

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ МЕСТНЫХ РЕАГЕНТОВ ПРИ ФЛОТАЦИИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД

Гулнора Кахаровна Салижанова, Жасур Пардабаевич Хаитматов

Ташкентский государственный технический университет

ARTICLE INFO.

Ключевые слова:

Обогащение, вещественный состав, вкрапленность, упорные руды, флотация, технологический процесс, выход продукта, извлечение, схема флотации.

Аннотация

Для флотации изучаемой пробы руды испытывался новый реагент марки Р-1в качестве собирателя. Предлагаемый в качестве собирателя реагент Р-1при флотации шихты руд месторождений Кочбулак по величине извлечения металлов дает такие же результаты, как и дорогостоящий собиратель марки БКК. Флотации подвергались не только исходные руды, но и хвосты гравитационного обогащения руд.

<http://www.gospodarkainnowacje.pl/> © 2022 LWAB.

На сегодняшний день во всем мире ведутся работы по совершенствованию технологических схем обогащения и гидрометаллургической переработки золотосодержащих руд, максимальному вскрытию золотосодержащих сульфидов путем разработки новых технологических и технических решений и повышению эффективности переработки. Увеличение цен на золото создают благоприятные условия для вовлечения в отработку сложных по переработке золотосульфидных руд и расширения минерально-сырьевой базы. Несмотря на значительные успехи в вопросах повышения эффективности переработки сульфидных золотосодержащих руд остаются не до конца решенными вопросы, связанные с разработкой технологии их переработки методом гравитационного и флотационного обогащения с использованием реагентов из отходов местной промышленности

Целью данной работы является изучение вещественного состава проб руды и разработка эффективной технологии извлечения золота с применением новых реагентов из исследуемых руд.

В качестве объекта исследования нами выбраны пробы золотосодержащей руды месторождения Кочбулак, а метода обогащения – флотация.

Перед началом исследования необходимо было определить, к какому типу относится данная руда. Обычно предварительное определение выполняют на основании геолого-минералогической информации, получаемой с паспортом пробы. Более точно тип руды определяют после изучения вещественного состава пробы.

Вещественный состав пробы руд нами изучен спектральным, химическим, гранулометрическим, минералогическим и другими методами.

В результате проведенных лабораторных исследований по изучению вещественного состава

золотосодержащих руд определено, что изучаемые руды относятся к малосульфидному, смешанному типу. Рудными минералами, представленными к обогащению, являются арсенопирит и пирит, в количестве единичных знаков отмечаются халькопирит, халькозин, ковеллин и сфалерит. Из нерудных минералов широко представлены кварц, слюдистые минералы и полевые шпаты. Главным полезным компонентом руды является золото, которое присутствует как в самородной, так и в субдисперсной форме, связанной с сульфидами и продуктами их окисления.

Как известно, крупность золота является одно из его важнейших технологических свойств. Крупное золото при измельчении руды освобождается от связи с минералами, образующиеся свободные золотины легко улавливаются при гравитационном обогащении, но плохо флотируются и медленно растворяются при цианировании. Поэтому в начале опытов для выделения относительно крупных частиц самородного золота и сульфидов из руды применяли гравитационное обогащение.

На всех пробах руды опыты проводились по схеме, изображенной на рис.1. Отсадка проводилась при крупности руды -1+0 мм.



Рис. 1. Технологическая схема гравитационного обогащения руд

Тяжелая фракция отсадки доизмельчалась в шаровой мельнице до требуемой крупности. В опытах варьировалась крупность материала, обогащенного на столе от 1 до 0,1 мм с целью получения максимально возможного извлечения золота и его содержания в концентрате.

Результаты опытов при оптимальной крупности руд приведены в табл.1.

Таблица 1 Результаты гравитационного обогащения золотосодержащих руд в оптимальных условиях на концентрационном столе

Месторождение	Наименование продуктов	Выход, %	Содержание, г/т		Извлечение, %		Оптимальная крупность руды, мм
			Au	Ag	Au	Ag	
Кочбулак	Концентрат	3,8	160,86	509,89	81,5	34,6	-0,25+0
	Промпродукт	3,2	7,26	64,75	3,1	3,7	
	Хвостыграв.	93,0	1,24	37,15	15,4	61,7	
	Руда	100,0	7,5	56,0	100,0	100,0	

Флотационные опыты проводили по схеме (рис. 2), включающая измельчение руды, основную, контрольную и две перечистные операции флотации.



Рис 2. Схема флотационного обогащения руды

При флотации шихты руд месторождений Кочбулак был определен следующий оптимальный режим флотации с использованием традиционных реагентов: крупность измельчения % кл. - 0,071 мм -80,0; расход реагентов, г/т: в измельчении: сода кальцинированная 600; в основную флотацию: БКК-115; Т-92- 80; в контрольную флотацию: БКК - 50; Т-92 - 20. Время основной флотации, мин: - 10, контрольной флотации - 10; 1 перечистки- 7; 2 перечистки - 5.

В опытах варьировались: крупность измельчения от 80 до 100 % кл.-0,071 мм, расходы сернистого натрия, соды кальцинированной, медного купороса, бутилового ксантогената калия (БКК), вспенивателя Т-92. В результате для каждой пробы руды был установлен оптимальный режим флотации. Хвосты гравитации флотировались по тем же схемам в оптимальном для руды режиме.

В разработанном режиме проведен опыт в открытом и замкнутом циклах, результаты которых приведены в табл. 2.

Таблица 2 Результаты опытов флотации шихты руд месторождения Кочбулак в открытом цикле и по принципу непрерывного процесса

Наименование продуктов	Выход, %		Содержание, г/т		Извлечение, %	
	от операции	от руды	золота	серебра	от операции	от руды
Открытый цикл						
Концентрат	3,5		190,03	867,0	87,2	54,1
Промпродукт-1	4,4		2,68	119	1,6	9,45
Промпродукт-2	0,7		16,2	199	1,5	2,5
Промпродукт-3	5,0		7,1	72,0	5,1	6,5
Хвосты	83,5		0,4	17,57	4,6	27,2
Руда	100,0		7,55	55,8	100,0	100,0
По принципу непрерывного процесса						
Концентрат	6,4		130,6	645,7	92,6	63,2
Хвосты	94,6		0,6	21,4	7,4	36,8
Руда	100,0		7,5	55,0	100,0	100,0

Как видно из табл.2, при флотации с традиционными реагентами БКК и Т-92 из рассматриваемой руды можно получить концентрат с выходом 6,4 %, содержащий 130,6 г/т золота и 645,7 г/т серебра при извлечении металлов 92,6 и 63,2%, соответственно. В табл. 3 приведены результаты с традиционными реагентами хвостов гравитации, выделенных из шихты.

Как видно из табл.3, при флотации хвостов гравитации извлечение золота в концентрат снижается до 87,1 %, серебра до 60,2 % от операции. При этом качество концентрата ухудшается: содержание в нем золота 20,9 г/т (против 130,6 г/т при флотации из руды), серебра 379 г/т (против 645,7 г/т). Суммарное извлечение золота в гравито-и флотоконцентрат составит 97,6 %, серебра 74,0%

Из большого числа испытанных реагентов в качестве собирателя сульфидных минералов и золота рекомендуется реагент Р-1, представляющий собой отход химической промышленности. Он образуется при фильтрации расплава комовой серы в производстве серной кислоты и олеума, как кек плава серы.

Для сравнения двух различных собирателей БКК и Р-1 проводились опыты в оптимальных условиях, разработанных для каждого собирателя отдельно. Результаты опытов приведены в табл. 3.

Из табл.3 видно, что предлагаемый местный реагент Р-1 дает практически одинаковые результаты с традиционным реагентом БКК по величине извлечения металлов. Так в открытом цикле извлечение золота составляет 87,2 и 77,5%, а серебра -50,4 и 60,2%, в замкнутом цикле эти показатели составляют 92,6 и 87,1% и 63,2 и 60,2%, соответственно.

Таблица 3 Результаты опытов флотации хвостов гравитации руды месторождения Кочбулак

Наименование продуктов	Выход, %		Содержание, г/т		Извлечение, %			
	от операции	от руды	золота	серебра	от операции		от руды	
					Au	Ag	Au	Ag
а) открытом цикле								
Концентрат	3,4	3,3	33,67	500,33	77,5	50,4	14,7	33,0
Промпродукт-1	4,1	3,9	0,88	68,22	2,5	7,4	0,5	4,8
Промпродукт-2	1,0	1,0	1,73	75,60	1,2	2,0	0,2	1,3
Промпродукт-3	4,8	4,6	1,62	43,31	5,4	5,5	1,0	3,6

Хвосты	86,7	83,4	0,19	15,13	11,4	34,7	2,1	22,7
Исх.хв.гравит.	100	96,2	1,44	37,8	100,0	100,0	18,5	65,4
б) по принципу непрерывного процесса								
Концентрат	6,0	5,8	20,9	379,0	87,1	60,2	16,1	39,4
Хвосты	94,0	90,4	0,20	16,0	12,9	39,8	2,4	26,0
Исх.хв.гравит.	100,0	96,2	1,44	37,8	100,0	100,0	18,5	65,4

Таблица 4 Результаты сравнительных флотационных опытов с бутиловым ксантогенатом и местным реагентом «Р-1» на шихте из месторождений Кочбулак.

Наименование продуктов	Выход, %	Содержание, г/т		Извлечение, %		Расход реагентов, г/т
		золота	серебра	золота	серебра	
а) в открытом цикле						
Концентрат	1,4	187,35	850,0	87,2	54,1	БКК-180
Промпродукт-1	4,1	3,85	127,4	2,1	9,5	
Промпродукт-2	3,1	11,29	148,5	1,5	2,7	
Промпродукт-3	5,0	6,92	71,5	4,6	6,5	
Хвосты	86,4	0,40	17,2	4,6	27,2	
Руда	100,0	7,52	55,0	100	100	
Концентрат	3,0	217,3	920,64	85,6	50,4	Р-1-150
Промпродукт-1	5,1	4,7	107,45	3,2	10,0	
Промпродукт-2	1,0	14,25	120,6	1,9	2,2	
Промпродукт-3	4,2	7,32	88,7	4,1	6,8	
Хвосты	86,7	0,45	19,34	5,2	30,6	
Руда	100,0	7,50	54,8	100,0	100,0	
в закрытом цикле						
Концентрат	5,01	131,34	615	89,6	62,7	БКК-180
Хвосты	94,99	0,35	15,5	7,2	34,7	
Руда	100,0	7,50	55,0	100,0	100,0	
Концентрат	4,9	140,9	721	92,8	65,3	Р-1-150
Хвосты	95,1	0,55	17,48	10,4	37,3	
Руда	100,0	7,50	55,0	100,0	100,0	

Следует отметить, что извлечение золота на 2,1% и серебра 3,7% с Р-1 ниже, чем при флотации с БКК (в замкнутом цикле). В открытом цикле извлечение золота с Р-1 на 1,6%, а серебра на 2,6% ниже чем с БКК.

Полученные данные убедительно свидетельствуют о возможности замены БКК реагентом Р-1 на Ангресской ЗИФ при флотации смеси руд месторождений Кочбулак.

Флотоконцентраты, полученные с применением реагента Р-1, имея меньший выход на 0,5% в открытом и на 0,5% в замкнутом циклах, соответственно, имеют более высокое качество, чем в опытах с ксантогенатом: 217,3г/т золота против 187,35 г/т и 920,64 г/т серебра против 850,1 г/т в открытом цикле и 140,9 против 131,34 г/т золота и 721 г/т против 615 г/т в замкнутом цикле.

Таким образом, технологическими пробами выполнено гравитационное обогащение при различной крупности помола и проведены флотационные опыты с применением традиционных и местного реагента Р-1. Получены высокие технологические результаты по обогатимости технологических проб и выданы рекомендации для руд месторождений Кочбулак традиционными и местными реагентами. Из пробы получен концентрат с выходом 1,4%, содержащего золота 187,35 г/т и серебра 850,0 г/т при извлечении золота 87,2% и серебра 54,1%.

Литературы

1. Anatoly M. Sazonov, Sergey A. Silyanov and others Composition and Ligand Microstructure of Arsenopyrite from Gold Ore Deposits of the Yenisei Ridge (Eastern Siberia, Russia), *Minerals* 2019, 9(12), 737; <https://doi.org/10.3390/min9120737>
2. Lu Yang, Zhenna Zhu and others, The Process of the Intensification of Coal Fly Ash Flotation Using a Stirred Tank, *Minerals* 2018, 8(12), 597; <https://doi.org/10.3390/min8120597>
3. Umarova, I. K., Salijanov, G. K., & Aminjanova, S. I. (2018). Study on the enrichment of polymetallic ores of the deposit Handiza. Recommended for publication by the Scientific Research Council of the Uni-versity of Petroşani, 05.03. 2019 Recommended for publication by the Academic Board of the KryvyiRih National University, Minutes № 7, 26.02. 2019, 286.
4. Ахмедов Х., Бекпулатов Ж.М. Изучение вещественного состава и обогатимости проб руды одного из месторождения Республики Узбекистан // Горный информационно-аналитический бюллетень. –Москва, 2017. №1.– С. 210-217.
5. Salijanov G. Q., и др. Study on the enrichment of polymetallic ores of the deposit Handiza //Recommended for publication by the Scientific Research Council of the Uni-versity of Petroşani, 05.03. 2019 Recommended for publication by the Academic Board of the KryvyiRih National University, Minutes № 7, 26.02. 2019. – 2018. – С. 286.
6. I.K. Umarova, G.K. Salijanov, S.I.Aminjanov. Study of the relationship of the degree of gold extract from granulometric composition of the processed ore. 2nd International scientific and technical internet conference “innovative development of resource-saving technologies of mineral mining and processing”. Petrosani, Romania. November 15, 2019.
7. Ахмедов Х., Попов Е. Л. и др. Сравнительные испытания новых местных реагентов в полупромышленных условиях. Горный вестник Узбекистана, № 39, 2009.
8. Г.Қ.Салижанова Технология переработки золотосодержащей руды месторождения Алтынказган XIII международная конференция Ресурсов оспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр Москва - Грузия 2014
9. Salijanov G.K. Bekpulatov J.M Sample enrichment results of ore deposits by using traditional and local reagent “ps” in kalmakyr and saricheku (uzbekistan). *European Sciences review Scientific journal* № 5–6 2017 (May–June) Vienna 2017 75 – 79
10. Х.Ахмедов Г.Қ.Салижанова Разработка технологии обогащения золотосодержащей руды участка Левобережный «Горный вестник» №2 Узбекистана 2007, Навоий.
11. Х.Ахмедов Г.Қ.Салижанова Разработка технологии обогащения золотосодержащей руды месторождения Кызылорма. Горный вестник» №4 Узбекистана 2008, Навоий.
12. Х.Ахмедов Г.Қ.Салижанова Результаты технологической переработки первичной золотосодержащей проб руды месторождения Даугызтау. Горный вестник» №4 Узбекистана 2008, Навоий.
13. Akhmedov, K., Bekpulatov, Z. M., Solijonova, G. K., & Sharifova, N. Z. (2019). STUDYING OF THE MATERIAL COMPOSITION AND DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF PROCESSING OF GOLD-CONTAINING SULFIDE SAMPLES OF ONE OF THE DEPOSITS OF THE REPUBLIC UZBEKISTAN. *Technical science and innovation*, 2019(1), 69-75.
14. Салижанова, Г. К. (2020). ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ФЛОТОРЕАГЕНТОВ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД. In *Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения* (pp. 59-62).
15. Салижанова, Г. К. & Махмарежабов, Д. Б. (2021). Исследование вещественного состава

медных руд месторождения Ёшлик. АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: сборник статей Международной, 47.

16. Salijanov G. Q. Umarova I.K., Study on the enrichment of polymetallic ores of the deposit handiza Sustainable development of resource-saving technologies in mineral mining and processing Multi-authored monograph UNIVERSITAS Publishing Petroşani, 2019, 286-307 pag.
17. Салижанова Г. К., Уралова Х. ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ФЛОТОРЕАГЕНТОВ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ СУЛФИДНЫХ МЕДНО – МОЛИБДЕНОВЫХ РУД SCIENTIFIC PROGRESS VOLUME 2 | ISSUE Uzbekistan www.scientificprogress.uz 2021 26-31 pag.