

УДК 622.7:669.243.37

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРКОЛЯЦИОННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ДАШКЕСАНСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА

<sup>1</sup>А.А.Гейдаров, <sup>2</sup>Ч.М.Кашкай, <sup>1</sup>А.А. Гулиева, <sup>1</sup>Г.А.Курбанзаде,  
<sup>1</sup>М.К.Махмудов, <sup>2</sup>З.Р.Джафаров

<sup>1</sup>*Институт Катализа и Неорганической химии им. акад.М.Нагиева  
Национальной АН Азербайджана*

*AZ 1143 Баку, пр.Г.Джавида, 113; e-mail: [arif.heyderov.54@mail.ru](mailto:arif.heyderov.54@mail.ru)*

<sup>2</sup>*Институт Геологии и Геофизики Национальной АН Азербайджана  
AZ 1143 Баку, пр.Г.Джавида, 119; e-mail: [gia@azdata.net](mailto:gia@azdata.net)*

*Исследование проведено на образцах текущих хвостов обогащения Дашкесанского горно-обогатительного комбината (Азербайджан) с содержанием Al, Ca, Fe, Si, Co, Cu, Zn, Mn. Главными минеральными фазами отходов обогащения являются кварц, каолинит, клинохлор, кальцит, доломит, пирит, гематит и андродит. Из существующих технологий для переработки такого вида сырья наиболее простым и дешевым способом является кучное и подземное выщелачивание. Лабораторными исследованиями установлены рациональные параметры и режимы процесса выщелачивания. Определены принципиальные возможности извлечения Al, Co, Cu, Zn, Mn сернокислотными растворами из текущих хвостов обогащения в режиме кучного выщелачивания. Показано, что после 6-го цикла орошения 1н. серной кислотой достигается извлечение в раствор 65.9% Co, 30.5% Cu, 25.1% Zn, 17.5% Mn, 4.1% Fe, 1.82% Al.*

**Ключевые слова:** перколяционное выщелачивание, текущие хвосты обогащения, перколяционные колонки, орошение, степень извлечения

### ВВЕДЕНИЕ

При разработке месторождений железных ископаемых открытым способом на земной поверхности формируются отвалы вскрышных пород, занимающие огромные земельные площади. Кроме того, добытое сырье после обогатительной фабрики образует отходы, размещенные в хвостохранилищах. В Дашкесанском горно-обогатительном комбинате (ГОК), после обогащения измельченных руд и выделения магнитной сепарацией железорудных концентратов, все сульфоарсенидные и сульфидные соединения, в том числе кобальтин и другие кобальтовые минералы, а также кобальтсодержащий пирит, халькопирит и др., вместе с нерудными минералами выбрасываются в виде «хвостов» в каньонобразную долину реки Кошкарчая, где загрязняют и загромождают природную долину реки, что нарушает

природный баланс и первозданную красоту природы [1]. Начиная с 1954 г. при переработке железных руд получено 46.5 миллионов тонн отвалов, которые занимают 14 га площади. В настоящее время только отвалы мокрых хвостов комбината составляют 25 миллионов тонн.

Извлечение ценных компонентов из отходов переработки, в частности, хвостов обогащения, представляет не только экономический интерес, но и необходимо для предотвращения миграции металлов в окружающую среду под воздействием атмосферных факторов. Для обоснования возможности и целесообразности вовлечения хвостов обогащения в промышленную эксплуатацию на базе Дашкесанского ГОК были проведены лабораторные исследования по технологии выщелачивания текущих хвостов этой

фабрики. Одним из наиболее перспективных направлений в технологии переработки окисленных медных, цинковых и никелевых руд является сернокислотное кучное и подземное выщелачивание [2-5]. В соответствии с предлагаемым нами вариантом выщелачивания, в методическом плане мы имеем дело одновременно как с кучным выщелачиванием, так и подземным. А именно: накопленные за многие годы отходы с определенным гранулометрическим составом расположены на ограниченном участке в долине реки Кошкарчай и в поперечном сечении имеют вид треугольника. В этом плане это есть классическая куча емкостью более 20 миллионов тонн, только перевернутая широким основанием вверх, которая открыта и может быть использована для орошения выщелачивающим раствором. Но, поскольку выщелачивание предполагается производить на месте залегания этой кучи, где боковыми стенками являются практически водонепроницаемые вулканогенно-осадочные образования, то эта модель носит признаки подземного выщелачивания. Такой подход оправдывается экономической целесообразностью, так как содержание целевых компонентов слишком мало и любые прочие горнотехнические работы могут свести

рентабельность к нулю.

С другой стороны, поскольку выщелачивание нами производится сернокислыми растворами, то опять же возникает вопрос экономической оправданности закупки и доставки огромного количества серной кислоты, ее хранения и выполнения требований техники безопасности. Решение этой задачи мы видим в организации добычи серной кислоты методом кучного выщелачивания непосредственно на Дашибесан-Загликском алюминитовом месторождении, благо расположенного прямо рядом и, причем, гипсометрически на более высоком уровне. В случае реализации алюминитовой технологии на месте, стоимость производства серной кислоты фактически будет окупаться за счет добычи алюминия и станет возможным доставка серной кислоты по трубам самотеком до железорудных хвостов. Таким образом, эксплуатационные расходы по выщелачиванию хвостов будут почти сведены к нулю, и все расходы будут касаться только гидрометаллургии выщелачиваемых металлов. Имитация этих процессов в лабораторных условиях обычно осуществляется путем перколяционного выщелачивания, в данном случае, мокрых хвостов обогащения Дашибесанского ГОК.

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лабораторные исследования проводились на перколяционных колонках диаметром 4-5 см и высотой 25 см. В колонки загружался отвальный материал (300-500 г), который замачивался раствором серной кислоты различной концентрации (0.1-2н.) в капельном режиме орошения. В ходе экспериментов в лабораторных условиях был проведен факторный анализ выщелачивания текущих хвостов обогащения. Рассматривались закономерности влияния состава растворителя, режима и продолжительности выщелачивания на качество продуктивных растворов и уровень извлечения ценных компонентов. Продуктивные растворы анализировались на содержание свободной кислоты, кобальта,

марганца, меди, железа и других металлов. После определения концентрации кислоты и металлов растворы доукреплялись до исходной кислотности и вновь использовались для выщелачивания. Такой раствор вновь подавали на орошение, наращивая в нем содержание выщелачиваемых металлов.

На втором этапе лабораторных исследований проводилось сравнение динамики извлечения металлов из хвостов обогащения новыми порциями серной кислоты с одной и той же концентрацией, с периодичностью несколько суток, пока выход ценных компонентов не прекратится. Некоторые опыты проводились с растворами серной кислоты без оборота продуктивных растворов, с целью оценки влияния

концентрации серной кислоты на интенсивность извлечения металлов. Остаточное содержание полезных компонентов в кеке выщелачивания рассчитывалось по разнице извлеченного в раствор металла и исходного состава. Определение металлов в растворе проводилось на рентгенофлуоресцентном спектрометре «BRUKER S2 Picofox».

Гранулометрический, химический и минералогический состав текущих хвостов Дашкесанского ГОК показаны в таблицах 1-3. Как видно из табл.1, в гранулометрическом составе хвостов преобладают (в среднем 70-90%) частицы крупностью менее 0.3мм.

**Табл 1.** Гранулометрический состав текущих хвостов.

№ пробы	Влажность проб, %	Средний гранулометрический состав текущих хвостов, %							
		+ 0.63 mm	- 0.63 + 0.4 mm	- 0.4 + 0.315 mm	- 0.315 + 0.16 mm	- 0.16 + 0.1 mm	- 0.1 + 0.063 mm	- 0.063 + 0.005 mm	- 0.005 mm
Проба №1	12.5	1.3	1.9	6.9	42.5	22.3	11.4	7.7	6.0
Проба №2	0.74	6.5	6.1	17.2	44.8	14.2	5.9	2.3	3.0
Проба №3	4.6	3.2	3.3	8.8	31.5	20.7	14.7	4.5	13.3

По результатам рентгенофазового анализа, выполненного на рентгеновском дифрактометре AXS фирмы «Brüker», главными минеральными фазами отходов обогащения являются кварц ( $\alpha\text{-SiO}_2$ ) – 13.3%, каолинит – 12.2%, клинохлор – 9.3%, кальцит – 14.8%, доломит – 3.0%, пирит -1.5%, гематит - 5.6%, андрадит – 40.3%. Основными компонентами данных проб хвостов является алюминий (2.7%),

кальций (6.5%), железо (8.23%) и кремний (15.9%). Самостоятельные медные, марганцевые, кобальтовые минералы в отвалах отсутствуют. Эти металлы, по-видимому, изоморфно замещают магний и железо в кристаллической решетке основных минералов. Содержание ценных металлов как микропримесей следующие, г/т: Co - 27-60; Cu - 432-517; Mn-2411-2800; Zn -155, Pb - 82, Zr - 28, As -121.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При выщелачивании пробы песка без оборота продуктивных растворов преследовалась цель оценки влияния концентрации серной кислоты на интенсивность извлечения металлов, например меди (Рис.1). Как видно, при увеличении

концентрации серной кислоты от 0.1н. до 2н. количество перешедшей в раствор меди увеличивается за 2 часа промывания. В результате многочисленных опытов была найдена оптимальная концентрация серной кислоты, равная 1н.

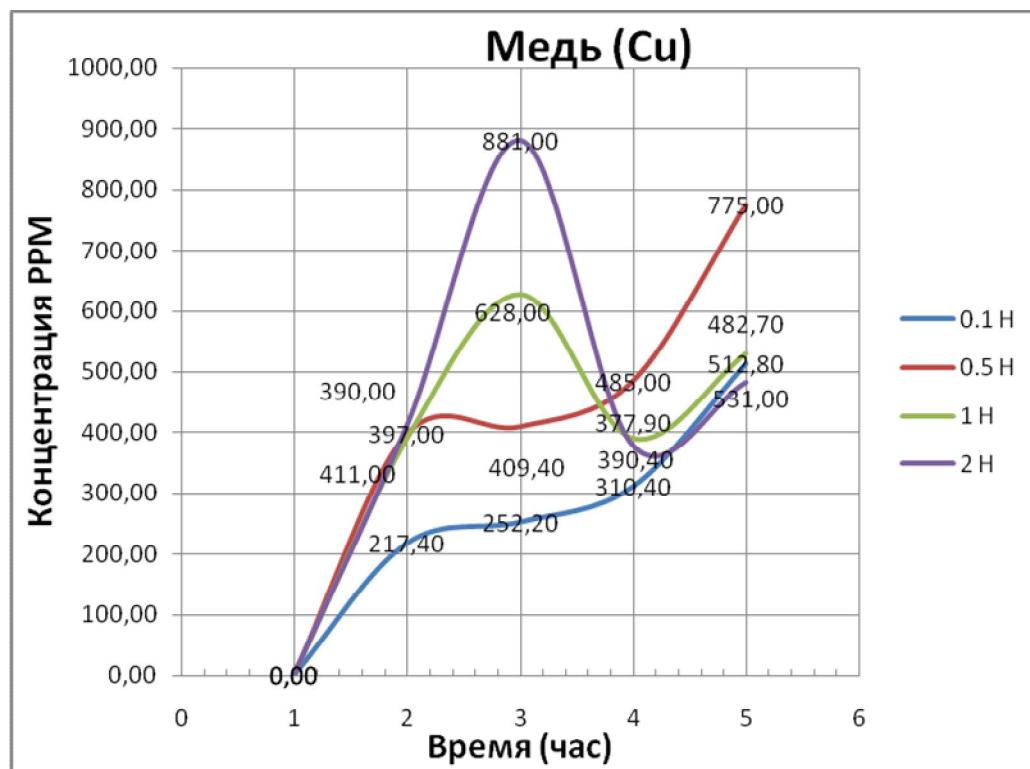


Рис 1. Концентрация меди в растворе при выщелачивании

В табл. 2 показаны результаты промывания хвостов массой 500 г 1н. раствором серной кислоты в капельном режиме орошения. В первом цикле орошения объем раствора уменьшился до 200 мл. Во время орошения pH раствора на

выходе перколятора изменился от 8 до 6.0. Как видно, в первые минуты компоненты хвостов, а именно кальцийсодержащие минералы (кальцит и доломит) нейтрализуют серную кислоту и pH раствора увеличивается с 1.5 до 8.

Табл 2. Концентрация металлов в продуктивном растворе при капельном режиме орошения. (Время орошения - 30 минут, масса навески - 500 г, начальная концентрация H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - 1н. (pH=1.5), объем промывочного раствора - 300 ml)

Опыт		Концентрация металлов, мг/л							pH раствора после орошения
		Ca	Co	Mn	Cu	Zn	Fe	Sr	
I	1 цикл орошения	1537	0.89	2.39	0.93	1.50	3.41	7.06	8
II	2 цикл орошения	2700	1.52	40.59	2.97	4.09	-	11.86	6.96
III	3 цикл орошения	2891.5	7.57	133.59	4.66	14.98	-	13.284	6.8
IV	4 цикл орошения	3115.7	23.33	293.69	94.26	35.53	-	14.177	6.6
V	5 цикл орошения	3271.8	31.23	391.99	227.66	43.39	-	14.53	6.4
VI	6 цикл орошения	4046.7	48.96	567.99	891.26	63.1	220	16.84	6.0

При этом концентрация цветных металлов в растворе незначительна. Это объясняется тем, что при орошении происходит как гидролиз, так и сорбция ионов металлов на развитой поверхности

частиц хвостов из-за повышения pH от 1 до 8. При втором и третьем циклах орошения pH раствора понижается до 6.96 и 6.8 соответственно, при этом концентрации Co, Mn, Cu, Zn, остаются минимальными (рис 2.).

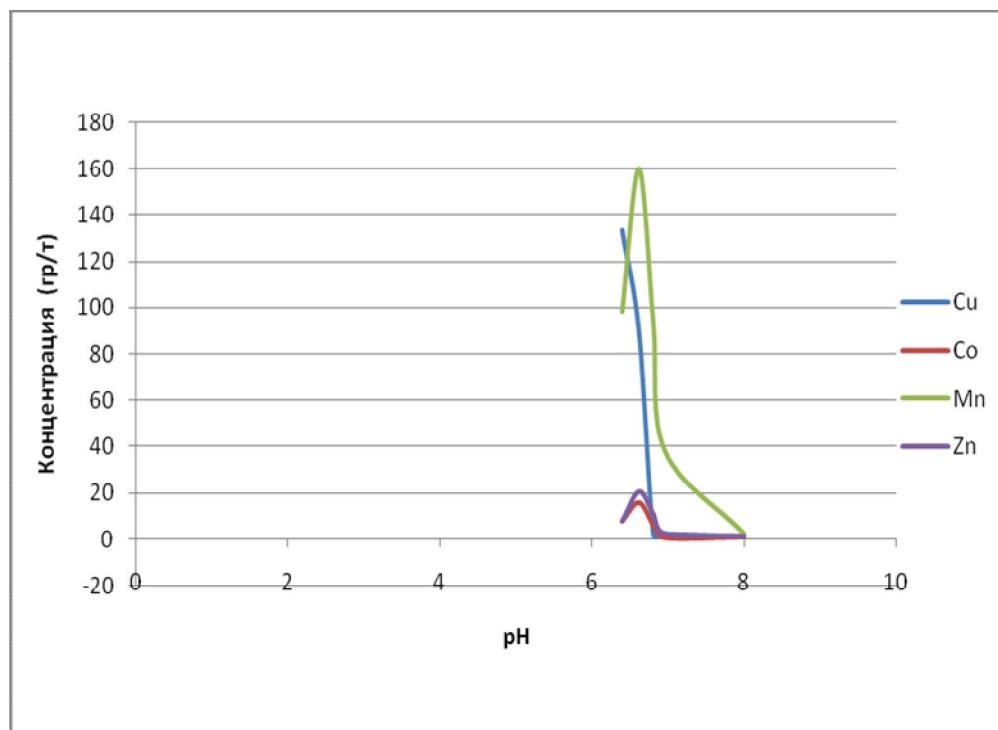


Рис 2. Степень извлечения металлов в зависимости от pH раствора

С понижением pH раствора до 6.6 (опыт 4) наблюдается заметное увеличение концентрации металлов в растворе (Mn-160.1мг/л, Cu-89.6 мг/л, Co-15.76мг/л, Zn-20.55 мг/л). При этом уровне кислотности переход железа в раствор пока не наблюдается. А при шестикратном цикле орошения pH конечного раствора достигает 6.0 и при этом, наряду с Co, Mn, Cu и Zn в растворе, отмечается некоторое содержание железа (220 мг/л).

Вторая серия опытов проводилась с целью определения времени выщелачивания металлов посменно. Промывной раствор (1н. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) в перколяторе оставляли на 24 часа (табл.3). Как видно из табл.3, с 1-го по 4-ый день орошения

содержание металлов в растворе увеличилось до максимального значения, а pH раствора при этом уменьшился с 7 до 3.5. Это явление объясняется преимущественным растворением металлов вначале из минералов, находящихся в тонких фракциях и приповерхностных слоях частиц хвостов. Далее интенсивность выщелачивания (5-ый и 6-ой день орошения) и содержание металлов в растворах уменьшилось в связи с увеличением диффузионных ограничений, наступающих при проникновении выщелачивающих растворов вглубь частиц хвостов обогащения и редиффузии продуктов реакции в продуктивный раствор.

**Табл 3.** Концентрация металлов в продуктивном растворе за 7 суток орошения.  
(Масса навески - 500 г, начальная концентрация H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-1н., объем промывочного раствора в первом цикле 200 мл, объем промывочного раствора в последующих циклах - 100 мл)

Опыт	Концентрация металлов, мг/л						pH раствора после орошения
	Al	Co	Mn	Cu	Zn	Fe	
I 1цикл орошения	27.03	15.6	337	11.73			7

I I	2 цикл орошения	64.59	39.98	1020	127.84	22.5	1175.4	5
I I I	3 цикл орошения	294.69	45.28	1336.42	259.34	37.7	2344.4	4
I V	4 цикл орошения	1476.9	58.9	1568.52	456.44	55.3	5567.4	3.5
V	5 цикл орошения	2503.3	-	1792.52	585.94	76	9099.9	2
V I	6 цикл орошения	3227.79	-	1899.62	635.94	89.16	13628.7	1.5
	Количество металлов, перешедших в раствор	1.82%	65.9%	17.5%	30.5%	25.1%	4.1%	

Следующая серия опытов была проведена орошением отходов без доукрепления кислотой оборотных растворов, т.е растворы, полученные на первом этапе орошения, вновь приливались в перколяционную колонку.

**Табл 4.** Концентрация металлов в растворе без укрепления кислотой оборотных растворов. (Масса навески - 40 г, объем раствора – 40 мл, время между орошениями - 5 минут)

Опыт		рН раствора до орошения	Концентрация металлов в растворе, мг/л						рН раствора после орошения
			Ca	Mn	Co	Cu	Zn	Fe	
I	1цикл орошения	2.0	721	16.41	0.23	17.21	1.71	3.18	3
II	2 цикл орошения	3.0	862	17.25	1.11	15.15	1.44	2.34	4.4
III	3 цикл орошения	4.4	900	19.20	0.58	15.02	2.30	2.84	6
IV	4 цикл орошения	6.0	458	12.99	0.26	5.61	1.64	2.58	6.5

При выщелачивании отходов без доукрепления кислотой оборотных растворов содержание металлов постепенно увеличивается. В четвертом цикле выщелачивания (при исходном рН=6) концентрация металлов постепенно уменьшается (например, медь снижается с 17.21 до 5.61 мг/л) в связи с тем, что происходит как гидролиз, так и сорбция ионов металлов на развитой поверхности частиц хвостов.

Одним из важнейших параметров регулирования гидрометаллургических процессов является величина pH раствора, отражающая и определяющая состояние кислотно-основных равновесий в растворе. Величина pH отфильтрованного раствора,

как видно из табл.4, существенно отличается от pH исходного раствора, что может привести к нарушению технологии и снижению эффективности процесса. Поэтому необходимо определиться, какое значение pH надо поддерживать в начальной пульпе, чтобы в итоге в производственном растворе иметь то же значение pH, что и при периодическом процессе. При обороте головных растворов темпы извлечения металлов несколько ниже, чем без оборота. Обороты головных растворов на начальных этапах позволяют понизить содержание металлов в растворе. Для уточнения механизма перевода ионнорасторимых металлов из твердой фазы необходимо более детальное изучение

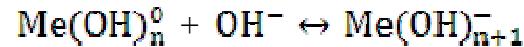
распределения ионных форм металлов, присутствующих в сульфатном растворе в зависимости от pH. Известно, что для каждой гидроокиси металла имеется узкая область концентрации водородных ионов, в пределах которых происходит их максимальное осаждение.

При кучном выщелачивании компоненты отвалов переходят в раствор в сульфатной форме. В водном растворе сульфаты Cu(II), Zn (II), Fe(II) и (III), Co(II) диссоциируют по уравнению:



Образующиеся катионы подвергаются ступенчатому гидролизу с образо-

ванием гидрооксокомпонентов в соответствии со схемой:



Ионы  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  в зависимости от концентрации катиона и pH в растворе находятся в разных ионных и молекулярных формах. Ниже приводим данные для вышеуказанных ионов, которые в зависимости от области pH находятся в ионнорастворимой или нерастворимой формах (табл. 5).

**Табл 5.** Распределение форм металлов в сульфатном растворе в зависимости от pH среды

$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Zn(OH)}^+$	$\text{Zn(OH)}_2$	$\text{Zn(OH)}_4^{2-}$
pH=1-5.6 (100%)	pH=6-8.2 (63%)	pH=8-9 (40%)	pH=9-11 (23%)
pH=7.5 (50%)	pH=9.0 (50%)	pH=10 (78%)	pH=12 (35%)
pH=8.2 (20%)	pH=10 (10%)	pH=11 (18%)	pH=13 (0%)
pH=9.7 (0,5%)	pH=11 (0%)	pH=12 (0.5%)	
$\text{Cu}^{2+}$	$\text{CuOH}^+$	$\text{Cu(OH)}_2$	$\text{Cu(OH)}_3$
pH=1-6.0 (100%)	pH=5-7 (20%)	pH=6-10 (100%)	pH=11-13 (50%)
pH=7.0 (50%)	pH=8 (10%)	pH=10-12 (80%)	
pH=8.0 (0%)	pH=9.5 (0%)	pH=13.5 (0%)	
$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Fe(OH)}^{2+}$	$[\text{Fe(OH)}_3]^{5+}$	$[\text{Fe(OH)}_2]^+$
pH=1.5-2.0 (70%)	pH=2-2.5 (8%)	pH=2.5-3.5 (85%)	pH=3.5-4 (9%)
pH=2-2.5 (20%)			
pH=2.5-4 (10%)			
$\text{Co}^{2+}$		$\text{Co(OH)}_2$	$\text{Co}_2(\text{OH})_4^{4+}$
pH=3-6 (100%)		pH=6.5-10 (100%)	pH=9-11 (100%)
pH=6.5 (40%)			

Понижение содержания ионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  при выходе из перколятора объясняется следующим образом. В области оптимальных значений pH селективного извлечения ценных компонентов из раствора (pH=5.2-6.2) Fe(III) почти на 100% представляется в форме  $\text{Fe(OH)}_3$ , цинк - в форме  $\text{Zn}^{2+}$  (92.8-99.9) и  $\text{Zn(OH)}^+$  (0.2-7.6%), медь на 99.0-99.9% присутствует в виде  $\text{Cu}^{2+}$  и весь кобальт

находится в форме  $\text{Co}^{2+}$  (табл. 5).

Повышение pH до нейтрального значения (pH=7) переводит растворенные  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Co}^{2+}$  в осадок за счет адсорбции этих ионов на свежеобразованном гидроксиде железа(III). Осаждение железа(III) в значительных количествах в виде гидроксида Fe(III) начинается при pH > 3.0 и практически заканчивается при pH=10 осаждением в виде гидроксида

Fe(II). Ввиду амфотерного характера алюминия, полное осаждение его происходит при pH>5.0, а при увеличении pH выше 8.0 наблюдается его частичное растворение в щелочной среде с образованием алюминатных растворов. Заметное осаждение иона Mn наступает при pH>6.5–7.0 и практически заканчивается при pH=10. Необходимо отметить, что наряду с осаждением Mn<sup>2+</sup> в виде Mn(OH)<sub>2</sub>, происходит его окисление кислородом воздуха до гидратов окиси Mn(III) и Mn(IV) бурого цвета.

Изложенные выше данные о ходе осаждения катионов из производственных растворов хорошо согласуются с литературными данными. Перколяторные исследования показали, что для процессов оптимального выщелачивания указанных металлов следует придерживаться значений pH не выше 6.

Таким образом, данные экспериментальные исследования обосновывают возможность организации технологических работ по добыче ценных металлов из хвостов Дашкесанского ГОК.

**Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской Республики - Грант №EiF/MQM/ Sənaye-2014-4(19)-06/06/2.**

## ЛИТЕРАТУРА

1. Азадалиев Дж.А., Ахмедов Д.М., Бабаев И.А. Кобальтность скарново-магнетитовых руд Дашкесанского рудного поля и перспективы комплексной переработки их «хвостов» для извлечения кобальта и ряда ценных примесных металлов. // Известия науки о земле, 1998, №1, с.21-27.
2. Чувашов П.Ю., Халезов Б.Д., Ватолин Н.А. Поисковые исследования перколяционного выщелачивания окисленных никелевых руд Серовского месторождения. // Горный информационно-аналитический бюллетень Уральского отделения РАН. Научно-технический журнал. 2011, №12, с.183-190.
3. Халезов Б.Д. Исследование и разработка технологии кучного выщелачивания медных и медно-цинковых руд. Дис.... докт.техн. наук. Екатеринбург. 2008. 475 с.
4. Qin Wen-qing, Zhen Shi-jie., Yan Zhong-qiang., Campbell Maurice. Heap bioleaching of a low-grade nickel-bearing sulfide ore containing high levels of magnesium as olivine, chlorite and antigorite. // Hydrometallurgy. 2009, vol. 98, №1-2, p. 65-69.
5. Dale F.Rucker. Deep well rinsing of a copper oxide heap. Hydrometallurgy. 2015, vol.153, p.145-153.

## REFERENCES

1. Azadaliev Dzh.A., Ahmedov D.M., Babaev I.A. Kobal'tnost' skarnovo-magnetitovyh rud Dashkesanskogo rudnogo polja i perspektivy kompleksnoj pererabotki ih «hvostov» dlja izvlechenija kobal'ta i rjada cennyh primesnyh metallov. *Izvestija nauki o zemle*, 1998, no.1, pp.21-27.
2. Chuvashov P.Ju., Halezov B.D., Vatolin N.A. Poiskovye issledovanija perko- ljacijonnogo vyshelachivanija okislen- nyh nikelевыхrud Serovskogo mestorozhdenija. *Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten' Ural'skogo otstelenija RAN. Nauchno-tehnicheskij zhurnal.* 2011, no.12, pp.183-190.
3. Halezov B.D. Issledovanie i razrabotka tehnologii kuchnogo vyshhelachivanija mednyh i medno-cinkovyh rud. Dis.... dokt.tehn. nauk. Ekaterinburg. 2008. 475 p.

4. Qin Wen-qing, Zhen Shi-jie., Yan Zhong-qiang., Campbell Maurice. Heap bioleaching of a low-grade nickel-bearing sulfide ore containing high levels of magnesium as olivine, chlorite and antigorite. *Hydrometallurgy*. 2009, vol. 98, no. 1-2, pp. 65-69.
5. Dale F.Rucker. Deep well rinsing of a copper oxide heap. *Hydrometallurgy*. 2015, vol.153, pp.145-153.

**RESEARCH INTO PERCOLATION LEACHING OF VALUABLE COMPONENTS OUT OF ENRICHED WASTES OF DASHKESAN MINING AND PROCESSING PLANT**

**A.A.Geydarov, Ch.M.Kashkay, A.A.Quliyeva, A.Kh.Qurbanzade,  
M.K.Mahmudov, Z.R.Jafarov**

<sup>1</sup>*Acad.M.Nagiyev Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry of the ANAS  
H. Javid Ave., 113, AZ 1143 Baku,Azerbaijan; e-mail: arif.heyderov.54@mail.ru*

<sup>2</sup> *Institute of Geology and Geophysics of the ANAS  
H. Javid Ave., 119, AZ 1143 Baku, Azerbaijan; e-mail: [gia@azdata.net](mailto:gia@azdata.net)*

The research has been carried out on samples of current waste enrichment factory of Dashkesan **mining and processing plant** (Azerbaijan) containing Al, Ca, Fe, Si, Co, Cu, Zn, Mn. Main phase waste enrichment phases are quartz, kaolinite, clinochlore, calcite, dolomite, pyrite, hematite, andradite. As for existing technologies, the simplest and cheapest method to reprocess raw material of this type are heap and underground leaching. Rational parameters and regimes of leaching process for laboratory purposes have been determined. Principal potentials for extraction Al, Co, Cu, Zn, Mn through the use of sulphuric acid solutions extraction out of current wastes in heap leaching mode have been defined. It revealed that following the sixth cycle of irrigation with In sulfuric acid there has been extracted 65,9% Co, 30,5% Cu, 25,1% Zn, 17,5% Mn, 4,1% Fe, 1,82% Al.

**Keywords:** percolation leaching, waste, percolation column, irrigation, extraction degree.

**DAŞKƏSƏN DAĞ-MƏDƏN FİLİZ SAFLAŞDIRMA KOMBİNATININ  
TULLANTILARINDAN QİYMƏTLİ KOMPOVENTLƏRİN PERKOLASIYA HƏLLOLMASI İLƏ  
TƏDQİQİ**

**A.A.Heydərov, Ç.M.Kaşkay, A.A.Quliyeva, Q.A.Qurbanzadə,  
M.K.Mahmudov, Z.R.Cəfərov**

*AMEA-nin akad. M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutu  
AZ 1143, Bakı, H.Cavid pr., 113; e-mail: arif.heyderov.54@mail.ru*

*AMEA-nin Geologiya və Geofizika İnstitutu  
AZ 1143 Bakı, H.Cavid pr.119; e-mail: [gia@azdata.net](mailto:gia@azdata.net)*

Məqalədə Daşkəsən dəmir filizi saflaşdırıcı fabrikinin Al, Ca, Fe, Si, Co, Cu, Zn, Mn tərkibli tullantıları tətbiq edilib. Zənginləşmədən alınmış tullantıların əsas mineralozi tərkibi belədir: kvars, kaolinit, klinoklor, kalsit, dolomit, pirit, hematit və andradit. Belə tip xammalın mövcud texnoloji emal üsulundan biri də sadə və ucuz sayılan topa və yeraltı yuma üsuludur. Laboratoriya tədqiqatlarında həllolma prosesinin səmərəli parametr və rejimləri müəyyənləşmişdir. Topa həllolma rejimində nəm tullantılardan sulfat turşusu məhlulu ilə Al, Co, Cu, Zn, Mn-in principial çıxarılması şəraiti təyin edilmişdir. 1 n. sulfat turşusu ilə altinci dəfə yuyulmadan sonra məhlula keçən metalların çıxım faizi belə olmuşdur: 65.9% Co, 30.5% Cu, 25.1% Zn, 17.5% Mn, 4.1% Fe, 1.82% Al.

**Açar sözlər:** perkolyasiya həllolması, tullanti, perkolyasion kalonka, sulama, çıxım faizi.

Поступила в редакцию 05.01.2016.