

O'zbekiston

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

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



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

**Key words:** vermiculite, mineral, crushing, screening, drying, roasting, temperature, thermal protection, air filtration.

The article provides information on the chemical and fractional composition of the vermiculite ore of the Karauzyak deposit of the Republic of Karakalpakstan, common minerals and various materials that can be obtained from vermiculite. Also, a technological scheme for the enrichment of the ore of the Karauzyakskoe deposit and the results of studies on the enrichment of ores by air separation are proposed.

**Aripov Avaz Rozikovich**

-Navoiy davlat konchilik instituti «Metallurgiya» kafedrasida katta o'qituvchisi

**Axtamov Fozil Erkinovich**

-Navoiy davlat konchilik instituti «Metallurgiya» kafedrasida dotsenti, (PhD)

**Voxidov Baxriddin Raxmidinovich**

-Navoiy davlat konchilik instituti «Metallurgiya» kafedrasida dotsenti, (PhD)

**G'oyibnazarov Rashid G'olib o'g'li**

-Navoiy davlat konchilik instituti «Metallurgiya» yo'nalishi magistri

УДК 669.2

## ФЛОТАЦИЯ ХВОСТОВ АНГРЕНСКОЙ ЗОЛОТОИЗВЛЕТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ АО «Алмалыкской ГМК» С НОВЫМИ РЕАГЕНТАМИ

Ж.М. Бекпўлатов, М.М. Якубов, Х. Ахмедов, Ш.Ш. Пардаев, Н. Абдурахмонова

**Введение.** При флотации руд одно из направлений практического использования теоретических положений связано с воздействием различных факторов на флотореагенты в растворе с целью повышения эффективности их действия. Повышение дисперсности растворов сульфидрильных собирателей, применение добавок поверхностно-активных веществ (ПАВ), различных регуляторов среды в ряде случаев позволяет добиться положительного технологического эффекта. Эффективность собирательного действия реагентов зависит от характера их взаимодействия с минералом и формой нахождения в пульпе.

Ионная, молекулярная, коллоидно-молекулярная или эмульсионная форма нахождения органического реагента в пульпе не только определяет его химическую активность и эффективность использования как собирателя или пенообразователя, но и влияет на форму закрепления после его адсорбции на поверхности минеральных частиц. Форма нахождения реагента может регулироваться физико-химическими методами (поверхностно-активные добавки), химическими (изменение рН среды, окислительно-восстановительного потенциала пульпы и т. п.), механическими (ультразвук, интенсивное либо наоборот замедленное перемешивание пульпы с реагентами и др.). Часто обсуждается вопрос о сходстве и различиях между флотацией ионов или молекул и флотацией частиц суспензионной крупности, при этом происходит разделение компонентов жидких дисперсных систем, основанное на различной способности разделяемых компонентов концентрироваться на поверхности пузырьков газа. Отличие заключается в степени

дисперсности извлекаемых материалов, суспензионной крупности частиц, гидрофобности и адгезии к пузырькам, а в случае ионов и молекул – поверхностная активность ПАВ и адсорбция [1-4].

Превосходством технологии ионной флотации является простота процесса выполнения, где происходит взаимодействие ионов металлов с катионными ПАВ (поверхностно-активные вещества) с получением гидрофобных осадков - сублатов, которые можно свободно отделять от раствора флотационным методом. Установлено, что для каждого реагента-собирателя и пенообразователя существует минимально необходимый расход ПАВ, обеспечивающий максимальную дисперсность основного реагента в растворе (в жидкой фазе пульпы) [5].

Характерно, что дисперсность эмульсий реагентов достигает максимума при незначительных концентрациях ПАВ. В процессе приготовления растворов жирно-кислотных собирателей необходимо поддерживать высокую температуру (до 60 °С) и применять стабилизирующие эмульсию добавки ПАВ в условиях энергичного перемешивания.

В истинных растворах ПАВ повышается растворимость углеводов вследствие уменьшения полярности растворителя (воды). Установлено, что в сочетании с бутиловым ксантогенатом калия (БКК) оксид этилена (ОЭ) в 3,5- 8,0 раз повышается, а извлечение меди на 1,3-3,5 % и молибдена на 1,1-2,5 %.

**Объект и методы исследования.** Из большего числа испытанных реагентов в качестве собирателя сульфидных минералов и золота по результатам предыдущих работ Института минеральных ресурсов (ИМР), был выбран

реагент - плав серы (ПС) приготовленный из отходов производства завода «Капролактан». Он образуется при фильтрации расплава комовой серы в производстве серной кислоты и олеума, как кека плава серы.

По данным химического анализа лаборатории ИМР а партия «кека-отхода» ПС содержала 65,68 % серы; 3,82 % SiO<sub>2</sub>; 1,73 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 5,33 % CaO; 0,91 % MgO. ПС также содержит около 17 % продуктов органического происхождения. По данным полуколичественного спектрального анализа в

ПС содержатся, помимо указанных элементов, (в %): алюминий-0,6; натрий-0,2; марганец- 0,03; никель и титан - по 0,008; хром-0,04; барий-0,03; стронций-0,01; молибден, цирконий, бериллий - по 0,001; медь - 0,004.

Для лежалых хвостов наиболее эффективным для флотации хвостов Ангренской золотоизвлекательной фабрики по методике схемы (рис. 1) и по схеме флотации хвостов по принципу непрерывного процесса (замкнутый цикл), оказался реагент ПС, к тому же он самый дешевый.

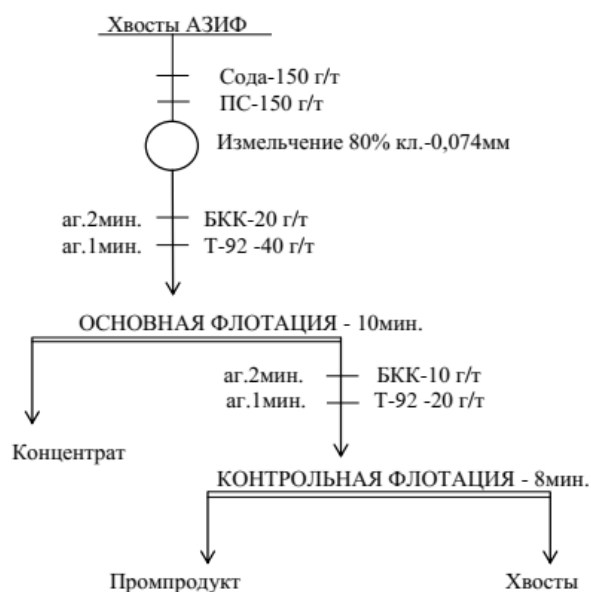


Рис.1.Схема флотации хвостов Ангренской золотоизвлекательной фабрики с реагентом ПС

**Результаты исследования их обсуждение.** Нашли обоснование методы совместного использования разнородных органических реагентов при флотации, совместное применение собирателей, состоящих из дифильных и аполярных молекул, различная очередность подачи реагентов в пульпу. Лучшие результаты получены при очередности подачи реагентов в пульпу по схеме на рис. 1 (сода, ПС+БКК, Т-92)

как для лежалых, так и для свежих хвостов Ангренской золотоизвлекательной фабрики (АЗИФ), отобранных из зумпфа пульпопровода.

В табл. 1 приведены результаты опытов флотации групповых проб лежалых хвостов по схеме рис. 1. Реагент ПС загружался в измельчение одновременно с загрузкой соды. Расход БКК в основную флотацию был сокращен на 60 %, что составило 20 г/т.

Таблица 1

Результаты флотации лежалых хвостов АЗИФ с реагентом ПС

Продукты обогащения	Выход, %	Содержание, г/т		Извлечение, %	
		Au	Ag	Au	Ag
<b>Групповая проба №1</b>					
Концентрат	1,49	20,8	180,75	65,0	50,0
Промпродукт	1,0	2,06	27,25	4,3	5,0
Хвосты	97,51	0,15	2,5	30,7	45,0
Исх. хвосты оф.	100,0	0,48	5,4	100,0	100,0
<b>Групповая проба №2</b>					
Концентрат	1,54	13,6	151,25	53,3	42,0
Промпродукт	1,02	1,84	28,25	4,8	5,2
Хвосты	97,26	0,17	3,0	41,9	52,8

Исх. хвосты оф.	100,0	0,39	5,53	100,0	100,0
<b>Групповая проба №3</b>					
Концентрат	1,5	23,52	207,5	58,0	53,3
Промпродукт	2,0	2,16	30,0	7,1	10,3
Хвосты	96,5	0,22	2,2	34,9	36,4
Исх. хвосты оф.	100,0	0,61	5,83	100,0	100,0
<b>Групповая проба №4</b>					
Концентрат	1,06	15,32	132,5	49,7	33,7
Промпродукт	1,06	1,66	21,25	5,4	5,4
Хвосты	97,88	0,15	2,6	44,9	60,9
Исх. хвосты оф.	100,0	0,33	4,17	100,0	100,0
<b>Групповая проба №5</b>					
Концентрат	1,97	33,32	206,25	64,7	52,8
Промпродукт	1,48	2,74	31,0	4,0	5,9
Хвосты	96,55	0,33	3,4	31,3	44,2
Исх. хвосты оф.	100,0	1,01	7,8	100,0	100,0

Для сравнения результатов флотации с БКК и ПС+БК основные показатели сведены в таблице 2.

Таблица 2

**Сравнение показателей флотации с БКК и ПС+БКК**

Показатели	Ед. изм.	Значение показателей при флотации	
		Страдиц. БКК	С ПС+БКК
<b>Содержание в исх. хвостах в исх.хвостах</b>			
Золота	г/т	0,49-0,93	0,30-1,01
		0,68	ср.0,55
Серебра	г/т	3,16-6,89	3,8-7,9
		4,88	ср 5,53
<b>Содержание в концентратах</b>			
Золота	г/т	8,6-25,24	4,0-33,32
		15,0	15,65
Серебра	г/т	61,0-167,0	44,25-207-5
		102,7	134,89
<b>Содержание в хвостах флотации</b>			
Золота	г/т	0,2-0,4	0,15-0,33
		0,3	0,27
Серебра	г/т	1,1-3,4	2,0-3,4
		2,23	2,63
<b>Извлечение в концентраты</b>			
Золота	%	37,6-66,1	44,52-64,7
		52,24	55,20
Серебра	%	32,6-65,2	33,79-60,5
		49,86	47,32 л

Судя по результатам, приведенным в таблице 1 и 2 при флотации исходных хвостов АЗИФ лучшие показатели получены с комбинированным собирателем ПС-100 г/т и БКК-20 г/т. Следовательно, расход дорогостоящего собирателя БКК (1190 \$ США за 1 г) можно сократить до 20 г/т, заменив 60 % его оптимальный расход на дешевый реагент - плав

серы (ПС) из завода «Капролактама» (14 \$ США за 1 т).

На основании результатов проведенных опытов была определена схема, показанная на рис.2, по которой были проведены опыты по принципу непрерывного процесса (замкнутый цикл). Результаты опытов приведены в таблице 3.

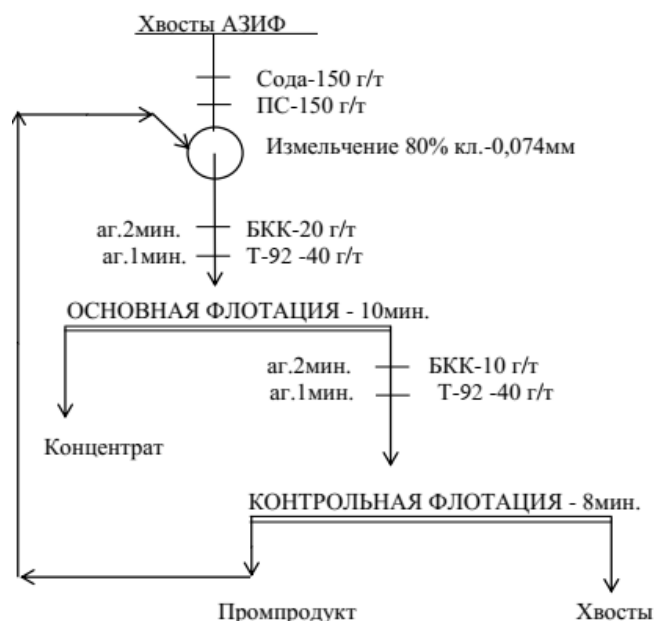


Рис.2. Схема флотации хвостов по принципу непрерывного процесса (замкнутый цикл)

Таблица 3

Результаты опытов по флотации АЗИФ по принципу непрерывного процесса

Продукты обогащения	Выход, %	Содержание, г/т		Извлечение, %		Реагенты - собиратели и их расход, г/т
		Au	Ag	Au	Ag	
<b>Объединенная проба лежалых хвостов (пр. №1-9) пр. №1-9</b>						
Концентрат	3,65	9,5	90,3	56,24	49,80	БКК-50+20
Хвосты	96,35	0,28	3,45	45,76	50,2	Т-92-40+20
Исх.хвосты оф*	100,0	0,62	6,6	100,0	100,0	ПС-100 в изм
Концентрат	3,0	12,52	128,2	56,80	51,1	
Хвосты	97,0	0,28	3,8	43,2	48,9	БКК-20+20
Исх.хвосты оф	100,0	0,66	7,52	100,0	100,0	Т-92-40+20
<b>Проба свежих хвостов (из пульпопровода)</b>						
Концентрат	2,20	17,85	137,6	58,6	52,2	БКК-50+20
Хвосты	97,80	0,28	2,8	41,4	47,8	Т-92-40+20
Исх.хвосты оф	100,0	0,67	5,8	100,0	100,0	
Концентрат	2,04	18,92	140,7	59,4	51,25	ПС-100 в <u>изм</u>
Хвосты	97,96	0,27	2,8	40,6	48,75	БКК-20+20
Исх.хвосты оф	100,0	0,65	5,6	100,0	100,0	Т-92-40+20

\* обогатительная фабрика

**Заключение.** Таким образом для флотации хвостов Ангренской золотоизвлекательной фабрики разработана схема с применением местного реагента ПС, полученного из техногенного сырья

промышленности, позволяющая получить из отвальных хвостов дополнительный концентрат с содержанием 12,52-18,92 г/т золота и 128,2-140,7 г/т серебра при извлечении 56,8-59,4 Au и 51,1-51,25 % серебра (от исходных хвостов).

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Лобачева О.Л., Берлинский И.В., Мкртчян А.А., Мисник А.В.// Ионная флотация Y(+3), Er(+3) и Yb(+3) Международный научно-исследовательский журнал. Екатеринбург 2016, с.149-152
2. YANG Duo, FENG Dongxia, BAI Lin, ZHANG Xiaoyong. Research Progress of Metal Ion Flotation Technology. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 2021, 41(4): 133-140. doi: 10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2021.04.016
3. Zhi-yong, Zhe-yi JIANG, Wei SUN, Yue-sheng. Typical roles of metal ions in mineral flotation: A review // Transactions of nonferrous metals society of China Volume 31. Issue 7, July 2021, P.2081-2101/
4. Fatemeh Sadat Hoseinian, Bahram Rezai, Elaheh Kowsari, Mehdi Safari . The effect of water recovery on the ion flotation process efficiency // Physicochemical Problems of Mineral Processing 56(5), 2020, P. 919-927

С.А. Расулов, Ф.К. Абдуллаев, В.П. Брагина, Ш.Н. Саидходжаева. Композиционные материалы в литье.....	100
Г.Б. Бегжанова, З.Б. Якубжанова, Д.Д. Мухитдинов, Н.Д. Махсудова, М.И. Искандарова. Формирование гибридных добавок на основе техногенных отходов и оптимизация состава цементов с их использованием.....	102
М.М. Арипова, П.Х. Расулева, Н.А. Холхужаева. Разработка технологии переработки отходов на основе фосфогипса и введение их в керамическую массу.....	105
М.М. Абралов, Н.З. Худойкулов. Борирование стали в техническом карбиде бора.....	108
Sh.N. Kiyomov, N.N. Kiyomova. Hardening of isocyanate-free urethane-epoxy oligomer.....	111
Л.К. Махкамова, Ш.А. Муталов, О.С. Максумова. Волокнообразующие сополимеры акрилонитрила.....	113
С.Б. Мирзажонина, С.Т. Маткаримов, Н.К. Боходирова. Мис бойитиш фабрикаси чикиндилари таркибидан темир ва алюминий бирикмаларини ажратиб олиш технологияси.....	116
<b>4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов</b>	
З.Э. Мусабекков, Ж.О. Хакимов, О.О. Даминов, Б.З. Эргашев, Х.З. Уралова. Загрязнение атмосферы вредными выбросами транспортных средств вблизи дорожно-транспортной инфраструктур.....	120
Ф.А. Ибатов, А.А. Мамагалиев, А.Р. Сейтназаров, Ш.С. Намазов. Товарные свойства азотфосфоркалийсодержащих удобрений на основе аммиачной селитры, Кызылкумских фосфоритов и хлорида калия.....	124
Н.М. Исламбекова, Н.М. Мухиддинов, Б.Б. Очилдиев. Пилла сифатини яхши ҳолатда сақлашда сирт фаол моддалардан фойдаланиш йўллари.....	127
М.И. Мамасалиева. Автомобилсозликда ишлатиладиган полимер втулкалар ва уларнинг физик-механик хоссалари.....	131
B.A. Rahmonov, F.B. Eshqurbonov, B.B. Ahatov. Xondiza polimetall konidagi olingan ruda maydalanish darajasi ajratiladigan mis konsentratini unumiga ta'siri.....	134
A.R. Aripov, F.E. Axtamov, B.R. Voxidov, R.G. G'oyibnazarov. O'zbekiston sharoitida vermikulit asosida turli mahsulotlar olish imkoniyatlari.....	136
Ж.М. Бекпўлатов, М.М. Якубов, Х. Ахмедов, Ш.Ш. Пардаев, Н. Абдурахмонова. Флотация хвостов ангренской золотоизвлекательной фабрики АО «Алмалыкской ГМК» с новыми реагентами.....	140
А.М. Эминов, Ю.К. Жуманов, И.Р. Байжанов, М.Т. Боймуродова, М.У. Насиров. Перспективы использования каолинов Узбекистана в составе алюмосиликатной керамики.....	144
А.А. Касимов. Управление ведением аварийно-спасательных и других неотложных работ при авариях на химически опасных объектах.....	149
Э.А. Пирматов, А.Н. Шодиев, З.Б. Рахимжонов, А.А. Саидахмедов, Д.К. Хакбердиев. Исследование процесса регенерации соды и щелочи из содовых растворов выщелачивания спеков мембранным электролизом.....	152
<b>5. Методы исследования, приборов и оборудования композиционных материалов</b>	
Дж.С. Файзуллаев, К.С. Негматова, Р.Х. Пирматов, С.С. Негматов, М.Э. Икрамова, Т.О. Камолов. Методы исследования физико-механических свойств металлокомпозитного термоупрочненного арматурного проката класса А500С.....	156
G.A. Ikhtiyarova, A.S. Mengliyev, Sh.T. Raxmonov. Different methods for obtaining of chitin and chitosan from apis mellifera and their use in the coloring process of fabrics.....	159
<b>6. Вести из лаборатории</b>	
Д.К. Холмуродова, Д.Ш. Киямова, С.С. Негматов, Н.С. Абед. Исследование влияния связующего на зольность угольных брикетов.....	161
К.М. Иноятлов, Ш.В. Рахимов, К.С. Негматова, Н.С. Абед, Т.У. Улмасов, З.У. Махаммаджанов, Н.О. Умирова, С.У. Султонов, М.А. Бабаханова, Ш.А. Бозорбоев, С.К. Имомназаров, Ё.С. Раджабов, М.А. Абдуразаков. Влияние диффузионных и реляционных процессов на формирование адгезионного контакта материалов.....	162
Ш.В. Рахимов, К.С. Негматова, З.У. Махаммаджанов, К.М. Иноятлов, Н.О. Умирова, Ш.А. Бозорбоев, Н.С. Абед, С.К. Имомназаров, Т.У. Улмасов, М.А. Бабаханова, С.У. Султонов. Об электронной теории адгезии материалов.....	164
М.М. Якубов, Д.Б. Холикулов, Д.Ю. Шаропова, О.Н. Болтаев. Технология получения фосфида меди (Cu <sub>3</sub> P) в виде припоев и легирующего компонента сплавов на медной основе.....	165
Ё.С. Раджабов, Н.С. Абед, Ш.А. Аликобилов, Т.У. Улмасов. Современное состояние производства железобетонных конструкций и пути повышения их эффективности путем применения смазочных и антиадгезионных полимерных материалов рабочей поверхности, формирующих их оснасти.....	167
Ш.А. Аликобилов, Ё.С. Раджабов, Н.С. Абед, М.Б. Мухитдинов, Т.О. Камолов, Т.У. Улмасов. Применение композиционных полимерных материалов в формах для повышения эффективности производства железобетонных строительных конструкций.....	169
Ё.С. Раджабов, Ш.А. Аликобилов, С.С. Негматов, Т.О. Камолов, М.Б. Мухитдинов, Т.У. Улмасов. Комплексный анализ современного состояния железобетонных формирующих оснасток в производстве строительных конструкций и изделий, пути повышения их эффективности.....	172
М.Б. Мухитдинов, Ш.А. Аликобилов, Ё.С. Раджабов, С.С. Негматов, Н.С. Абед, Т.О. Камолов, Т.У. Улмасов. Исследование условий эксплуатации покрытий в рабочих поверхностях оснастки из композиционных полимерных материалов с целью выявления основных факторов, влияющих на их долговечность.....	174
Р.И. Абдуллаева, В.С. Туляганова, С.С. Негматов, Р.Х. Пирматов, Г.Ф. Валиева. Исследование керамико-технологических и диэлектрических свойств электрокерамических композиционных материалов на основе местного и вторичного сырья.....	176
Р.И. Абдуллаева, В.С. Туляганова, Р.Х. Пирматов, С.С. Негматов, Г.Ф. Валиева. Технология получения композиционных электрокерамических материалов.....	178