Ш.Б., Хайдаров А.А., Хамраев С.С. Получение вспенивателя на основе отходов местных производств и его испытание при флотационном обогащении медь – молибденсодержащих сульфидных руд. Вестник Казахск. национ. ун-та им. Аль-Фараби. Серия химическая. 2010.- №3 (59).- С. 40-41.

9. Бухоров Ш.Б., Хайдаров А.А., Хамраев С.С., Кулдашева Ш.А. Новый вспениватель ЭАФК для флотационного обогащения медно-молибденовых руд. Академик А.Ғ.Ғаниевнинг 80 йиллигига бағишланган “Аналитик кимё фанининг долзарб муоммолари” III-Республика илмий-амалий конференциясининг илмий мақолалари тўплами. – Термиз, 2010.- С.306-307.

10. Бухоров Ш.Б., Хайдаров А.А., Хамраев С.С., Кулдашева Ш.А. Новый вспениватель ЭАФК для флотационного обогащения медно-молибденовых руд. Матералы Республиканской научно-технической конференции «Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение» - Ташкент, 2010.- С. 19-21.

11. Бухоров Ш.Б., Хамраев С.С. Сульфид маъданларини флотацион бойитиш учун янги кўпиртирувчилар олиш. Узб.хим.журн. 2010.-№3.-С.105-107.

12. Бухоров Ш.Б., Хамраев С.С., Хайдаров А.А. Синтез и исследование свойств пенообразователя ТМСБ на основе отходов производства. Вестник КазНУ. Серия химическая. – Алматы, 2010.- №4 (60).- С. 229-231.

13. Бухоров Ш.Б., Хамраев С.С., Холиков Т.С. Оптимизация условий реакции синтеза триизоамилбутана. Узб.хим.журн. 2011.-№1.-С.19-22.

14. Бухоров Ш.Б., Хамраев С.С., Холиков Т.С. Синтез триизоамилбутана. Узб.хим.журн. 2011.-№2.-С.

15. Бухоров Ш.Б., Хамраев С.С., Холиков Т.С. Импортозамещающие пенообразователи на основе вторичных сырьевых ресурсов местных производств. Конференция актуальные проблемы развития химической науки, технологии и образования в республике Каракалпакстан. – Нукус, 2011.-С-124-125.

16. Бухоров Ш.Б., Хамраев С.С. Синтез, исследование свойств и применение пенообразователей для флотационного обогащения медно-молибденовых руд. Республ. научно-техн. конф. «Композиционные материалы: и их применение» - Ташкент, 2011.- С. 168-177.

17. Бухоров Ш.Б., Хамраев С.С., Холиков Т.С. Пенообразователи на основе отходов местных производств. Республ. научно-техн. конф. «Композиционные материалы: и их применение» - Ташкент, 2011.-С. 84-86.

18. Бухоров Ш.Б., Хамраев С.С. Пенообразователи для флотационного обогащения медно-молибденовых руд. Сб. V Межд. конф. «Стратегия развития науки в XXI веке» - Ташкент, 2011.- С. 123-132.

РЕЗЮМЕ

диссертации Бухорова Шухрата Буриевича на тему «Синтез, исследование и применение импортозамещающих вспенивателей для флотационного обогащения медно-молибденовых руд» представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.11-Коллоидная и мембранная химия.

Ключевая слова: Синтез, конденсация, пенообразователи, медно-молибденовые руды, пенная флотация, обогащение, поверхностное натяжение.

Объекты исследования: кротоновая и эфиральдегидная фракции, этиловый и изоамиловый спирты, кротоновый альдегид, пенообразователи, медно-молибденовые руды, пены.

Цель исследования: получение, изучение свойств и применение импортозамещающих пенообразователей для флотационного обогащения медно-молибденовых руд.

Методы исследования: физико-химический и химический анализы, ИК-спектроскопия, ПМР-исследование, бумажная хроматография, математический и статический анализ.

Полученные результаты и их новизна: На основе индивидуальных веществ, а также вторичных сырьевых ресурсов местных химических производств получен ряд поверхностно - активных веществ (ПАВ), исследованы их свойства (пенообразующие, поверхностно-активные, эффективность пенообразующего действия при флотационном обогащении медно-молибденовых руд и др), свойства растворов, а также возможность эффективного практического применения в качестве пенообразователей при флотационном обогащении сульфидных руд.

Практическая значимость: Синтезированные ПАВ рекомендованы для практического применения при флотационном обогащении медно-молибденовых руд в качестве эффективных импортозамещающих вспенивающих реагентов.

Степень внедрения и экономическая эффективность: Эффективность применения синтезированных ПАВ в качестве вспенивателей при флотационном обогащении медно-молибденовых руд испытана в условиях ОАО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат», получены положительные результаты. Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения разработки составит по реагенту ТМСБ 900 млн.сум/год, и по ЭАФК- 740 млн.сум/год, она обеспечит импортозамещение и экономию валютных средств Республики.

Область применения: горно-металлургическая промышленность.

Кимё фанлари номзоди илмий даражасига талабгор Бухоров Шухрат Бўриевичнинг 02.00.11 – Коллоид ва мембраналар кимёси ихтисослиги бўйича “Мис-молибден маъданларини флотацион бойитишда импорт ўрнини босувчи кўпиртирувчилар олиш, тадқиқот қилиш ва қўллаш” мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕСИ

Таянч сўзлар: Синтез, конденсация, кўпик ҳосил қилувчилар, мис-молибден маъданлари, кўпикли флотация, бойитиш, сирт-таранглик.

Тадқиқот объектлари: кротон ва эфиральдегид фракциялари, этил ва изоамил спиртлари, кротон альдегиди, кўпик ҳосил қилувчилар, мис-молибден маъданлари, кўпиклар.

Ишнинг мақсади: импорт ўрнини босувчи кўпиртирувчилар олиш, хоссаларини ўрганиш ва мис-молибден маъданларини флотацион бойитишда қўллаш.

Тадқиқот усуллари: физик-кимёвий ва кимёвий анализлар, ИК-спектр, ПМР-тадқиқотлар, қоғоз хроматографияси, математик ва статик анализ.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: Индивудиял маддалар, шунингдек иккиламчи маҳаллий кимёвий ишлаб чиқариш хомашёлари манбалари асосида қатор сирт-актив моддалар (САМ) олинган, уларнинг хоссалари (кўпиртирувчанлик, сирт-активлик, мис-молибден маъданларини флотацион бойитишда самарали кўпиртирувчанлик ва бошқалар), эритмаларининг хоссалари, шунингдек амалда сульфид маъданларини флотацион бойитишда самарали кўпиртирувчи сифатида қўллаш имкониятлари тадқиқ қилинди.

Амалий аҳамияти: Синтез қилинган САМ амалда мис-молибден маъданларини флотацион бойитишда импорт ўрнини босувчи кўпиртирувчи реагент сифатида тавсия этилади.

Тадбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: олинган САМ лар ОАЖ “Олмалиқ кон-металлургия комбинати” шароитида мис-молибден маъданларини флотацион бойитишда кўпиртирувчи сифатида қўлланилиб самарадорлиги ўрганилди, ижобий натижалар олинди. Тадбиқ этишдан кутилаётган йиллик иқтисодий самара ТМСБ реагенти бўйича 900 млн.сумни, ЭАФК реагенти бўйича 740 млн.сумни ташкил қилади, у импорт ўрнини босишни ва Республика валюта захирасини тежашни таъминлайди.

Қўлланиш соҳаси: кон-металлургия ишлаб чиқариш соҳаси.

RESUME

thesis of Bukhorov Shukhrat Burievich on the scientific degree competition of the doctor of philosophy in engineering sciences on specialty 02.00.11-colloidal and membranes chemistry, subject: "Syntheses, study and using import substituting spume for flotation enrichments copper-molybdc ore"

Key words: Syntheses, condensation, spume, copper-molybdc ore, foamy flotation, enrichment, surface pull.

Subject of research: moleskin and efire alleged factions, ethyl and izoamile alcohols, cretonne alleged, foamy, copper-molybdc ore, spume.

Purpose of work: reception, study characteristic and using import substituting spume for flotation enrichments copper-molybdc ore.

Methods of research: physic-chemical and chemical tests, IR-spectroscopic, PMR- study, paper chromatography, mathematical and steady-state analysis.

The results obtained and their novelty: on base individual material, as well as secondary raw materials resource local chemical production is received row superficially an active material (PVA), explored their characteristic (spume, superficially-active, efficiency spume action under flotation enrichment copper-molybdc ore and others), characteristic solution, as well as possibility of the efficient practical application as spume under flotation an enrichment sulfide ore.

Practical value: synthesized PAV recommended for practical application under flotation enrichment copper-molybdc ore as efficient import substituting foamy reagent.

Degree of embed and economic affectivity: efficiency of the using synthesized PAV as foamy under flotation enrichment copper-molybdc ore practiced in condition JSC "Almalyk is blazed-metallurgical combine", are received positive results. Expected annual economic effect from introducing the development will form on reagent TMSB 900 mln.sum/year, and on EAFK 740 mln.sum/year, it will provide import substituting and spare exchange facilities of the Republic.

Field of application: is blazed-metallurgical industry.