

ISSN 2091-5527
№ 4/2025

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СОСТАВОВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ХИМИЧЕСКИХ ФЛОТОРЕАГЕНТОВ-ВСПЕНИВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ОРГАНО-НЕОРГАНИЧЕСКИХ ИНГРЕДИЕНТОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ФЛОТАЦИИ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ РУД

Хурсанов А.Х., Негматов Ж.Н., Курбонов У.М., Негматова К.С., Негматов С.С.,
Абед Н.С., Икрамова М.Э., Рахимов Х.Ю.

ГУ «Фан ва тараккиет»

Аннотация: В статье представлены результаты анализа текущего состояния процессов обогащения и флотации медно-молибденовых руд, включая извлечение медных концентратов с применением химических флотореагентов. Проведены экспериментальные исследования состава и структуры органо-неорганических ингредиентов, полученных из местного сырья и отходов, их физико-химических и технологических свойств, а также изучены механизмы взаимодействия композиции с частицами металлов и их влияние на эффективность извлечения концентратов в металлургическом производстве.

Ключевые слова: химических флотореагент, композиция, медно-молибденовая руда, медные концентраты, госсиполовая смола, глицерин, этиленгликоль, лаурил сульфат, алкилбензол, карбамид.

Введение. В глобальном масштабе металлургическая промышленность занимает важнейшее место среди отраслей промышленности, оказывая значительное влияние на экономику различных стран [1-2]. Повышение производительности металлургической промышленности в значительной степени зависит от совершенствования этапов обогащения минерального сырья, разработки инновационных методов и схем обогащения, особенно от создания высокоэффективных флотореагентов, направленных на комплексное извлечение полезных компонентов, являющихся актуальной проблемой на сегодняшний день [3-11].

В республике уделяется значительное внимание развитию научных исследований, направленных на создание химических флотореагентов, применяемых в процессе флотации руд цветных металлов в металлургической промышленности. Это направление имеет стратегическое и экономическое значение, и уже достигнуты определённые результаты [12-15]. В металлургических предприятиях флотореагенты играют ключевую роль в эффективности флотационных процессов. Однако существующие флотореагенты, такие как вспениватели Т-66, Т-80, Т-92 и Т-94, а также фосфорорганические и сульфидрильные соединения, остаются труднодоступными и дорогостоящими, поскольку они импортируются из-за рубежа.

В этом контексте разработка высокоэффективных импортозамещающих флотореагентов-вспенивателей на основе местного сырья и производственных отходов

приобретает особую актуальность, представляя собой стратегическую задачу текущего дня.

Научные исследования в области получения флотореагентов – вспенивателей для флотационного обогащения руд цветных и благородных металлов и изучение их свойств, проводились: И.Н. Плаксин, В.И. Классен, В.А. Мокроусов, К.Ф. Белоглазов, С.И. Митрофанов, О.С. Богданов, О.Н. Тихонов, А.Д. Погорелый, В.А. Чантурия, В.А. Бочаров, А.А. Григорьев, В.И. Рябой, А.А. Абрамов, Н.И. Духанин, М.М. Сорокин, Т.И. Юшина, Б.А. Степанов, Ж. Баатархуу, Н.В. Матвеевко, В.А. Глембоцкий, С.С. Негматовым, Х.Т. Шарипов, Х.И. Акбаров, З.А. Тожиходжаев и др.

Анализ существующих исследований показывает, что вопросы создания эффективных составов и технологии получения импортозамещающих флотореагентов-вспенивателей изучены недостаточно. Основная сложность заключается в необходимости проведения комплексного исследования взаимодействия органических и неорганических ингредиентов между собой и с частицами металлов. Такое изучение является критически важным для повышения эффективности извлечения цветных и благородных металлов в металлургической промышленности. Настоящая работа посвящена решению этих задач.

Целью исследования является разработка эффективных составов импортозамещающих композиционных химических флотореагентов – вспенивателей для применения в процессе флотации для извлечения цветных и благородных металлов в металлургической промышленности.

Объект и методике исследования.

Объектом исследования являются: глицерин, этиленгликоль, ИАФ, ПАВ, карбамид, олеиновая кислота, алкил бензол, натрий лаурил сульфат, И-20, медно-молибденовая руда «Алмалыкского ГМК», окись кальция, щёлочь, касторовое масло, таловое масло и отходы спиртовых и масложировых заводов. Методы исследования. В й работе проведено изучение состава и структуры минеральных руд и органо-неорганических ингредиентов с использованием рентгеноструктурного анализа (дифрактометр Дрон-3/Dron 1/UM), ИК-спектроскопии и термографических исследований. Физико-химические и технологические параметры флотореагентов-вспенивателей определены методами соответствующих ГОСТ. Способность извлечения цветных металлов исследована флотационным методом на флотомашине ФМЛ 12 (247 ФЛ).

Результаты исследований и их анализ.

Исследование свойств выбранных ингредиентов показало, что они обладают полярными связями,

хорошо растворяются в полярных средах, обладают вспенивающими свойствами и соответствуют основным требованиям к флотореагентам.

С учётом их влияния на взаимодействие с металлами и эффективность извлечения разработан модельный состав флотореагента: 5% госсиполовой смолы, 15% ИАФ, 30% глицерина, 5% этиленгликоля, 5% лаурилсульфата, 5% И-20А, 10% алкилбензола и 25% карбамида.

Исследования подтвердили, что разработанный флотореагент соответствует ключевым критериям флотации, не уступая Т-92 по пенообразованию, устойчивости пены и извлечению минерала.

Для оценки флотационной способности модельного состава флотореагента была использована проба текущей медно-молибденовой руды месторождения «Кальмакыр», химический состав и фазовый анализ которой представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Химический состав руды

Наименование пробы	Cu	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	SiO ₂	S _{общ}	Fe	Mo	Au	Ag
Руда 2019 г.	0,44	12,33	2,58	3,5	56,73	1,92	5,65	0,0068	0,84	3,16

Таблица 2

Фазовый состав руды

Содержание фазовых составляющих				Содержание Cu в сумме фракций, %	Сульфидность, %
Окисленные минералы		Сульфидные минералы			
Свободные	Связанные	Первичные	Вторичные		
0,01	0,01	0,01	0,39	0,42	95,2

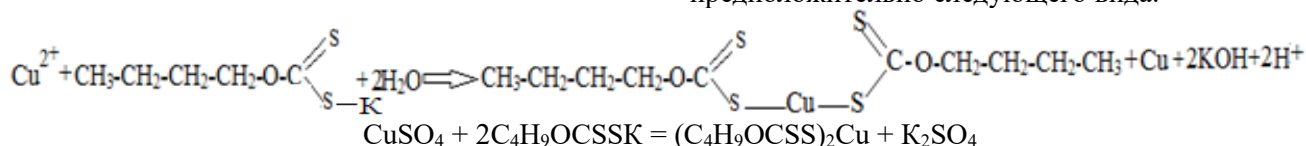
Как следует из таблицы, состав руды включает ограниченные количества цветных и благородных металлов, которые требуют обогащения для их эффективного извлечения.

Для разработки эффективных составов флотореагента нами в первую очередь разработали модельный состав флотореагента-вспенивателя с использованием местного и вторичного сырья.

Образцы разработанного флотореагента переданы в АО «Алмалыкский ГМК» для лабораторно-производственных испытаний в ООФ ТЦРиВИТ с целью оценки эффективности. Результаты испытаний показали, что модельный состав не обеспечивает необходимый уровень

извлечения и устойчивости пены, уступая по эффективности флотореагенту Т-92.

Изучение механизма взаимодействия флотореагента-вспенивателя в процессе флотации с сульфидными рудами цветных металлов показал, что гидрофобизация поверхности минералов осуществляется с применением сульфидных собирателей, таких как ксантогенаты и аэрофлоты. Закрепление анионов ксантогената на поверхности минерала инициирует окисление серы, содержащейся в полисульфидной руде, что способствует образованию воздушных пузырьков в присутствии флотореагента-вспенивателя. В результате протекает обменная реакция, предположительно следующего вида:



Эти реакции обмена иллюстрируют успешное взаимодействие сульфидных минералов меди (Cu²⁺) с флотационными

реагентами-собирателями на основе ксантогенатов. В ходе процесса ионы металлов образуют стабильные комплексные соединения

с ксантогенатами, с выделением гидроксида калия (KOH) и протонов (H⁺). Эти реакции обеспечивают гидрофобизацию поверхности минералов, что значительно улучшает их прилипание к пузырькам воздуха в процессе флотации. То есть, ксантогенаты выступают как эффективные собиратели, способствующие селективному и эффективному извлечению меди и серебра из руд.

Учитывая выявленных механизмов взаимодействия медального флотореагента-вспенивателя в процессе флотации с

сульфидными рудами цветных металлов были разработаны ряд эффективных составов композиционных флотореагентов-вспениватели для применения в процессе флотации медно-молибденовых руд, составы которых приведены на таблице 3

Разработанные флотореагенты обеспечивают селективное разделение материала: гидрофобные сульфиды закрепляются на пузырьках, образуя концентрат, а гидрофильные минералы оседают.

Таблица 3

Эффективные составы композиционных флотореагентов-вспенивателей

№	Органо-неорганические ингредиенты, кг	КХФ-ВС-Б1	КХФ-ВС-Б2	КХФ-ВС-Б3	КХФ-ВС-Б4	КХФ-ВС-Б5
1.	Композиционная порошкообразная ГС, 10% р-р	280	240	424	213	111
2.	Композиционный полимерный клей КПК, 10%й водный р-р	260	230	200	150	100
3.	Глицерин, 50%й водный р-р	220	350	120	470	590
4.	Растворитель (отходы спиртов) ИАФ	200	132,5	102	72	40
5.	Лаурилсульфат натрия	15	20	94	50	94
6.	Алкил бензол	10	15	50	37,5	60
7.	Каустическая сода NaOH	15	12,5	10	7,5	5

Для изучения свойств разработанных флотореагентов на водной и водно-спиртовой основе исследована зависимость их состава от плотности, вязкости и pH в сравнении с Т-92.

На рисунке 1 приведены результаты физико-химических исследований флотореагента – вспенивателя на водно-спиртовой основе.

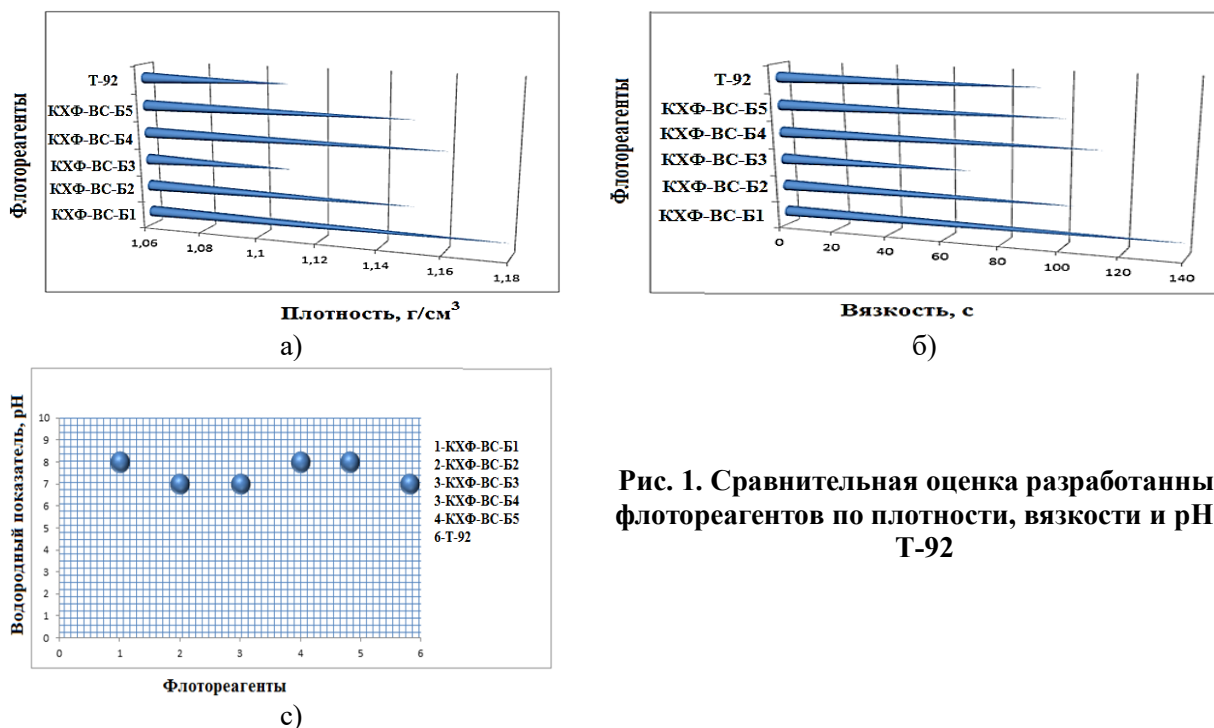


Рис. 1. Сравнительная оценка разработанных флотореагентов по плотности, вязкости и pH с Т-92

Из данных видно, что плотность состава №3 сопоставима с флотореагентом Т-92 (рис. 1а), вязкость ниже (рис. 1б), а показатель pH у образцов №2 и №3 соответствует Т-92 (рис. 1в).

Далее рассмотрены результаты влияния разработанных флотореагентов-вспенивателей на пенообразование и устойчивость пены в водных растворах медно-молибденовой руды (табл.4, рис. 2).

Таблица 4

Зависимость влияния композиционных химических флотореагентов-вспенивателей на пенообразование и устойчивости пены в процессе флотации

№	Образцы	Объем раствора, мл	0,5 мин		5 мин		10 мин		20 мин		30 мин		У, %	Примечание
			V, мл (пен.)	П, %	V, мл (пен.)	П, %	V, мл (пен.)	П, %	V, мл (пен.)	П, %	V, мл (пен.)	П, %		
1.	КХФ-ВС-Б1	200	270	35	240	20	220	10	215	7,5	210	5	14,2	среднее, мелкие
2.	КХФ-ВС-Б2	200	240	20	220	10	220	10	218	9	215	7,5	37,5	среднее, мелкие
3.	КХФ-ВС-Б3	200	260	30	240	20	238	19	235	17,5	230	15	50	мелкие
4.	КХФ-ВС-Б4	200	270	35	240	20	235	17,5	230	15	225	12,5	35,7	среднее, мелкие
5.	T-92	200	220	10	215	7,5	210	5,0	208	4,0	205	2,5	25	мелкие пены

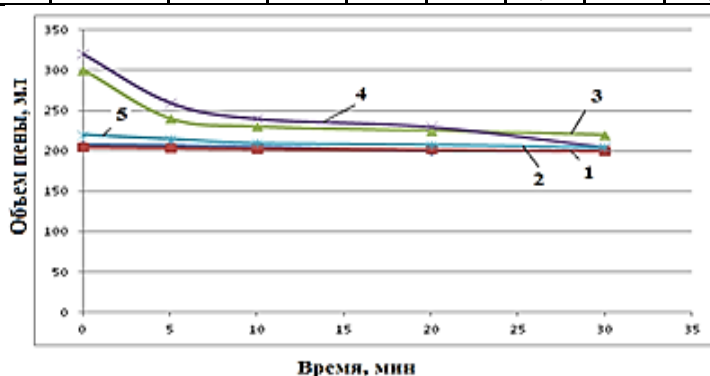


Рис.2. Кинетика устойчивости пены водных растворов флотореагентов: 1-состав, 2-состав, 3-состав, 4-состав, 5- T-92.

V, мл – объем пены
П, % - пенообразование
У, % - устойчивость пены.

Из представленных данных видно, что состав флотореагента №3 на водно-спиртовой основе обладает лучшими пенообразующими свойствами и устойчивостью пены по сравнению с флотореагентом T-92.

Для оценки качества КХФ-ВС-Б3 проведены ИК-спектроскопические исследования в сравнении с флотореагентом T-92. Результаты представлены на рис. 3 (а, б).

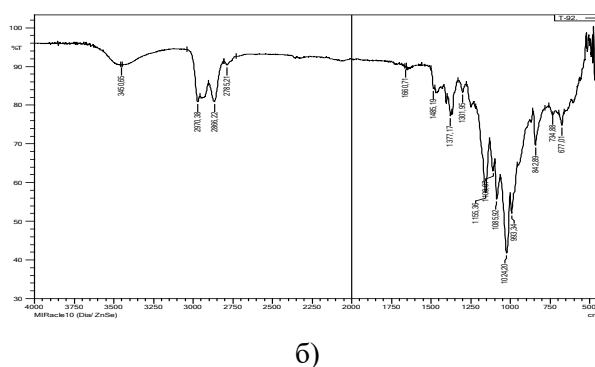
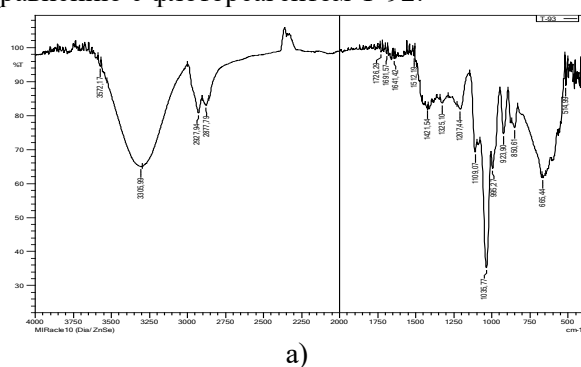


Рис. 3. ИК – спектр разработанного КХФ-ВС-Б3 (а) и T-92 (б)

Как видно из рисунков 3 (а, б), широкая полоса поглощения при $3305,99 \text{ см}^{-1}$ соответствует валентным колебаниям ОН-групп спиртов. Полосы в области 1109 см^{-1} , 1035 см^{-1} , 1024 см^{-1} и 665 см^{-1} указывают на присутствие ацетальных групп, которые способствуют образованию и устойчивости пены.

Были исследованы флотационная способность разработанных композиционных химических флотореагентов при обогащении медно-молибденовых руд в открытом и замкнутом цикле. Испытания в открытом цикле

проводились по утвержденной технологической схеме, обеспечивающей воспроизводимость результатов.

В ходе исследований проведено сравнение эффективности разработанных флотореагентов с промышленно применяемым реагентом T-92. Опыты включали оценку пенообразования, устойчивости пены, степени извлечения меди и качества черного концентрата. Результаты сравнительных испытаний представлены в таблице 5.

Таблица 5

Результаты опытов процесса флотации в открытом цикле

Постоянные условия опытов: измельчение: 21 min. до содерж. кл.-0,071 mm 69%; в/м-9g/t; CaO до pH 10,5-11,0, основная фл.: 5 min; kst.-17g/t; контрольная фл.: 7 min; kst.- 7g/t.

По результатам опытов наилучшие показатели получены при использовании образца КХФ-ВС-Б3: извлечение меди в черновой концентрат составило **91,35%** при содержании **6,74%** и качестве **5,9%**. Для сравнения, при применении флотореагента Т-92 извлечение меди достигло 91,49% при содержании 5,71% и качестве 7,0%.

Таким образом, разработанный флотореагент КХФ-ВС-Б3 по флотационной способности демонстрирует практически аналогичные результаты с Т-92.

Наименование Продукта	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	Примечание
		Cu			
Концентрат основн.	4,41	8,0		84,91	Эксперимен- тальный образец №1 56 g/t
Концентрат контр.	1,39	1,8		6,02	
Концентрат чернов.	5,8	6,51		90,93	
Хвосты отвал.	94,2	0,04		9,07	
Исходная руда	100	0,42		100	
Концентрат основн.	5,64	6,1		80,68	Эксперимен- тальный образец №2 56 g/t
Концентрат контр.	1,79	1,5		6,3	
Концентрат чернов.	7,43	4,99		86,98	
Хвосты отвал.	92,57	0,06		13,02	
Исходная руда	100	0,43		100	
Концентрат основн.	3,4	9,6		74,98	Эксперимен- тальный образец №3 56 g/t
Концентрат контр.	2,5	2,85		16,37	
Концентрат чернов.	5,9	6,74		91,35	
Хвосты отвал.	94,1	0,04		8,65	
Исходная руда	100	0,44		100	
Концентрат основн.	5,94	5,9		81,37	Эксперимен- тальный образец №4 56 g/t
Концентрат контр.	1,04	2,35		5,67	
Концентрат чернов.	6,98	5,37		87,04	
Хвосты отвал.	93,02	0,06		12,96	
Исходная руда	100	0,43		100	
Концентрат основн.	4,5	8,0		82,34	Стандартный Т-92 56 g/t
Концентрат контр.	2,5	1,6		9,15	
Концентрат чернов.	7,0	5,71		91,49	
Хвосты отвал.	93,0	0,04		8,51	
Исходная руда	100	0,44		100	

Для оценки эффективности составов и подтверждения данных проведены испытания КХФ-ВС-Б3 (образец №3) и стандартного Т-92 в условиях ООФ ТЦРиВИТ АО «Алмалыкский ГМК» при расходах 35, 45, 55 g/t. Лабораторно-

производственные испытания в замкнутом цикле на медно-молибденовой руде месторождения «Калмакыр» подтвердили флотационную способность КХФ-ВС-Б3 (результаты в таблице 8).

Таблица 8

Результаты опытов по извлечению медных концентратов в замкнутом режиме по флотационной схеме

Наименование продукта	Выход, %	Содер-е, %		Извлеч-е, %	Переменные усл. опыта
		Cu			
Концентрат чернов.	2,06	16,55		87,46	Стандартный Т-92 30 g/t
Хвосты отвал.	97,94	0,05		12,54	
Исходная руда	100,0	0,39		100,0	
Концентрат чернов.	2,09	16,7		87,68	Образец КХФ-ВС-Б3 30 g/t
Хвосты отвал.	97,91	0,05		12,32	
Исходная руда	100,0	0,40		100,0	

Как видно из таблицы, при использовании стандартного флотореагента Т-92 извлечение меди составило **87,46%** при качестве

концентрата **2,06%** и содержании **16,55%**. При применении экспериментального образца КХФ-ВС-Б3 в аналогичных условиях извлечение меди

достигло **87,68%**, а качество концентрата - **2,09%** при содержании **16,7%**.

Таким образом, композиционный флотореагент КХФ-ВС-Б3 соответствует требованиям металлургических предприятий и обладает потенциалом для применения в процессе флотации медно-молибденовых руд.

Выводы.

Разработан научно обоснованный подход к созданию импортозамещающих композиционных химических флотореагентов-вспенивателей на основе органо-неорганических ингредиентов, вторичного сырья и отходов производств. Полученные реагенты обеспечивают эффективное извлечение медного концентрата в процессе флотации.

Установлены закономерности формирования физико-химических свойств и флотационной способности композиционных химических флотореагентов-вспенивателей. Доказано, что эффективность реагентов

определяется природой, соотношением и содержанием органо-неорганических ингредиентов, а также технологическими факторами. Это позволило разработать оптимальные составы флотореагентов.

Впервые разработаны эффективные составы импортозамещающих композиционных химических флотореагентов-вспенивателей на основе органо-неорганических ингредиентов и промышленных отходов, условно обозначенные как КХФ-ВС-Б. Исследованы их физико-химические и технологические свойства с применением современных методов анализа.

Результаты исследований показывают, что создание композиционной флотореагент-вспениватель КХФ-ВС-Б по физико-химическим и эксплуатационным свойствам не уступает флотореагенту Т-92 и успешно могут применяться в процессе флотации медно-молибденовых руд в условиях «Алмалыкского ГМК».

ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента Республики Узбекистан № УП-4947 «О Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах».
2. Негматов С.С. «Народное слово». 18.09.2019. №194 (7393).
3. Шубов Л.Я., Иванков С.И., Шеглова Н.К. Флотационные реагенты в процессах обогащения минерального сырья. Справочник. Книга 2-М., Недра, 1990. С. 24-36.
4. Бочаров В.А. Некоторые вопросы теории и практики селективной флотации медно-цинковых колчеданных руд. М., Цветные металлы, 1984, №6, с. 74-79.
5. Тусупбаев Н.К. Физико-химические основы создания и применения новых реагентов для интенсификации флотационных процессов обогащения сульфидных полиметаллических руд. // Дисс. д.т.н. Республика Казахстан, Алматы. 2010.
6. Бочаров В.А. Новые научные подходы к выбору композиций сульфидрильных собирателей, механизму их действия и обоснованию условий селективной флотации сульфидных минералов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2013. №10. С. 59-66.
7. Григорьев А.А. Производство флотореагентов // Катализ и нефтехимия, 2001, №9-10. С. 53.
8. Букин Ю.Г., Быков Ю.А. // Обогащение полезных ископаемых: сб. № 7. Киев: Техника, 1971. С. 8-13.
9. Богданов О.С. Теория и технология флотации руд // М.: Недра, 1980. С. 431.
10. Митрофанов С.И. Селективная флотация // М.: 1958. С. 291.
11. 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.
12. Хурсанов А.Х., Негматов С.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Негматов Ж.Н. Бозоров А.Н. Рахимов Х.Ю. Изучение механизма взаимодействия композиционных химических флотореагентов-вспенивателей в процессе флотации руд частицами цветных и благородных металлов в металлургии. // Композицион материаллар журналы, №2, 2022 й. 184-186 бет
13. Хурсанов А.Х., Негматов С.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Негматов Ж.Н. Исследование механизма взаимодействия композиционных химических флотореагентов-вспенивателей с частицами цветных и благородных металлов в процессе флотации. // Композицион материаллар журналы, №1, 2022 й. 3-6 бет .
14. Хурсанов А.Х., Негматов С.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Негматов Ж.Н., Бозоров А.Н., Рахимов Х.Ю., Раупова Д.Н. Технология получения композиционных химических флотореагентов-вспенивателей на основе местного сырья и отходов производств, для применения в процессе флотации медно-молибденовых руд. // Композицион материаллар журналы, №3, 2022 й. 131-135 бет.
15. Khursanov A., S. Negmatov, K. Negmatova, M. Ikramova, J.Negmatov, N.Ernizov, H. Rakhimov, D.Raupova. Research of flotation properties of composite chemical flotation reagents-foamers for use in the flotation of copper-molybdenum ores. // Universum: технические науки: электрон.научн.журн. 2024.4(121). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/17400>

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокomпозитов

Хурсанов А.Х., Негматов Ж.Н., Курбонов У.М., Негматова К.С., Негматов С.С., Абед Н.С., Икрамова М.Э., Рахимов Х.Ю. Исследование и разработка эффективных составов композиционных химических флотореагентов-вспенивателей на основе органо-неорганических ингредиентов для применения в процессе флотации цветных и благородных руд	3
Абед Ф.Ж. Разработка методов качественного и количественного анализа действующих веществ фотоплёнок на основе жидкого экстракта Алоэ и метилурацила	9
Самандаров Х.О., Вапаев М.Д., Собиров Ж.С., Ибадуллаев А.С., Тешабаева Э.У. Эластомерная композиция наполненных кизилгия Ангрнского месторождения для машиностроения	13
Алиева М.Т., Ихтиярова Г.А., Ганибекова М.Ф. Органобентониты на основе хитозана <i>Apis Mellifera</i> для сорбции ионов переходных металлов	17
Содикова М.А., Шомуротов Ш.А., Каримов А. Полимерные композиты на основе фиброина шелка и полиальдегиддекстрана	21
Шакарова Д.Ш. Оптимальный процесс синтеза гибридного нанокomпозитного фиброин/кремнеземного адсорбента с применением золь-гель технологии	25
Parpiyeva D.A., Doliyev G'.A., Mamajanov S.B. Mahalliy xomashyolar asosida olingan surkov kompozitning fizik-kimyoviy tahlili	28
Mardonqulov Sh.O'., Karimov K.A., Turaxodjayev N.J., Turahujayeva Sh.N. Eritmadagi alyuminiy oksidi konsratsiyasining haroratga bog'liqligini eksponensial modellashtirish	32
Абдуллаева Г.А. Синтез, структурная характеристика комплексов кадмия(II) на основе 2-меркаптобензотиазола	34

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

Негматов С.С., Абед Н.С., Намозов С.С., Саидкулов С.А., Жовлиев Ш.Х., Негматова К.С., Султанов С.У., Негматов Ж.Н. Исследование коррозионностойкости и физико-механических свойств ненаполненных полимерных материалов и покрытий из них для применения в машинах, механизмах и оборудовании скважин нефтегазовой и металлургической промышленности	39
Мардонакулов Ш.У., Каримов К.А., Турахужаева Ш.Н., Махмудов Ф.М., Носирходжаев И.А., Тураходжаев Н.Д. Флюсы, применяемые для снижения окисления при плавке алюминиевых сплавов	42
Mirzaraximov A.A., Komilov Q.O'., Kurbanova A.Dj., Muxamedov G'.I. Modifikatsiyalangan karbamido-formaldegid oligomeri va fosfogips asosidagi kompozitsion materiallarning fizik-kimyoviy, mexanik va ekspluatatsion xossalari	44
Негматов С.С., Холматов Э.А., Абед Н.С., Негматов Ж.Н., Косимов Ш.Б., Халимжанов Т.С. Исследование физико-механических свойств физически модифицированных композиционных терморезистивных полимерных материалов и покрытий на их основе	47
Мухамедов А.А., Гузашвили К.В., Инагамов У.Ш. Практические возможности получения термодиффузионных слоев хрома	51
Turakhujaeva Sh.N., Sharipov K.A., Mardonakulov Sh.U., Karimov K.A., Turakhujaeva A.N. The effect of modifiers on the melt during the smelting of aluminum alloys in gas furnaces	54
Хасанов С.М., Ўнгбоев А.М. Окисление конструкционных обрабатываемых материалов при их намагничивании	55
Бекмурзаев Н.Х. Кинетика формирования борированного покрытия на поверхности стальной отливки ...	58
Казаков А.С., Исмадова Р.А., Амонов М.Р., Полатов Б.Б. Изучение физико-механических показателей хлопчатобумажной пряжи, ошлихтованной полимерными композициями	62
Каршиев М., Файзиев М.М. Исследование объёмного износа деталей почвообрабатывающих сельскохозяйственных машин, полученных газопламенным напылением с последующим оплавлением ...	65