

УДК 622.7

Агломерационная флокуляция как способ извлечения золота из техногенных месторождений

Н.К. Алгебраистова, А.В. Макшанин*

*Сибирский федеральный университет,
Россия 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79¹*

Received 3.06.2011, received in revised form 10.06.2011, accepted 17.06.2011

Предложены процессы на основе агломерационной флокуляции для извлечения золота из техногенных месторождений, образовавшихся при обогащении руд на золотоизвлекательных фабриках (ЗИФ). Исследования выполнены на двух пробах хвостов ЗИФ, работающих по гравитационно-гидрометаллургической и гравитационно-флотационной технологиям. В ходе работы изучено распределение золота по классам крупности, вещественный состав хвостов Коммунарской и Артёмовской ЗИФ. Показано, что предлагаемые процессы обеспечивают извлечение золота из проб на 74,8 и 81,4 % при степенях концентрации металла 27 и 10 соответственно.

Ключевые слова: агломерационная флокуляция, хвосты, ЗИФ, техногенное месторождение.

Введение

Актуальность работы определяется тем, что минерально-сырьевая база золота ухудшается, а в лежалых хвостах золотоизвлекательных фабрик (ЗИФ) находится значительное количество благородного металла. Хвостохранилища занимают огромные площади, негативно влияют на экологическое состояние районов. Обоганительные фабрики являются градообразующими предприятиями, а ряд фабрик прекратил работу из-за отсутствия руды. Ко всему этому на данный момент внимание золотопромышленных компаний направлено на месторождения золота с низким содержанием металла – 2 – 5 г/т, при условии значительных запасов, возможности отработки карьерами и расположении в непосредственной близости от действующих предприятий [1]. Таким образом, работа имеет не только научно-практическое, но и социальное, экологическое значение.

Коммунарская фабрика в настоящее время работает по гравитационно-гидрометаллургической технологии, перерабатывает руды с содержанием в них ценного компонента ~ 2 г/т. Содержание золота в разных участках хвостохранилища составляет от 0,2 до 3 г/т. За длительный период работы Артёмовской ЗИФ было организовано пять запруд для хранения хвостов с содержанием в них золота от 0,3 до 5 г/т. В настоящее время фабрика практически не работает из-за отсутствия руды.

* Corresponding author E-mail address: maction@mail.ru

¹ © Siberian Federal University. All rights reserved

Хвостохранилища фабрик заполнялись на протяжении нескольких десятков лет. За это время поверхность минералов претерпела изменения. При переработке хвостов не требуется дорогостоящая и энергоёмкая операция рудоподготовки. Но зарубежная и отечественная практика показывает, что доизвлечение металла из хвостов традиционными методами малоэффективно. Гравитацией и флотацией извлекается около 40 – 60 % металла.

В связи с вышеизложенным разработка технологий извлечения золота из техногенных месторождений является актуальной задачей.

Процесс агломерационной флокуляции

В основе масляной агломерации углеродистых частиц лежит природная гидрофобность, обуславливающая их преимущественное смачивание органическим маслом по отношению к нерудным частицам в водной среде. Происходящая при этом замена поверхности раздела фаз уголь-вода на поверхность уголь-масло приводит к уменьшению общей поверхности системы, т.е. к устойчивому энергетически выгодному состоянию.

Для смачивания гидрофобных частиц маслом водоуглемазная суспензия подвергается перемешиванию с определенной интенсивностью. В результате соударения угольных частиц между ними образуются масляные «мосты», которые благодаря капиллярному вакууму и силам, действующим на поверхности раздела фаз, удерживают твердые частицы вместе и способствуют возникновению прочных агрегатов (агломератов).

Способ агломерации золота углем заключается в селективном извлечении олеофильных зерен золота поверхностью угольных масляных агломератов (УМА). При создании оптимальных условий можно достичь очень высокой степени извлечения.

Процесс угольно-масляной агломерации был развит и запатентован в начале 80-х гг. XX в. компанией «Бритиш Петролеум». Этот процесс является альтернативой существующим методам извлечения золота. Масло действует как жидкость, соединяющая уголь и золотые частицы. Необходимым условием для успешного применения данной технологии является присутствие раскрытого золота с чистой поверхностью. Нижняя граница размера частиц золота в этом процессе не играет большой роли, следовательно, данный метод может успешно применяться для извлечения тонкого золота [2].

Компания Carbod Pty Ltd для приготовления углемазных гранул предлагает использовать измельченный уголь и нефтепродукт, а компания British oil minerals угольно-масляные агломераты (УМА) предлагает вводить в пульпу как реагент-собиратель. Золото, заключенное в УМА, затем легко может быть извлечено при флотации [3].

Для совершенствования процесса агломерационной флокуляции рядом исследователей предлагается использовать различные присадки, вводить дополнительно мелкодисперсный гидрофобный материал и органические анионные полимеры, неоднократно возвращать в первые операции схемы полученные агломераты [4-7]. Сотрудниками института цветных металлов и материаловедения в качестве носителя предлагается использовать пенополиуретан [8].

Изучение вещественного состава

Коммунаровская ЗИФ. Технология извлечения золота на Коммунаровской ЗИФ гравитационно-гидрометаллургическая. В руде золото связано с кварцем, находится в свобод-

ном состоянии, крупное (более 0,01 мм – свыше 65 %), незначительная доля относится к мелко- и тонкодисперсному. Содержание золота, связанного с сульфидами, колеблется от 0,5 до 2,3 %, присутствие его в кварцевых жилах не более 5 %.

Основными петрогенными компонентами в пробе хвостов являются оксиды кремния и алюминия. Содержание золота в пробе хвостов 0,3 г/т.

Из данных, представленных в табл. 1, видно, что выход класса -0,074 мм в пробе более 48 %, в этом продукте находится более 77 % металла. Несколько обогащён класс +0,25 мм, но выход его незначителен, потери с ним составляют всего 5,5 %.

Усредненный химический и минералогический состав пробы хвостов рудника «Коммунар» приведен в табл. 2 и 3.

Артемовская ЗИФ. Хвосты третьей запруды Артёмовской ЗИФ формировались при обогащении руд Константиновского и Лысогорского месторождений на обогатительной фабрике, технологическая схема которой гравитационно-флотационная.

Пробирный анализ пробы хвостов показал, что содержание золота в исследуемых материалах 2,3 г/т.

Результаты ситового анализа пробы Артёмовской ЗИФ и распределение металла по классам крупности представлены в табл. 4.

Как видно из табл. 4, выход класса +0,2 мм значительный и составляет ~ 46 %; содержание класса -0,074 мм в пробе 31,8 %. Если учесть, что при переработке руд технология предусматривала тонину помола 65-70 % класса – 0,074 мм, следует предположить, что в процессе хра-

Таблица 1. Фракционный состав с распределением золота по классам крупности в хвостах Коммунаровской ЗИФ

Классы крупности, мм	Выход, %	Содержание Au, г/т	Распределение Au, %
+0,25	1,2	1,38	5,5
-0,25+0,15	30,1	0,09	9,1
-0,15+0,074	20,2	0,12	8,1
-0,074+0	48,5	0,48	77,3
Итого	100,00	0,3	100

Таблица 2. Минералогический состав хвостов Коммунаровского рудника

№ п/п	Минералы и группы	Массовая доля, %
1	Кварц	10,5
2	Карбонаты (кальцит, анкерит)	5,9
3	Темноцветные минералы (роговая обманка, пироксены, хлорит, эпидот)	7,4
4	Полевые шпаты, глинисто-медистые минералы, сидерит, каолин	69,9
5	Углистое вещество	0,6
6	Примеси (апатит, циркон)	ед. знак
7	Сульфиды (пирит, пирротин, халькопирит, арсенопирит)	14,0
8	Магнетит	0,3
9	Золото, г/т	0,3-0,35

Таблица 3. Химический состав хвостов Коммунаровского рудника

Элементы, %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₃	K ₂ O	C
Массовая доля, %	51,6	13,96	11,32	0,86	4,82	3,99	0,5	0,66	0,66
Элементы, %	As	Sb	Cu	Zn	Pb	S	SO ₂	Au, г/т	Ag, г/т
Массовая доля, %	0,05	0,013	0,024	0,016	0,007	0,79	0,014	0,3-0,35	0,2-0,25

Таблица 4. Фракционный состав с распределением золота по классам крупности в хвостах Артемовской ЗИФ

Классы крупности, мм	Выход, %	Содержание Au, г/т	Извлечение Au, %
+0,2	46,57	1,7	34,63
-0,2+0,16	14,85	1,9	12,32
-0,16+0,074	6,78	1,9	5,62
-0,074+0,05	22,53	2,6	25,58
-0,05+0	9,27	5,4	21,85
Итого	100,00	2,29	100,00

Таблица 5. Химический состав пробы хвостов Артемовской ЗИФ

Компоненты	Содержание, %	Компоненты	Содержание, %
Au, г/т	2,3	SiO ₂	35,2
Ag, г/т	1,5	TiO ₂	0,27
Cu	0,15	Al ₂ O ₃	5,85
As	0,01	Fe ₂ O ₃	24,2
Na ₂ O	1,44	FeO	13,07
K ₂ O	0,69	MnO	0,075
CO ₂	8,91	CaO	8,51
Ппп	17,84	MgO	4,79
Sb	не обнаружено	P ₂ O ₅	0,15

Таблица 6. Спектральный анализ пробы хвостов Артемовской ЗИФ

Содержание, 10 ⁻³ %												
Pb	Cu	Zn	Co	V	Cr	Ni	Ti	Mn	Ga	Mo	Ba	Zr
1,5	150	15	15	1,5	1,5	1	60	60	0,5	0,3	40	6
Содержание, 10 ⁻³ %				Содержание, %								
Bi	W	As	Y	K	Na	Ca	Mg	Fe	Al	Si		
1,5	0,6	10	1	<1	0,8	2	4	10	3	10		

нения частички «сцементировались». Наиболее богаты по золоту классы менее 0,074 мм. По другим классам крупности металл распределяется пропорционально выходам. Фазовый анализ показал, что золото в пробе представлено на 14,5 % самородной (амальгамируемой) фазой, с сульфидами ассоциировано 76,8 % металла, с силикатами 8,7 %.

Химический и спектральный анализы (табл. 5 и 6) свидетельствуют, что основными петрогенными компонентами в пробе являются SiO_2 , Fe_2O_3 , FeO , CaO в количестве 35,2, 24,2, 13,07 и 8,51 %, соответственно. Содержание серебра в пробе 1,5 г/т, мышьяка 0,01 %, сурьма и ртуть не обнаружены. В незначительном количестве присутствуют свинец, цинк, кобальт, никель (0,001-0,04 %).

Минералогический анализ пробы хвостов Артемовской ЗИФ выявил, что из нерудных минералов преобладает кварц, представленный зернами угловатой, неправильной формы, часто пропитанный гидроокислами железа, из-за чего приобретает рыжеватый цвет. Под микроскопом в шлифах во многих зернах отмечаются регенерационные каемки. Наблюдаются сращения кварца с сульфидами, слюдами. В редких зернах кварца отмечаются тончайшие пленочки золота. Размеры зерен варьируют в пределах 0,05 – 0,2 мм в поперечнике, преобладают зерна размером 0,1-0,2 мм.

Из анализа вещественного состава двух проб хвостов следует, что это труднообогащаемое сырьё, и извлечь из них золото известными методами не представляется возможным.

Технологические исследования

Коммунаровская ЗИФ. Исследования процесса агломерационной флокуляции хвостов Коммунаровской ЗИФ выполняли классическим методом планирования эксперимента. Результаты экспериментов оценивали не только технологическими показателями обогащения, но и критерием Ханкока.

Изучали влияние следующих факторов на эффективность обогащения:

- расход пенополиуретана $q_{\text{п.п.}}$ (2,5 кг/т – 15 кг/т);
- температура, $t^{\circ}\text{C}$ (-20°C – $+65^{\circ}\text{C}$);
- время перемешивания, t , мин (15 – 180 мин);
- расход собирателя (ксантогената 50 г/т – 150 г/т и тиоациланилида (ТАА) 0 г/т – 400 г/т) $q_{\text{кx}}$, $q_{\text{ТАА}}$;
- массовая доля твердого, $\%_{\text{ТВ}}$ (45 – 62,5 %);

Схема экспериментов показана на рис. 1.

При реализации экспериментов в качестве носителя использовали пенополиуретан. Согласно [8], данный носитель имеет следующие преимущества:

- легко выдерживает знакопеременные нагрузки;
- возможность многократного использования в процессе.

Расход его варьировали от 2,5 до 15 кг/т с шагом 2,5 кг/т. Результаты исследования представлены на рис. 2.

Максимальное значение функции отклика соответствует расходу пенополиуретана 10 кг/т. При этом достигнут критерий Ханкока 20,53 %. Увеличение расхода носителя более 10 кг/т приводит к резкому снижению всех технологических показателей обогащения. Связано это в первую очередь с тем, что на поверхности носителя недостаточное количество масла. Пенопо-

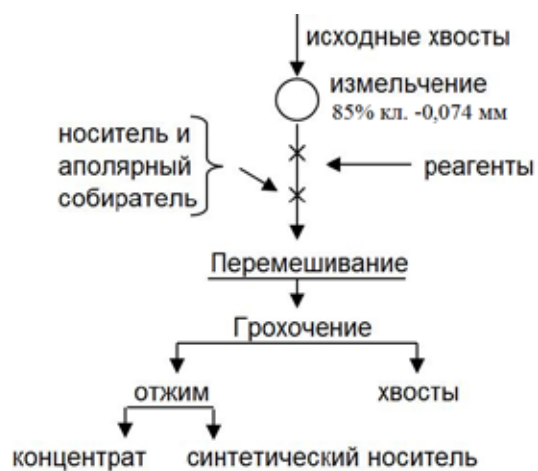


Рис. 1. Схема извлечения золота методом агломерационной флокуляции

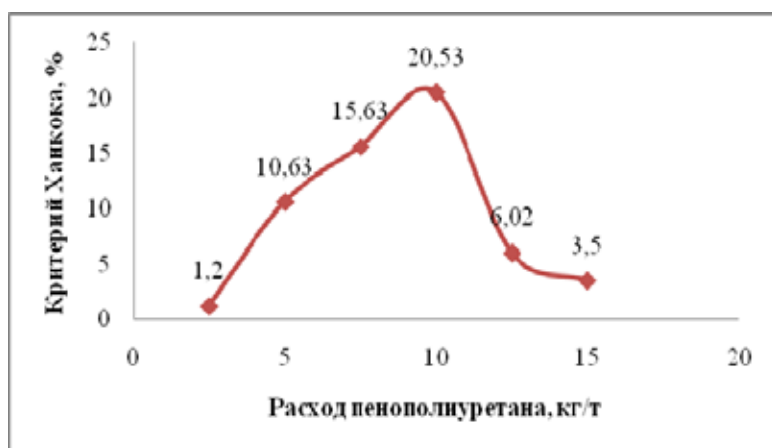


Рис. 2. Влияние расхода пенополиуретана на значения критерия Ханкока

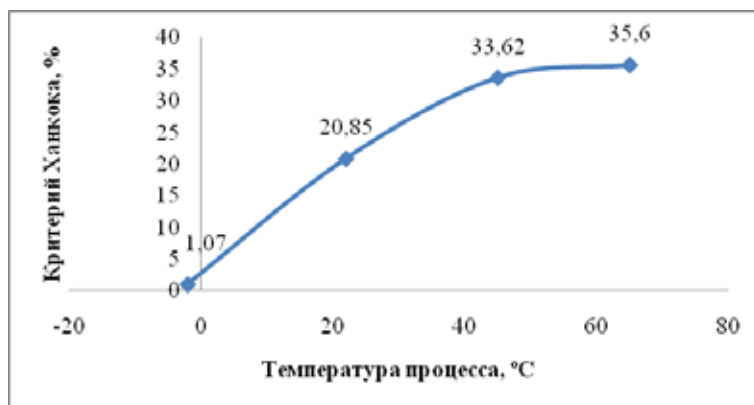


Рис. 3. Зависимость значения критерия Ханкока от температуры пульпы

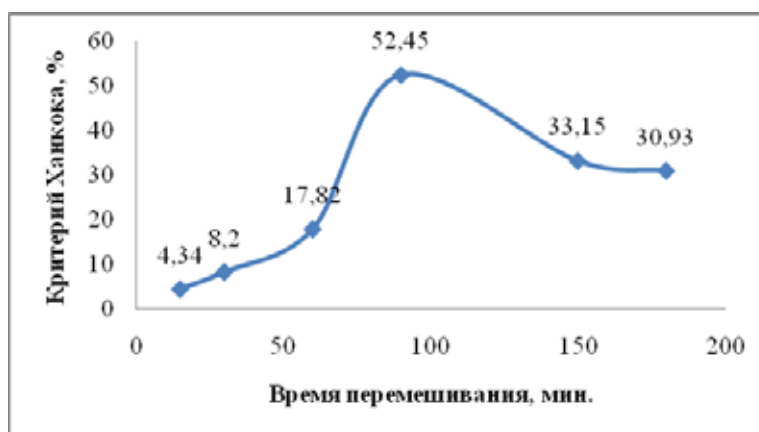


Рис. 4. Влияние времени перемешивания на критерий Ханкока

лиуретан поглощает внутренними порами часть машинного масла, а на поверхности остаётся меньшее его количество.

Общеизвестно, что температура очень влияет на вязкость аполярных реагентов, в частности, на свойства машинного масла. В связи с этим было изучено влияние температуры на процесс флокуляции в диапазоне от минус 2 до 65 °С. Охлаждали с помощью льда, положительную – нагревом на «водяной бане». Результаты исследований приведены на рис. 3.

Из рис. 3 видно, что с повышением температуры повышается критерий Ханкока. Рост значений критерия оптимизации наблюдается при увеличении температуры от 45 до 65 °С и составляет всего 2% (с 33,6 до 35,6), а энергоёмкость процесса значительно увеличивается. Кроме того, при высоких температурах процесс вести сложнее. Поэтому было принято решение дальнейшие исследования выполнять при температуре 45 °С.

Как следует из анализа литературы [2-11], длительность флокуляции составляет от 30 мин до нескольких часов. При наших исследованиях время процесса изменялось от 15 до 180 мин. Результаты опытов показаны на рис. 4.

Как видно, оптимальное значение времени перемешивания в процессе агломерационной флокуляции составляет 90 мин. При этом критерий Ханкока составил 52,45 %, извлечение металла в гранулы – 60,56 %, а массовая доля металла – 2,4 г/т.

Снижение технологических показателей при большем времени контакта можно объяснить тем, что происходит разрушение гранул, поскольку процесс протекает в турбулентных потоках.

Для агломерационной флокуляции поверхность извлекаемых частиц должна быть гидрофобной. В гранулы переходят гидрофобные частицы. Для усиления гидрофобных свойств золота в процесс подавали ксантогенат, а также сочетание собирателей: тиациланилида (ТАА) и бутилового ксантогената.

Бутиловый ксантогенат калия – классический реагент-собиратель для сульфидов и золота. Тиациланилид был предложен в качестве реагента-собирателя сульфидов в свинцово-цинковой подотрасли цветной металлургии, а впоследствии показал хорошие результаты при флотации золотосодержащих руд [12,13].

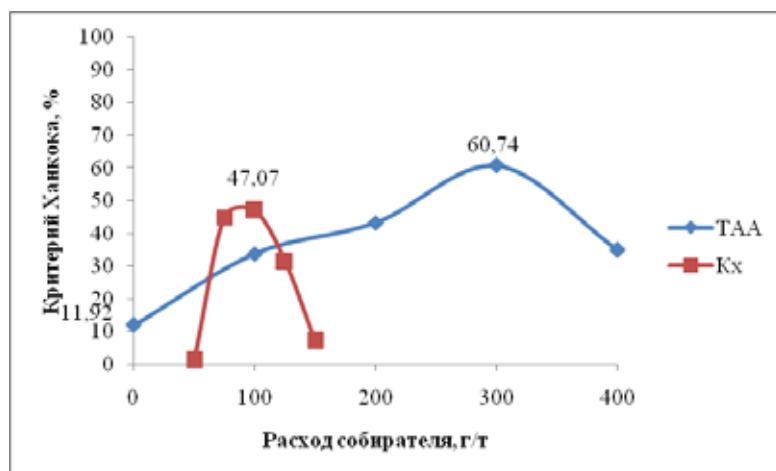


Рис. 5. Зависимость критерия Ханкока от расхода собирателя

Активная часть тиациланилида – смесь тиациланилидов валерьяновой, капроновой, энантовой и каприловой кислот.

В процесс подавали ТАА в виде 0,5 % эмульсии в щелочном растворе. Реагент малотоксичен, ПДК в воздухе рабочих помещений 25 мг/м³, в сточных водах 1 мг/л.

Расход ксантогената изменяли от 50 г/т до 150 г/т, а ТАА от 0 до 400 г/т. Результаты исследований представлены на рис. 5.

При расходе ксантогената – 100 г/т было достигнуто извлечение металла 60,83 %, критерий Ханкока соответствовал 47,07 %.

Лучший результат при гидрофобизации тиациланилидом получен при расходе 300 г/т, при этом извлечение золота в гранулы составляло 82,26 %, а содержание золота в гранулах 1,47 г/т.

Процесс агломерационной флокуляции рекомендуется [10] проводить при 40 % твердого. В настоящих исследованиях данный фактор изменялся в пределах от 45 до 62,5 %. Результаты отображены на рис. 6.

Как видно из рис. 6, при скорости перемешивания 1300 об/мин лучший результат был получен при условии, когда массовая доля твердого в процессе составила 50 %. Достигнуто извлечение металла в гранулы 74,7 %, а критерий Ханкока составил 71,86 %. При перемешивании со скоростью 1900 об/мин (оптимальная массовая доля твердого в процессе также 50 %) извлечение металла в гранулы составляет 53,99 %, а содержание золота в них – 6,99 г/т. Это значительно ниже результатов, полученных при меньшей скорости перемешивания (1300 об/мин), что подтверждает ранее сделанный вывод о разрушении гранул в турбулентных потоках.

Как следует из результатов исследований, лучшие показатели обогащения при использовании агломерационной флокуляции хвостов Коммунарской ЗИФ достигаются при следующих условиях:

- массовая доля твердого 50 %;
- время перемешивания 90 мин;
- температура процесса 45 °С;

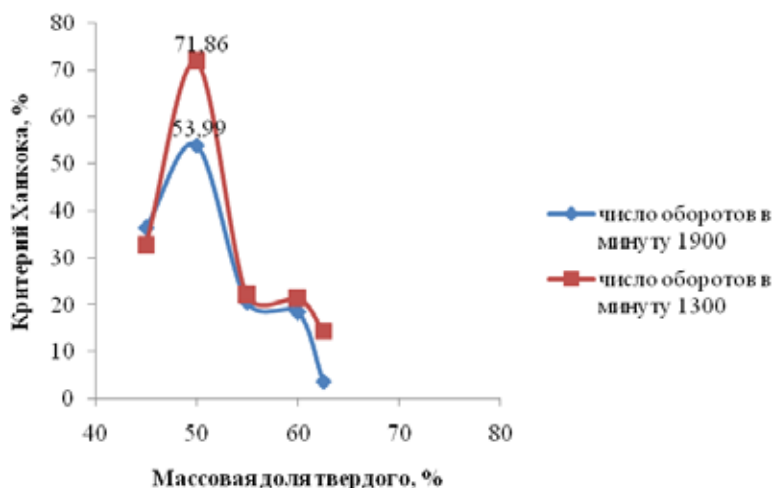


Рис. 6. Влияние массовой доли твердого на значения критерия Ханкока

- скорость перемешивания 1300 об/мин;
- расходы: пенополиуретана 10 кг/т; тиациланилида 300 г/т;
CuSO₄ – 200 г/т; машинное масло – 1464 г/т.

Артемовская ЗИФ. Исследования процесса агломерационной флокуляции хвостов Артёмовской ЗИФ выполняли по режимам, рекомендованным [5].

При приготовлении углемасляных гранул придерживались следующих пропорций – вода: уголь: трансформаторное масло 5:1:0,4; при перемешивании пульпы с гранулами – руда: уголь и масло 92,5:7,5.

Гранулы готовили путем перемешивания водоуглемасляной смеси в стеклянном лабораторном стакане импеллерной мешалкой, с числом оборотов 1150 в 1 мин (окружная скорость 3 м/с).

Перемешивание пробы хвостов с ксантогенатом и гранулами осуществляли также мешалкой. В результате такого перемешивания не было получено гранулята, описанного в [5]. В связи с этим всю смесь поместили в камеру флотомашины и провели флотацию при добавлении вспенивателя. Полученные технологические показатели представлены в табл. 7.

Для сравнения процесса агломерационной флокуляции с флотацией в табл. 7 приведены технологические показатели процесса флотации, которая выполнялась в одну операцию с использованием бутилового ксантогената и вспенивателя Т-80 при расходах 150 и 100 г/т соответственно.

Сравнение полученных результатов (табл. 7) показывает, что при реализации процесса агломерационной флокуляции с последующей флотацией значение извлечения золота в концентрат выше, но содержание металла низкое. В связи с этим дальнейшие исследования были направлены на повышение качества пенного продукта.

Для повышения извлечения золота осуществляли оптимизацию реагентного режима.

Для создания благоприятных условий селективной флокуляции частиц золота и золото-содержащих сульфидов дозировали в процесс полиакриламид (ПАА) и сочетание реагентов-собирателей.

Таблица 7. Технологические показатели обогащения по схемам агломерационной флокуляции с последующей и основной флотацией

Наименование продуктов	Выход, %	Содержание Au, г/т	Извлечение Au, %
Угльно-масляная агломерация с последующей флотацией			
Концентрат	17,6	9,8	74,9
Хвосты	82,4	0,7	25,1
Исходный	100,0	2,3	100,0
Флотация			
Концентрат	6,8	15,4	45,4
Хвосты	93,2	1,4	54,6
Исходный	100,0	2,3	100,0

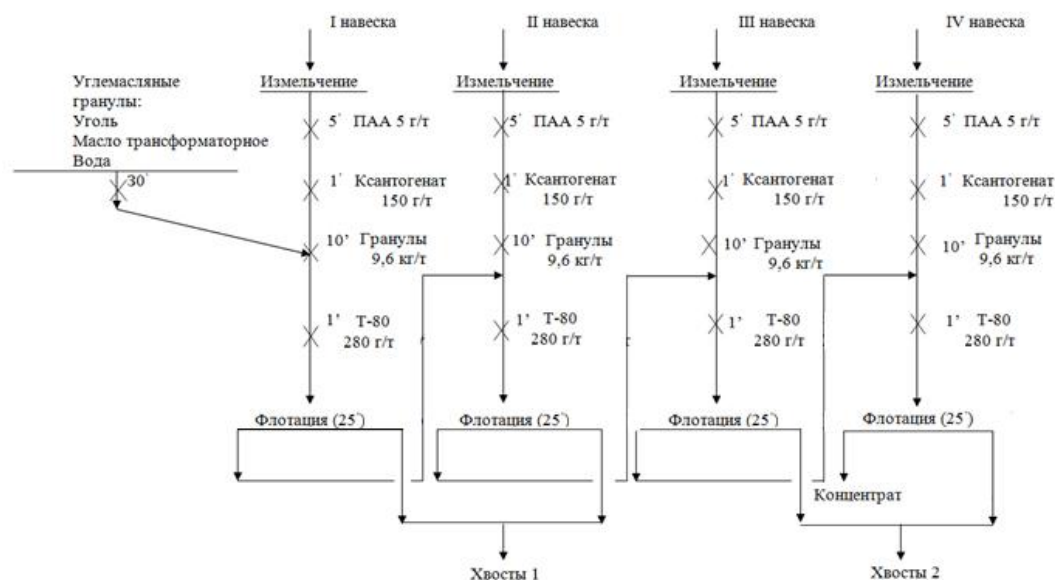


Рис. 7. Схема опытов флотации агломератов с возвратом гранул в процесс

Расход флокулянта ПАА -5 г/т был принят в соответствии с рекомендациями [6], а гидрофобизатора (ксантогената бутилового) и сочетаний собирателей – 150 г/т. Сочетание реагентов собирателей ксантогената бутилового и кетосульфида ГФУ (смесь кетосульфидов) подавалось при их соотношении 1:1.

Для накопления металла пенный продукт предыдущей навески направлялся в операцию флотации последующей навески.

Схема опытов представлена на рис. 7, результаты – в табл. 8.

Как видно из табл. 8, при отсутствии гидрофобизатора были получены наихудшие результаты – нет концентрации металла. Это можно объяснить тем, что в исходном сырье поверхность золота гидрофильная и не захватывается поверхностью угольных масляных агломератов.

Улучшение качества концентрата без снижения извлечения наблюдается в случае использования сочетания реагентов-собирателей бутилового ксантогената и кетосульфида ГФУ

Таблица 8. Результаты исследований угольно-масляной агломерации с последующей флотацией

Продукты	Выход, %	Содержание Au, г/т	Извлечение Au, %	Примечание
Концентрат	4,7	4,8	9,9	98 % класса -0,074 мм Без гидрофобизатора
Хвосты 1+2	95,3	2,2	90,1	
Исходный	100,0	2,3	100,0	
Концентрат	16,7	10,6	77,2	80 % класса -0,074 мм, ксантогенат бутиловый
Хвосты 1	41,1	0,5	8,9	
Хвосты 2	42,2	0,8	13,9	
Исходный	100,0	2,3	100,0	
Концентрат	10,4	18,0	81,4	80 % класса -0,074 мм, ксантогенат бутиловый в сочетании с ГФУ в соотношении 1:1
Хвосты 1	43,7	0,4	6,6	
Хвосты 2	45,9	0,6	12,0	
Исходный	100,0	2,3	100,0	
Концентрат	11,7	15,5	78,8	98 % класса -0,074 мм, ксантогенат бутиловый
Хвосты 1	42,6	0,5	9,3	
Хвосты 2	45,7	0,6	11,9	
Исходный	100,0	2,3	100,0	
Концентрат	8,8	21,3	81,4	98 % класса -0,074 мм, ксантогенат бутиловый в сочетании с ГФУ в соотношении 1:1
Хвосты 1	40,6	0,4	7,6	
Хвосты 2	50,6	0,5	11,0	
Исходный	100,0	2,3	100,0	

при общем их расходе 150 г/т, при степени измельчения исходной навески 98 % класса минус 0,074 мм. Полученный продукт соответствует техническим условиям ТУ 48-16-6-75 для золотосодержащих продуктов.

Заключение

Исследования, выполненные на двух пробах хвостов ЗИФ, работающих по гравитационно-гидрометаллургической (Коммунарковский рудник) и гравитационно-флотационной технологиям (Артёмовская фабрика), показали, что процессы на основе агломерационной флокуляции эффективны для извлечения золота.

Агломерационная флокуляция хвостов Коммунарковского рудника с пенополиуретановым носителем обеспечивает получение продукта с содержанием золота в гранулах 8,19 г/т при извлечении 74,7 %.

При обогащении хвостов Артёмовской ЗИФ наилучшие результаты были получены при использовании углемасляных гранул: массовая доля металла в концентрате 21,3 г/т при извлечении 81,4 %. Полученный продукт соответствует техническим условиям ТУ 48-16-6-75 для золотосодержащих продуктов.

Статья публикуется при поддержке Программы развития Сибирского федерального университета.

Список литературы

1. Сазонов, А.М. Золоторудная металлогения Енисейского кряжа: геолого-структурная позиция, структурные типы рудных полей / Сазонов А.М., Ананьев А.А., Полева Т.В., Хохлов и др. // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies 4 2010. #3 p.371-395.
2. Bellamy, S.R. Gold Forum Technol. And Pract. «World Gold-89» / Bellamy S.R., House C.I., Veal C.J. // Proc. 1st Joint Int. Meet. Between SME and Aus IMM, Reno, New., nov.5-8, 1989. P.347-352.
3. House, C. Coal gold agglomeration / House C., Townsend I., Veal C.// Int. Minig. 1988.-5, №9. P.17-19.
4. Пат.589291 Австралия, В 03В 5/02. Способ извлечения золота.
5. «World Gold-89», – Litterton, Colorado, USA // Int. Minig, 1989.
6. Пат.2047381 Россия, МКИ⁶ В 03 В 7//00. Способ извлечения золота из руд и россыпей.
7. Пат.2051750 Россия, МКИ⁶ В 03 В 7//00, В 03 D1/016, 1/02. Способ извлечения золота из руд.
8. Пат. № 1736043 приоритет от 3 ноября 1989. Пол. решение № 4755907 от 15 марта 1991. Способ обогащения молибденосодержащих руд. Алгебраистова Н.К., Биндарева М.А.
9. Карлина, Т.В. Использование масляной грануляции при подготовке угля к транспортированию. Исследование технологии и оборудования терминальных комплексов / Карлина Т.В., Елишевич А.Т., Белецкий В.С. – М.: Недра, 1985.
10. Абрамов, А.А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов / Абрамов А.А. -М.: МГТУ, 2005.
11. Bellamy, S.R. Gold Forum Technol. And Pract. «World Gold-89»/ Bellamy S.R., House C.I., Veal C.J.// Proc. 1st Joint Int. Meet. Between SME and Aus IMM, Reno, New., nov.5-8, 1989. P.375-379.
12. Алгебраистова, Н.К. Снижение потерь металлов при флотации свинцово-цинковых руд с применением тиаоциланилида/ Н.К.Алгебраистова, В.А.Конев, Горелик Л.Е. // Обогащение руд. 1979. №4.
13. Алгебраистова Н.К. Новые технологии в золотодобывающей промышленности / Алгебраистова Н.К., Сазонов А.М., Рюмин А.И.// Золотопромышленность России-96: Сб. докладов научно-практического семинара. Новосибирск, 1996.

Agglomeration Flocculation as a Gold Extraction Method from Anthropogenic Deposits

Natalya K. Algebraistova and Andrey V. Makshanin

Siberian Federal University

79 Svobodny, Krasnoyarsk, 660041 Russia

There have been offered the processes based on the agglomeration flocculation to be used for gold extraction from anthropogenic deposits, which were formed during ore dressing at the concentration plants (GEF – factories). The research was done on the basis of two test samples taken from GEF-factories tales. The GEF-factories use gravitational- metallurgical and gravitational-flotation technologies. In the course of the research the gold distribution according to size grade and material constitution of tales from Kommunarovskaya and Artyomovskaya GEF-factories were studied. As a result the offered processes provide gold extraction from test samples at the level of 74.8 and 81.4 %, when metal concentration degrees are 27 and 10.

Keywords: agglomeration flocculation, tales, GEF-factories, anthropogenic deposit.
