

Ўзбекистон

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

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал  
**Композиционные материалы**

Молекулярная масса ПЭТФ составляет 192,16 г/моль, что потребует ещё большую величину напряжения  $U_k$  на коронирующем электроде. В пользу такого вывода говорят данные энергии межмолекулярного взаимодействия в кристаллитах (кДж/моль) (табл. 3), когда из сравниваемых полимеров ПЭТФ имеет наибольшее значение, равное 46-61 кДж/моль. Следовательно, для активации коронным разрядом полиэтилентерефталата потребуется ещё большее значение коронирующего напряжения, чем для полипропилена, при прочих равных условиях обработки (зазор, мм; частота, кГц; продолжительность, с). По данным [3] для

активации поверхности ПЭТФ необходима обработка напряжением  $U_k=16$  кВ для красок на основе водных латексов, что подтверждает взаимосвязь напряжения с энергетическим состоянием запечатываемых полимерных пленок.

**Заключение.** Анализ обработки запечатываемых полимерных пленок коронным разрядом с целью повышения адгезионных свойств и обоснования основного режимного параметра-коронирующего напряжения необходимо вести на термодинамической основе с учетом энергетических превращений и структурно-энергетических характеристик полимеров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Назаров В. Г. Поверхностная модификация полимеров. -М: МГУП. 2008. -474с.
2. Берлин А. А., Басин В. Е. Основы адгезии полимеров. -М.: Химия, 1974.-320с.
3. Баканов В.А. Свойства полимерных пленок, активированных коронным разрядом и особенности применения в производстве упаковки: Автореф. ... дис. канд. техн. наук. - М., 2008. - 21с.
4. Ананьев В.В., Перетокин Т.Н., Заиков Г.Е., Софьяна С.Ю. Модификация адгезионных свойств полимерных пленок обработкой коронным разрядом//Вестник Казанского технологического универс-та.2014.№3.С.116-119.
5. Сафаева Д.Р. Исследование печатно-технических свойств упаковочного материала (полипропилен) глубоким способом печати: Автореф.дис.докт.филос.(PhD) по техн.наук. - Ташкент: ТИТЛП, 2022.- 48с.
6. Новиков И.И. Термодинамика. -М.: Машиностроение,1984.-592с
7. Бартенев Г.М. Прочность и механизм разрушения полимеров. -М.: Химия, 1984. -280с.
8. Гуль В.Е. Структура и прочность полимеров. -М.: Химия, 1978.-328 с.

### ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ФЛОТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КАЛЬМАКЫР» С ПРИМЕНЕНИЕМ ФЛОТОРЕАГЕНТА-ВСПЕНИВАТЕЛЯ КХФ-ВС

Негматов С.С., Хурсанов А.Х., Негматов Ж.Н., Негматова К.С., Абед Н.С., Холмурадова З.К., Икрамова М.Э., Эрнийзов Н.Б.

*Государственное учреждение «Фан ва тараккиёт» при ТашГТУ им. И. Каримова*

**Аннотация.** В данной статье представлены результаты исследований, разработанные на ГУ «Фан ва тараккиёт» при Ташкентском государственном техническом университете имени Ислама Каримова композиционные флотореагенты-вспениватели класса КХФ-ВС-ЗС для применения в процессе флотационного обогащения медно-молибденовой руды месторождения «Кальмакыр». Изучен вещественный и фазовый состав медно-молибденовой руды месторождения «Кальмакыр» и исследована технологические и реагентные режимы процесса флотации с применением разработанных новых эффективных составов композиционных химических флотореагентов-вспенивателей на основе местного сырья и отходов производств. Разработанный новый состав композиционного флотореагента-вспенивателя класса КХФ-ВС-ЗС по флотационной способности не уступает импортируемого флотореагента Т-92 и при расходе флотореагента 45г/т извлекает 90,55% меди, 91,35% золота, 98,45% серебра и 87,8% молибдена в процессе флотации без изменения технологических режимов.

**Ключевые слова:** флотация, медно-молибденовая руда, извлечение, обогащения руды, флотореагенты, вспениватели, золота, серебро, медь, молибден, благородные металлы.

**Введение.** На сегодняшний день одним из основных задач является удовлетворение требований металлургических предприятий Республики Узбекистан в производстве цветных, редких, благородных и других металлов. Для решения этой задачи необходимо увеличит объемы добычи, переработки и обогащения полезных ископаемых. При переработке бедных и труднообогатимых руд основным методом является флотационное

обогащения [1-3]. Поэтому большое внимание уделяется на изучение флотационного процесса с целью совершенствования технологических и реагентных режимов в процессе флотационного обогащения.

В настоящее время в мире в металлургических предприятиях для обогащения руды в основном используются дорогостоящий, труднодоступный флотореагент-вспениватель Т-92 производства

(ПиОСООО «Сибур», Российская Федерация и Китайская Народная Республика) [4-6].

В этом аспекте, с целью определения возможности замены вспенивателя без снижения технологических показателей на Опытной обогатительной фабрике (ООФ) технологического центра развития и внедрения инновационных технологий (ТЦРиВИТ) АО «Алмалыкский ГМК» проведены экспериментальные испытания на руде «Кальмакырского» месторождения с применением флотореагента-вспенивателя разработанного ГУ «Фан ва тараккиет» (г. Ташкент) марки КХФ-ВС-ЗС-7.

**Объекты и методология.** В качестве объектов исследования использовали лаурил-сульфат натрия, карбамид, алкил бензол, веретенное масла и отходы спиртового завода, а также отходы масложировых комбинатов [7-10].

В процессе проведения экспериментальных исследований были использованы современные методы физико-химического анализа, такие как:

потенциометрия, вискозиметрия, аэрометрия, ИК-спектроскопия, ситовый метод анализа, рентгенофазовый метод анализа, флотационный метод, а также стандартные методы анализа.

**Результаты и обсуждение.** Для проведения испытаний на ООФ была доставлена проба мелкодроблёной руды «Кальмакырского» месторождения текущей добычи отобранная после трех стадий дробления на МОФ-1 в количестве ~150 кг.

В период испытаний производился отбор балансовых проб продуктов обогащения и исходной руды (с конвейерной ленты) для расчета технологических показателей и формирования средних проб (1 и 2 этапов) с целью определения вещественного и фазового состава руды и продуктов обогащения.

Вещественный и фазовый состав проб руды и продуктов обогащения согласно анализам Центральной аналитической лаборатории (ЦАЛ) АО «Алмалыкский ГМК» приведен в таблицах 1, 2 [11-13].

Таблица 1

**Вещественный состав руды месторождения «Кальмакыр» (отбор проб руды производился с конвейера перед мельницей 1 стадии измельчения) и продуктов обогащения по этапам (среднее содержание)**

Наименование продукта	Содержание, %							
	Cu	Mo	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Собщ.	Fe
<b>1 этап с применением с Т-92</b>								
Исходная руда	0,35	0,0024	13,52	2,06	2,82	62,88	1,62	4,55
Концентрат	20,03	0,32	3,28	1,37	1,21	14,80	27,97	26,41
Хвост отвальный	0,03	0,0015	14,61	2,62	3,23	63,58	0,79	3,99
<b>2 этап с применением с КХФ-ВС-ЗС-7</b>								
Исходная руда	0,33	0,0047	14,29	2,22	3,17	61,36	1,56	4,61
Концентрат	21,81	0,31	3,77	1,28	0,99	13,02	24,82	25,15
Хвост отвальный	0,04	0,0026	14,47	2,25	3,03	62,04	0,79	4,10

Таблица 2

**Фазовый состав Cu в руде (отбор проб руды производился с конвейера перед мельницей 1 стадии измельчения)**

Исходная руда	Содержание фазовых составляющих, %				Содержание в сумме фракций, %	Сульфидность, %
	Оксисленные минералы		Сульфидные минералы			
	Свободные	Связанные	Первичные	Вторичные		
I этап	0,02	0,01	0,02	0,31	0,36	91,7
II этап	0,01	0,01	0,02	0,31	0,35	94,2

При этом сульфидность руды 1 и 2 этапов составила соответственно, 91,7% и 94,2%.

За период проведения экспериментальных испытаний с применением стандартного вспенивателя Т-92 переработано – 60,8 кг, а с разработанным композиционным флотореагентом переработано – 58,78 кг медно-молибденовой руды месторождения «Кальмакыр».

Расход вспенивателя в период испытаний составлял 45 г/т. Вспениватель подавался в технологический процесс в естественном виде. На фотографии показан готовый коллективный медно-молибденовый концентрат второй перечистки в период проведения

экспериментальных испытаний с флотореагентами Т-92 и КХФ-ВС-ЗС-7. Далее полученный нами готовый коллективный медно-молибденовый концентрат второй перечистки после сушки в печи отправили на анализ ЦАЛ для определения цветных, редких и благородных металлов в составе медно-молибденового концентрата.

Технологические показатели сравнительных экспериментальных исследований по извлечению цветных, редких и благородных металлов флотореагентами марки КХФ-ВС-ЗС-7 производства ГУ «Фан ва тараккиет» с флотореагентом Т-92 сведены в таблицу 3.

Таблица 3

## Технологические показатели сравнительных экспериментальных испытаний флотореагентов-вспенивателей в процессе флотации

Наименование продукта	Выход, %	Содержание, %, g/t				Извлечение, %				Примечание
		Cu	Mo	Au	Ag	Cu	Mo	Au	Ag	
Концентрат	15,3	21,8	0,0036	16,65	713,54	92,69	76,32	91,46	96,32	Стандартный вспениват. Т-92, 45 g/t
Хвосты отвал.	84,7	0,03	0,0011	0,28	5,36	7,31	23,68	8,54	3,68	
Исходная руда	100,0	0,40	0,0047	2,78	123,38	100	100	100	100	
Концентрат	17,6	17,31	0,0033	13,23	930,69	90,55	87,8	91,35	98,45	Образец КХФ-ВС-3С-7 45 g/t
Хвосты отвал.	82,4	0,04	0,0015	0,30	2,36	9,45	12,2	8,65	1,55	
Исходная руда	100,0	0,41	0,0038	2,58	125,09	100	100	100	100	

За данный период проведения экспериментальных исследований получен медно-молибденовый концентрат со стандартным флотореагентом Т-92, выход которого составил 15,3 %, с содержанием меди 21,8 % при извлечении 92,69%, золота 16,65 g/t при извлечении 91,46 %; серебра 713,54 g/t при извлечении 96,32 %, молибдена 0,0036 % при извлечении 76,32 %. А с композиционным флотореагентом марки КХФ-ВС-3С-7 получен медно-молибденовый концентрат, выход которого составил 17,6 %, с содержанием меди 17,31 % при извлечении 90,55%, золота 13,23 g/t при извлечении 91,35 %; серебра 930,69 g/t при извлечении 98,45 %, молибдена 0,0033 % при извлечении 87,8 %.

**Заключение.** Таким образом, полученные данные свидетельствует о том, что с применением композиционного флотореагента марки КХФ-ВС-3С-7 разработанного ГУ «Фан ва тараккиет» в сравнении со стандартным флотореагентом-вспенивателем Т-92, при одинаковых расходах, получены, практически равноценные показатели, по извлечению меди, молибдена, золота и серебра (ММЗС). Кроме того, разработанный нами композиционный флотореагент-вспениватель марки КХФ-ВС-3С-7 на 225 долларов США дешевле (за 1 тонну), чем флотореагент Т-92, и рекомендуется к применению в процессе флотационного обогащения руд цветных, редких и благородных металлов на металлургических предприятиях Республики.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых. Том 1. Обогащительные процессы. Обогащение полезных ископаемых. Учебник для вузов: В 2 т. — М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2006. — Т. 1. Обогащительные процессы. — 417 с.
2. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Том 1. Обогащительные процессы и аппараты. Том 1, Издание 2. Издательство Московского государственного горного университета, Москва, 2004 г., - 470 с.
3. Негматов С.С. «Народное слово». 18.09.2019. №194 (7393).
4. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения. Издание 4. Горная книга, Москва, 2016 г., - 595 с.
5. Абрамов А.А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов. Книга 1. Рудоподготовка и Cu, Cu-Py, Cu-Fe, Mo, Cu-Mo, Cu-Zn руды. Издательство Московского государственного горного университета, Москва, 2005 г., - 575 с.
6. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения. Москва: МГГУ. 2008. - 710 с.
7. Негматов Ж.Н., Хурсанов А.Х., Негматов С.С., Негматова К.С., Абед Н.С., Рахимов Х.Ю., Эрнийёзов Н.Б. Разработка эффективных составов композиционных химических флотореагентов-вспенивателей для извлечения цветных и благородных металлов в процессе флотации медно-молибденовых руд. // Композиционные материалы, №3, 2025. – С. 3-6.
8. Негматов Ж.Н., Хурсанов А.Х., Негматов С.С., Негматова К.С., Абед Н.С., Икрамова М.Э., Эрнийёзов Н.Б. Исследование флотационной способности новых составов композиционных химических флотореагентов для извлечения золота и серебра из полиметаллических руд // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. Негматов Ж.Н. [и др.]. 2026. 2(143). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/21941>.
9. Негматов С.С., Хурсанов А.Х., Негматов Ж.Н., Негматова К.С., Абед Н.С., Икрамова М.Э., Рахимов Х.Ю., Эрнийёзов Н.Б. Применение композиционных химических флотореагентов-вспенивателей в процессе флотации руд цветных и благородных металлов. / Материалы конференции. // Международная научно-техническая конференция новые композиционные и нанокмпозиционные материалы: структура, свойства и применение 17-18 сентября 2025 г. Ташкент, - С.34-35.
10. 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. // Композиционные материалы, №4, 2025. – С. 3-9.
11. Золотарев Ф. Д. Разработка комбинированных методов переработки золотосодержащих сульфидных концентратов: Дис. ... канд. техн. наук: 25.00.13 / Золотарев Филип Дмитриевич. – СПб. 2016. - 120 с.
12. Рябой В.И., Асончик К.М., Полькин В.Н., Полтавская Л.М., Репина Н.В. Применение селективного собирателя при флотации медно-цинковых руд. Обогащение руд, 2008 № 3, - С. 20–22.
13. Рябой В.И., Шендерович В. А., Кретов В.П. Применение аэрофлотов при флотации руд. Обогащение руд. 2005 № 6, -С.43–44.

## СОДЕРЖАНИЕ

## 1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокomпозитов

- Негматов С.С., Абед Н.С., Негматова К.С., Туляганова В.С., Негматов Ж.Н., Касимов Ш.Б., Бозорбоев Ш.А., Муродов И.И., Эргашев Н.Э., Абдукаххоров А.А., Саидкулов С.А.** О механизме физико-химических взаимодействий компонентов композиционных полимерных материалов, наполненных неорганическими и органическими ингредиентами ..... 3
- Абед Ф.Ж., Иногамов С.Е., Туреева Г.А.** Разработка и валидация методов анализа экстракта Алоэ и метилурацила в комбинированных фитоплёнках ..... 9
- Негматов С.С., Бабаханова М.А., Касимова М.Н., Раупова Д.Н., Шамсиевна С.С.** Исследование влияния состава на свойства композиционных лакокрасочных материалов на основе местного сырья, применяемых в различных отраслях промышленности ..... 13
- Сафаева Д.Р., Шукруллаева М.С., Тиллаев Т.У., Шин И.Г.** Взаимосвязь структуры и энергетического состояния запечатываемых полимерных пленок с напряжением коронного разряда при их активации .... 16
- Негматов С.С., Хурсанов А.Х., Негматов Ж.Н., Негматова К.С., Абед Н.С., Холмурадова З.К., Икрамова М.Э., Эрнийёзов Н.Б.** Исследование состава и технологических режимов флотационного обогащения медно-молибденовых руд месторождения «Кальмакыр» с применением флотореагента-вспенивателя КХФ-ВС..... 18
- Жумаева А.А.** Модификацияланган поливинилхлориднинг юмшаш ҳароратларини ўрганиш ..... 21
- Khusanova M.F., Djalilov A.T., Beknazarov X.S.** Synthesis and physicochemical characterization of highly absorbent oleogels ..... 24
- Эшдавлатова Г.Э., Камолов Л.С., Бобилова Ч.Х.** Исследование эффективности пенообразования на основе блок-сополимеров в растворах диэтанолamina ..... 27
- Radjabov O.I., Yariev O.O., Azimova L.B., Djurabaev Dj.T., Filatova A.V., Turaev A.S.** Na-KMS va I tip kollagenning o'zaro ta'sirini molekulyar doking usulida ilmiy asoslash ..... 30
- Айтмуратова А.Е., Сидрасулиева Г.Б., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И., Дадаходжаев А.Т.** Синтез нанодисперсного NiO из отработанного промышленного катализатора ТО-2 и исследование его структурных и адсорбционных свойств ..... 34

## 2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

- Abed N., Negmatova K., Tulyaganova V., Tukhtasheva M., Shamsiyeva S., Kosimov Sh.** Investigation of the influence of the nature and type of fillers on the antifriction-wear-resistant properties of composite polymer coatings ..... 39
- Алланазаров А.А.** Оқ чўянларни кесувчи асбоб тифининг ейилишга бардошлигини назарий тадқиқи ..... 42
- Berdiyev D.M., Liang Z., Abdullayev A.X., Ibroximova M.M.** Nikel asosli olovbardosh qotishmalar xossalariга metallmas qo'shimchalarning ta'siri ..... 44
- Абдуллаев Ф.К., Йулдошев О.Ч.** Экспериментальное исследование жидкотекучести чугуновых сплавов. 47
- Алланазаров А.А., Ахмедов А.Х., Шакиров Ш.М., Хусанов У.С.** Оқ чўянга механик кесиб ишлов бериш жараёнини назарий тадқиқ этиш ..... 50
- Saidakhmedova G.R., Inoyatkhodjaev J.Sh., Saydakhmedov R.Kh., Parpiev M.M.** Effect of aluminum coating thickness on the performance characteristics of reflectors ..... 54
- To'rayev A.N., Murodqosimov R.X., Axmedova M.E., Solijonova Sh.X., Xolmatov E.M., Rajabova M.A.** Nikel qo'shimchasining alyuminiy qotishmalarining yeyilishbardoshligiga ta'sirini o'rganish ..... 57
- Kodirov O., Safarov T., Beknazarov Kh.** Study kinetic results of the inhibitors synthesis of corrosion inhibitor based on P-phenylenediamine, formalin and alanine ..... 59

## 3. Разработка и технология получения композиционных материалов

- Абед Н.С.** Разработка метода формирования электропроводящих композитов с сегрегированной структурой, содержащих наноразмерный углеродный наполнитель ..... 64