

ISSN 2091-5527

№ 2/2026

Ўзбекистон

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал

**Композиционные материалы**

синергетическому эффекту, обусловленному сочетанием гетероструктуры, дефектных состояний и наноразмерной организации материала.

**4. Заключение.** Таким образом, синтезирован нанокмпозит O-g-C<sub>3</sub>N<sub>5</sub>/ZnO методом кальцинации и гидротермальной обработки с использованием вторичного промышленного сырья – отработанного катализатора ГИАП-10.

Полученный материал проявляет высокую фотокаталитическую активность при разложении родамина С под действием

солнечного излучения, обеспечивая степень деградации более 97 % в течение 1,5 ч. Кинетический анализ показал, что процесс подчиняется модели псевдопервого порядка.

Высокая эффективность нанокмпозита обусловлена синергетическим эффектом гетероструктуры O-g-C<sub>3</sub>N<sub>5</sub>/ZnO, наноразмерной организации и наличия дефектных состояний, способствующих эффективному разделению носителей заряда. Синтезированный материал представляет собой перспективный фотокатализатор для очистки сточных вод от органических загрязнителей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Crini G. Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: A review // *Bioresource Technology*. 2006. V. 97. P. 1061–1085
2. Robinson T., McMullan G., Marchant R., Nigam P. Remediation of dyes in textile effluent: a critical review // *Bioresource Technology*. – 2001. – Vol. 77. – P. 247–255.
3. Gupta V.K., Suhas. Application of low-cost adsorbents for dye removal: A review // *Journal of Environmental Management*. – 2009. – Vol. 90. – P. 2313–2342.
4. Fujishima A., Zhang X., Tryk D.A. TiO<sub>2</sub> photocatalysis and related surface phenomena // *Surface Science Reports*. – 2008. – Vol. 63. – P. 515–582.
5. Wang Y., Wang X., Antonietti M. Polymeric graphitic carbon nitride as a heterogeneous organocatalyst // *Angewandte Chemie International Edition*. – 2012. – Vol. 51. – P. 68–89.
6. Özgür Ü., Alivov Y.I., Liu C. et al. A comprehensive review of ZnO materials and devices // *Journal of Applied Physics*. – 2005. – Vol. 98. – P. 041301.
7. Дадаходжаев А.Т., Маматалиев Н.Н. Способы извлечения никеля из отходов производств и его применение // *Universum: технические науки: электрон научн. журн.* 2019. №4(61). URL: <https://7.universum.com/ru/tech/archive/item/7217>.
8. Сидрасулиева Г.Б., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И. Синтез наноразмерного графитоподобного нитрида углерода g-O-C<sub>3</sub>N<sub>x</sub> // *Universum: химия и биология*. – Москва, 2021. – №12 (90). – С.84–88.
9. Bakhromova I.A., Kattaev N.T., Akbarov Kh.I., Sidrasulieva G.B. Oxygen doped graphitic carbon nitride photocatalysts: physical-chemical and photocatalytic properties // *Eur. Chem. Bull.* 2023, 12(3), p.1794–1804.

#### КОМПОЗИЦИОННЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ФЛОТОРЕАГЕНТ-ВСПЕНИВАТЕЛЬ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРОЦЕССЕ ФЛОТАЦИИ ИЗ ПУЛЬПЫ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД

<sup>1</sup>Негматов Ж.Н., <sup>2</sup>Хурсанов А.Х., <sup>1</sup>Негматов С.С., <sup>1</sup>Бозоров Д., <sup>1</sup>Курбонов У.М., <sup>1</sup>Негматова К.С., <sup>1</sup>Абед Н.С., <sup>1</sup>Рахимов Х.Ю., <sup>1</sup>Эрниёзов Н.Б., <sup>1</sup>Бозоров А.Н.

<sup>1</sup> Государственное учреждение «Фан ва тараккиёт» при ТашиГТУ им. И. Каримова

<sup>2</sup>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 молибдена 87,8% при содержании 0,33 г/т, золота 91,15% при содержании 0,13 г/т и серебро 97,45% при содержании 930,69 г/т в черновом концентрате. 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 обуславливает 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 органические 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 органических минеральных ингредиентов из местного сырья и отходов производства. На этой основе был разработан оптимальный состав композиционного химического флотореагента-вспенивателя КХФ-ВС-МЗС (табл. 1).

Таблица 1

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

№	Органо-неорганические ингредиенты	КХФ-ВС-МЗС1	КХФ-ВС-МЗС2	КХФ-ВС-МЗС3	КХФ-ВС-МЗС4	КХФ-ВС-МЗС5
		Массовая часть, кг				
1	Композиционная порошкообразная модифицированная госсиполовая смола (10% водный раствор)	282	238	208	215	115
2	Композиционный полимерный клей КПК (10% водный раствор)	258	232	197	148	96
3	Глицерин (50% водный раствор)	222	352	436	460	580
4	Инжекционно-адгезионная фракция (ИАФ)	198	130,5	104	82	50
5	Натрий лаурил сульфат	15	20	25	50	94
6	Алкил бензол	10	15	20	37,5	60
7	Каустическая сода (натрий гидроксид)	15	12,5	10	7,5	5,0

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.

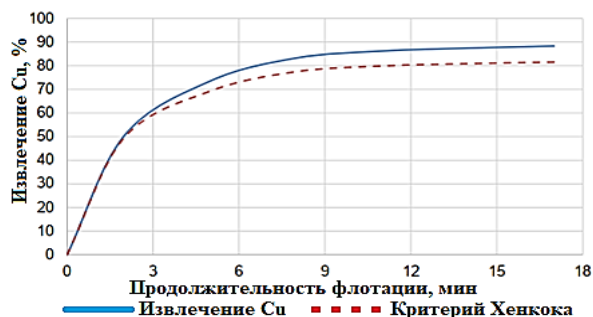


Рис. 1. Зависимость извлечения меди и эффективности обогащения от продолжительности флотации

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 ГК» в

непрерывном режиме по схеме, представленной на рисунке 2.

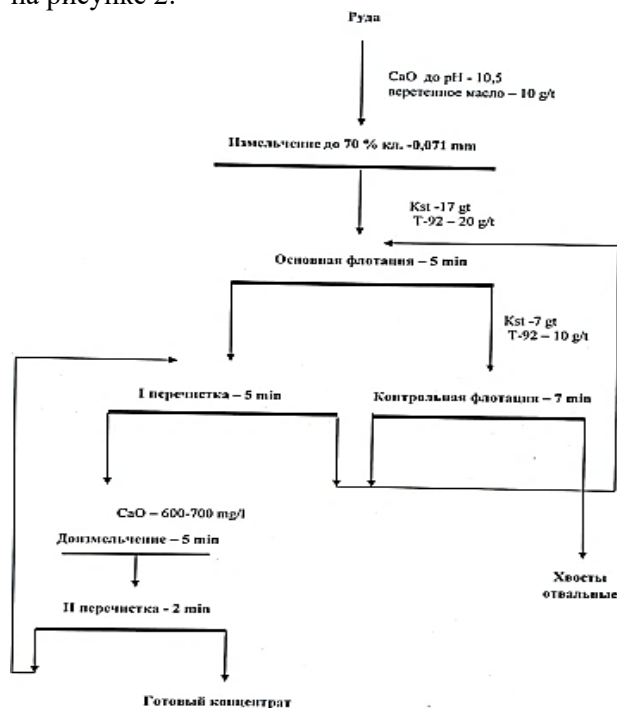


Рис. 2. Технологическая схема проведения опытов в замкнутом цикле

Были проведены лабораторные испытания в стандартных условиях, не изменяя технологические режимы по определению эффективности разработанных композиционных химических флотореагентов-вспенивателей на основе местного сырья и отходов производств.

В таблице 2 представлены сравнительные результаты исследования по определению флотационной способности разработанных композиционных химических флотореагентов-вспенивателей КХФ-ВС-МЗС и импортируемого флотореагента Т-92 российского производства.

Таблица 2.

Сравнительные результаты исследования по определению флотационной способности разработанных композиционных химических флотореагентов-вспенивателей КХФ-ВС-МЗС и импортируемого флотореагента Т-92 российского производства.

Наименование	Выход, %	Содержание, г/т			Извлечение, %			Примечание
		Mo	Au	Ag	Mo	Au	Ag	
Концентрат сновн.	10,5	0,0029	24,0	1125,3	61,0	90,60	95,68	Т-92 45 г/т 11,5
Концентрат контр.	4,8	0,0007	0,5	16,6	15,32	0,86	0,64	
Концентрат ернов.	<b>15,3</b>	0,0036	<b>16,65</b>	<b>713,54</b>	<b>76,32</b>	<b>91,46</b>	<b>96,32</b>	
Хвосты отвал.	84,7	0,0011	0,28	5,36	23,68	8,54	3,68	
Исходная руда	100,0	0,0047	2,78	123,38	100	100	100	
Концентрат сновн.	11,5	0,0026	20,0	1067,3	70,6	88,86	97,70	Опытный образец КХФ-ВС-МЗС1 45г/т
Концентрат контр.	6,2	0,0007	0,65	15,2	17,2	1,55	0,75	
Концентрат ернов.	<b>17,6</b>	0,0033	<b>13,23</b>	<b>930,69</b>	<b>87,8</b>	<b>91,15</b>	<b>97,45</b>	
Хвосты отвал.	82,4	0,0015	0,30	2,36	12,2	8,65	1,55	
Исходная руда	100,0	0,0038	2,58	125,09	100	100	100	

Как видно из полученных результатов опытов, при концентрации флотореагента-вспенивателя 45 г/т, как КХФ-ВС-МЗС1, так и Т-92, извлечение молибдена и серебра выше у

КХФ-ВС-МЗС1, а золота почти в одинаковом в черновом концентрате уровне с Т-92. Это объясняется повышением интенсивности флотационного процесса, при котором

## СОДЕРЖАНИЕ

## 1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокomпозитов

- Негматов С.С., Абед Н.С., Талипов Н.Х., Салимова С.А., Панжиев О.Х., Икрамова М.Э.** Исследование физико-химико-механических и технологических свойств выбранных минеральных ингредиентов их совместимость с водорастворимым полимером и структурирование в системе цемент-микрокремнезем и разработка эффективных составов композиционных тампонажных материалов на их основе..... 3
- Касимова М.Н., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Бабаджанова М.А., Лапасова Ф.А.** Исследование свойств композиционных красителей на основе солей поливалентных металлов, применяемых для крашения природных волокон и тканей на их основе ..... 9
- Негматов С.С., Хурсанов А.Х., Негматов Ж.Н., Абед Н.С., Икрамова М.Э., Рахимов Х.Ю., Курбонов У.М., Бозоров Д.** Разработка инновационной технологии получения композиционных химических флотореагентов – вспенивателей на основе органоминеральных ингредиентов с использованием местного сырья и отходов производств для извлечения цветных, редких и благородных металлов из пульпы медно-молибденовой руды ..... 13
- Mengliyeva A.N., Kamalova D.I., Sultonov S.O’.** Polimer kompozit materiallar tuzilishining mexanik xossalarga asosiy ta’siri ..... 15
- Inog’omov S.Y., Asrorov U.A.** Natriy-karboksimetiltellyuloza va poliakrilamid asosida olingan interpolimer kompleksini reologik xossalari o’rganish ..... 19
- Bobonazarova S.H.** 2-xlor-n-tolilatsetamidlarining 8-oksixinolin alkaloidi bilan nukleofil almashinish reaksiyalari ..... 25
- Амонова М.М., Рашитова Ш.Ш.** Термик фаоллаштирилган сапропель асосидаги сорбентларининг физик-кимёвий ва адсорбцион хусусиятлари ..... 27
- Mamirov A.M., Olimov L.O.** Tarkibiga ishqoriy metall atomlari kiritilgan granullangan kremniy kompozit nanozarralari mikrotuzilmasi va morfologiyasi ..... 30
- Сидрасулиева Г.Б., Айтмуратова А.Е., Муяссарова Р.И., Есиркепова В. К., Нурымбетова М.Т., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И.** Синтез и фотокаталитические свойства нанокomпозита O-g-C<sub>3</sub>N<sub>5</sub>/ZnO ..... 33
- Негматов Ж.Н., Хурсанов А.Х., Негматов С.С., Бозоров Д., Курбонов У.М., Негматова К.С., Абед Н.С., Рахимов Х.Ю., Эрнийёзов Н.Б., Бозоров А.Н.** Композиционные химические флотореагент-вспениватель для извлечения цветных и благородных металлов в процессе флотации из пульпы медно-молибденовых руд ..... 36
- Каримова Г.Ш., Гафуров Д.Н., Бозорова Н.Х.** Нанокomпозиты, полученные на основе полимеров и слоистых силикатов ..... 39

## 2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

- Абед Н.С., Негматов С.С., Бухаров С.Н., Сергиенко В.П., Косимов Ш.Б., Туляганова В.С., Бозоров А.Н., Шамсиева С.С., Эшкobilов О.Х., Джабаров Б.Т.** Исследование трибозлектрических процессов в полимерных покрытиях при взаимодействии с хлопком-сырцом ..... 42
- Косимов Ш.Б., Абед Н.С., Негматов Ж.Н.** Исследование работоспособности и долговечности созданных деталей рабочих органов хлопкоперерабатывающих машин и механизмов из антифрикционных и антифрикционно-износостойких полипропиленовых композиционных материалов.. 45
- Хаминов Б.Т.** Ультрадисперс титан карбид билан модификацияланган вольфрам карбид кобальтти қаттиқ қотишма бармоқларини руда майдалаш цехларида эксплуатацион шароитда апробациядан ўтказиш ..... 47
- Tursunbayev S.A., To’raxo’jaeva A.N. Rizayeva N.M., Mahmudov F.M., Nurdinov Z.B.** Alyuminiy qotishmalarining suyuqoquvchanliligiga titan elementining ta’siri ..... 49
- Ахмеджанов Ю.А., Махмудова Н.Х.** Определяющие соотношения процесса вспучивания композиционных материалов ..... 51