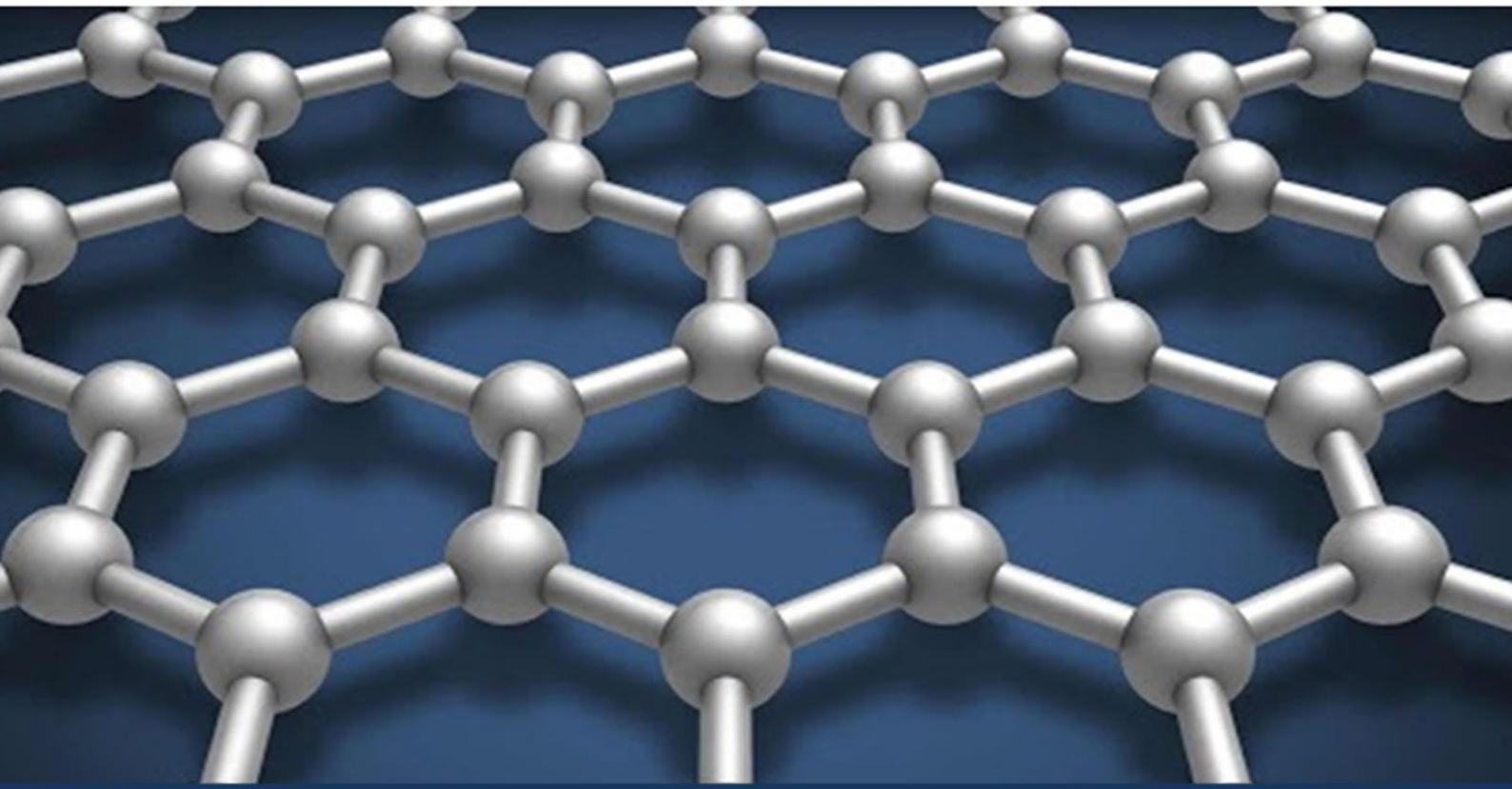
ISSN 2091-5527
№ 3/2025

O‘zbekiston

Kompozitsion Materiallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал

Композиционные материалы

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СОСТАВОВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ХИМИЧЕСКИХ ФЛОТОРЕАГЕНТОВ-ВСПЕНИВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРОЦЕССЕ ФЛОТАЦИИ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД

[1]Негматов Ж.Н., [2]Хурсанов А.Х., [1]Негматов С.С., [1]Негматова К.С., [1]Абед Н.С., [1]Рахимов Х.Ю., [1]Эрниёзов Н.Б.

[1]Государственное учреждение «Фан ва тараккиёт» при Ташкентском государственном техническом университете имени И. Каримова
[2]АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат»

Аннотация. В данной статье изучены и проанализированы научно-технические данные в области синтеза и разработки композиционных химических флотореагентов-вспенивателей на основе местного сырья и отходов производства, предназначенных для применения в процессе флотации руд цветных и благородных металлов в металлургической промышленности. Установлено, что разработанные эффективные составы композиционных химических флотореагентов-вспенивателей обеспечивают извлечение медных концентратов в черновом концентрате до 91% при содержании меди в руде 17,31%. Исследованы физико-химические и технологические свойства разработанных композиций на основе местного сырья и отходов производства с использованием современных методов физико-химического анализа для флотационного обогащения медно-молибденовых руд цветных и благородных металлов. Разработанные реагенты рекомендованы для промышленного применения в процессе флотации руд цветных и благородных металлов.

Ключевые слова: флотация, композиционный химический флотореагент-вспениватель, медный концентрат, госсиполовая смола, глицерин, карбамид, натрий лаурилсульфат, собиратели, пена, частицы металлов.

Введение. Одной из важнейших задач металлургии при извлечении цветных и благородных металлов из руд является разработка новых эффективных составов экологически безопасных композиционных химических флотореагентов-вспенивателей с высокими эксплуатационными и технологическими показателями. Разрабатываемые составы флотореагентов, включая их флотационную способность, должны обеспечивать эффективное извлечение цветных и благородных металлов, соответствовать экологическим требованиям, а также нормативным стандартам [1, 2].

В мировом масштабе металлургическая промышленность занимает важное место среди отраслей промышленности и оказывает значительное влияние на экономику различных стран. Современный горно-металлургический комплекс сталкивается со значительным сокращением запасов руд цветных металлов по содержанию основных минералов, что обусловливает необходимость решения актуальных задач переработки бедных, труднообогатимых и огнеупорных руд. В этой связи особое значение приобретают совершенствование стадий обогащения минерального сырья, разработка инновационных методов и технологических схем обогащения, а также создание высокоэффективных флотореагентов, направленных на комплексное извлечение полезных компонентов [3, 4].

Известно, что в нашей стране при флотационном обогащении руд в качестве флотореагентов-вспенивателей обычно применяют продукты, содержащие спиртовые группы, такие как сосновое масло, циклогексанол, крезол, реагенты Т-66, Т-80, Т-92, МИБК, ОПСБ, ОПСМ и др. [5, 6]. Однако все они производятся за рубежом, что усиливает импортную зависимость. Поэтому разработка эффективных составов новых композиционных флотореагентов-вспенивателей класса КХФ-ВС на основе местного сырья и отходов производства с низкой себестоимостью является актуальной и своевременной задачей.

Объекты и методы исследования. Для проведения экспериментальных работ в качестве объектов исследования были выбраны глицерин, этиленгликоль, ИАФ, ПАВ, карбамид, олеиновая кислота, алкилбензол, лаурилсульфат натрия, И-20, медно-молибденовая руда «Алмалыкского ГМК», окись кальция, щёлочь, касторовое масло, таловое масло, а также отходы спиртовых и масложировых заводов. Для анализа полученных результатов использовались современные методы физико-химического анализа, включая ИК-спектроскопию, рентгенофазовый (РФА) и дифференциально-термический (ДТА) анализы, масс-спектроскопию, а также флотационную машину ФМЛ-12 (247 ФЛ) и другие стандартные методы.

Результаты и их обсуждение. Для разработки композиционных химических флотореагентов-вспенивателей на основе местного сырья и отходов производства был детально изучен состав, структура и свойства флотореагента Т-92, используемого в настоящее время на металлургических предприятиях. На основе анализа применялись органо-минеральные ингредиенты из местного сырья и промышленных отходов, обладающие необходимыми свойствами. В таблице приведены свойства флотореагента Т-92, а также химический состав, структура и свойства выбранных органо-минеральных ингредиентов из местного сырья и отходов производства. На этой основе был разработан оптимальный состав композиционного химического флотореагента-вспенивателя (табл. 1).

Таблица 1

Состав разработанного нового композиционного химического флотореагента – вспенивателя марки КХФ-ВС-Б

№	Наименование компонентов композиции	Содержание, %
1.	Композиционная модифицированная госсиполовая смола (10% водный раствор)	37
2.	Композиционный полимерный клей, Na-КМЦ	0,4
3.	Глицерин, (50% водный раствор)	25,6
4.	Инжекционно-адгезионная фракция (ИАФ)	26
5.	Натрий лауриль сульфат	10
6.	Каустическая сода	1

Исследованы физико-химические и технологические свойства, а также флотационная способность разработанного композиционного флотореагента-вспенивателя [7, 8].

На основе предварительно выбранных параметров были проведены исследования по определению продолжительности флотации. На рисунке 1 представлена зависимость извлечения меди от кинетики флотации.

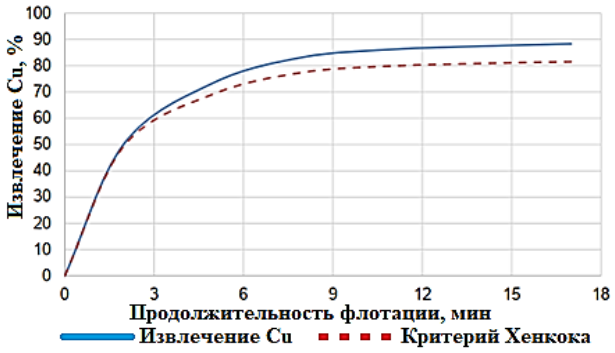


Рис. 1. Зависимость извлечения меди и эффективности обогащения от продолжительности флотации

Анализ кинетики флотационной способности показал, что извлечение меди в основной концентрат интенсивно возрастает в течение первых 8 минут, достигая ~83%. В последующие 9 минут процесс замедляется, и извлечение меди увеличивается более плавно. Для обеспечения высоких показателей извлечения оптимальное общее время флотационного обогащения руд составило 14 минут.

Испытания по определению флотационной способности разработанного флотореагента-вспенивателя проводились в производственных условиях АО «Алмалыкский ГМК» в непрерывном режиме по схеме, представленной на рисунке 2.

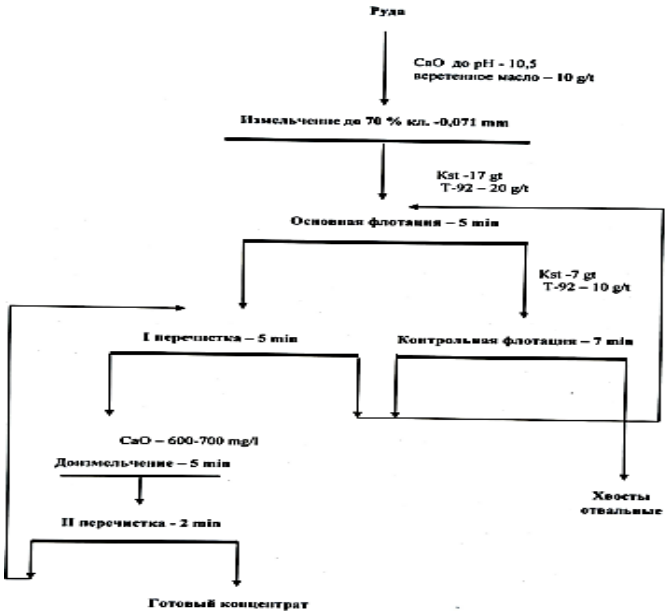


Рис. 2. Технологическая схема проведения опытов в замкнутом цикле

В таблице 2 приведены результаты сравнительных испытаний флотореагента КХФ-ВС-Б и реагента Т-92 при извлечении меди из руды месторождения «Кальмакыр».

Таблице 2

Результаты сравнительных испытаний реагентов КХФ-ВС-Б и Т-92 при флотации медно-молибденовой руды месторождения «Кальмакыр»

Наименование продукта	Выход, %	Содержание, %	Извлечение, %	Переменные условия опыта
		Cu	Cu	
Концентрат	**1,69**	**21,6**	**90,63**	Стандартный Т-92 45 g/t
Хвост	98,34	0,03	9,37	
Исходная руда	100,00	0,40	100,00	
Концентрат	**2,17**	**17,31**	**90,55**	Экспериментальный образец КХФ-ВС-Б, 45 g/t
Хвост	97,83	0,04	9,45	
Исходная руда	100,00	0,41	100,00	

Как следует из данных таблицы 2, наивысшие показатели извлечения меди из медно-молибденовой руды были достигнуты при применении композиционного флотореагента-вспенивателя марки КХФ-ВС-Б. В процессе испытаний с использованием данного реагента был получен медно-молибденовый концентрат с выходом 2,17 %, содержанием меди 17,31 % и извлечением 90,55 %. Подача вспенивателя варьировалась в пределах 35,0–70,0 g/t, при этом среднее значение составило 45 g/t [9, 10].

Для сравнения: при использовании флотореагента Т-92 выход концентрата составил 1,66 %, содержание меди – 21,8 %, а извлечение – 90,63 %. Средний расход Т-92 составил 65 g/t.

В производственных условиях АО «Алмалыкский ГМК» нормативным считается извлечение не менее 85 % цветных и благородных металлов. С учётом полученных результатов и данных опытно-промышленных испытаний установлено, что композиционный химический флотореагент-вспениватель КХФ-ВС-Б соответствует требованиям металлургических предприятий и обеспечивает стабильное извлечение ценных компонентов из медно-молибденовых руд месторождения «Кальмакыр».

Заключение. Таким образом, результаты испытаний подтверждают, что применение КХФ-ВС-Б позволяет достичь показателей извлечения меди и качества чернового концентрата, сопоставимых с флотореагентом Т-92 при меньшей дозировке. При этом разработанный композиционный реагент соответствует технологическим требованиям металлургических предприятий и может быть рекомендован к промышленному применению в процессах флотации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Негматов С.С. «Народное слово». 18.09.2019. №194 (7393).
2. Григорьев А.А. Производство флотореагентов // Катализ и нефтехимия, 2001, №9–10. – 53 с.
3. Рябой В.И. Создание и применение более эффективных реагентов на основе физико-химических представлений // Обогащение руд. 2002. № 1. - С. 19–23.
4. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения. Москва: МГГУ. - 2008. - 710 с.
5. Родина Т.А. Флотационные реагенты. Благовещенск: АмГУ, 2015, - 36 с.
6. Хурсанов А.Х., Негматов С.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Рахимов Х.Ю. Структура, химический состав и физико-химические свойства руды и органоминеральных ингредиентов на основе местного и вторичного сырья и разработка импортозамещающих композиционных химических флотореагентов - вспенивателей на их основе для применения в процессе флотации руд в АО «Алмалыкский ГМК» // Композиционные материалы. 2020. №1. - С. 3-12.
7. Кенжалиев Б.К., Тусупбаев Н.К., Медяник Н.Л., Семушкина Л.В. Изучение физико-химических и флотационных характеристик композиционных флотореагентов // Разработка полезных ископаемых. 2019, Т. 17, № 3, - С. 4-11.
8. Khursanov A.Kh., Negmatova K.S., Ikramova M.E., J.N.Negmatov. Effective compositions of composite chemical flotation agents – Foamers and their flotation properties. AIP Conference Proceedings 3045, 060009 (2023); https://doi.org/10.1063/5.0197551.
9. Khursanov A., S. Negmatov, K. Negmatova, M. Ikramova, J.Negmatov, N.Erniezov, 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.
10. Негматов С.С., Хурсанов А.Х., Негматов Ж.Н., Негматова К.С., Эрниёзов Н.Б. Мис-молибден рудалардан олтин ва кумушни ажратиб олиш учун импорт ўрнини босувчи композицион кимёвий реагентларнинг самарали таркиблари ва олиш технологиясини ишлаб чиқиш долзарблиги. // Композицион материаллар журнали, №1, 2025 й. 198-200 бет.

СЕНТЯБРЬ	№ 3(105)	2025

С О Д Е Р Ж А Н И Е

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокомпозитов

Негматов Ж.Н., Хурсанов А.Х., Негматов С.С., Негматова К.С., Абед Н.С., Рахимов Х.Ю., Эрниёзов Н.Б. Разработка эффективных составов композиционных химических флотореагентов-вспенивателей для извлечения цветных и благородных металлов в процессе флотации медно-молибденовых руд …… 3

Абед Н.С., Ходжаева Д.Н., Рузиева Б.Ю., Шамсиева С.С. Модификация связующих для производства огнестойких древесно-пластиковых и древесно-волокнистых плитных материалов …… 6

Панжиев О.Х., Негматов С.С, Абед Н.С., Талипов Н.Х., Туляганова В.С. Влияние микрокремнезема на свойства тампонажного раствора …… 7

Abdisattorov J.A., Mamatov U.B., Alimov A.F., Taniyev O.U., Akbarov Kh.I., Berdimurodov E.T. Synthesis of ionic liquids based on diphenyl amine and phosphoric acid …… 10

Турабджанов С.М., Кодиров О.Ш., Кучкарова Н.Х., Шамсуддинов Л.О. Модификацияланган КУ-2-8 катион алмашинувчи полимерининг термик мустаҳкамлигини ўрганиш 13

Муяссарова Р.И., Кораев С.Э., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И. Синтез амфифильного кремнезема и исследование его капиллярно-пористой структуры 17

Haydarova S.S., Xaitbayev A.X. Natriy alginat asosida biopolimer plyonka materiallar olish …… 21

Мухаметджанова Ш.А., Маткаримов С.Т., Носирходжаев С.К., Очилдиев К.Т., Нуралиев О.У., Исмаилов Ж.Б., Акрамов У.А. Исследование сульфидных и силикатных фаз в шлаках кислородно-взвешенной плавки на стадии шлакоотвала …… 24

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

Rizaeva N.M., **Saydumarov B.M.** Study of the state of the steel surface at the interface between metal and scale during heating …… 29

Toshmatova Sh.T., Tashbulatov Sh.B., Zufarova N.N., Saidxodjayeva Sh.N., Tashxodjayeva K.U. Yuqori marganetsli po'latning Ti-Ca-N elementlari bilan kompleks legirlanishining yeyilishga bardoshlilik ko'rsatgichlariga ta'siri 31

Абед Н.С., Негматов С.С., Нормуродов А.А., Туляганова В.С., Джабаров Б.Т., Бозорбоев Ш.А. Методика определения электрических и физико-механических свойств композиционных эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе с высокими электрофизическими и триботехническими свойствами …… 33

Abdullayev F.S., Axmadaliyev Sh.Sh., Xasanov K.A. Kompozitsion materiallarni siqib chiqarishli shtamplash texnologik jarayonining matematik modeli asoslari 36

Eshbaeva U.J. Tarkibida yelimlovchi modda bo'lgan qog'ozning fizik-mexanik xossalarini tadqiq qilish …… 38

Иргашев А., Эгамбердиева Н.А. Работоспособность баббитового покрытия в подшипниках скольжения 41

Каршиев М., Файзиев М.М. Ерга ишлов бериш машина деталларини умрбоқийлигини ошириш мақсадида газ алангаси усулида пуркаб, эритиш орқали ейилишбардош қоплама олиш …… 44

Негматов С.С., Рузиева Б.Ю., Ходжаева Д.Н., Абед Н.С., Шамсиева С.С. Изучение влияния различных минеральных антипиренов на огнестойкость древесно-пластиковых и древесноволокнистых плитных материалов …… 47

3. Разработка и технология получения композиционных материалов

Каримов Ш.А., Шакиров Ш.М., Алимбабаева З.Л. Разработка эффективных пористых материалов для очистки сточных вод от нефтепродуктов …… 49

Холбозорова Д.Н., Хамдамова Ч.Х., Очилов Э.А., Тошпулатова Г.Р., Дехканбаева С.А. Разработка способов повышения извлечения германия при пирометаллургической переработке продуктов сжигания углей …… 51