

Золото, 2014 (5)

**Извлечение золота из концентратов экологически чистым
выщелачивающим препаратом "Jin chan"**

Люй Чаофэй¹, Дан Сяое², Юнь Ясинь¹, Цзюй Юнхуэй¹,
Чжан Тао¹, Ван Ибин¹, Цюе Сяофэн³, Кан Цзихун⁴

(1. Tongguan Zhongjin Smelting Co., Ltd;
(2. School of Metallurgical Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology;
(3. Guangxi Senhe Mining Technology Co., Ltd; 4. China National Gold Group Corporation)

Краткое изложение: В целях стимулирования разработки промышленной безопасной технологии выщелачивания золота с помощью экологически чистого выщелачивающего препарата вместо традиционного цианирования, были изучены факторы, влияющие на процесс выщелачивания золота с помощью широко используемого препарата "Jin Chan" («Цзинь Чань»). В этой статье приведены результаты экспериментального исследования выщелачивания с перемешиванием раствора после замещения золота цинком. Мы сравнили скорость выщелачивания золота в технологии "Jin Chan" с обычным цианированием. Кроме того, были сделаны приблизительные расчеты стоимости и экономических преимуществ выщелачивания золота в двух вышеупомянутых методах. Результаты показывают, что скорость выщелачивания золота в методе "Jin Chan", очевидно выше, чем в обычном цианировании, при этом потребление "Jin Chan" в первом случае выше, чем в традиционном процессе. Расход "Jin Chan" может быть уменьшен, а конкурентное преимущество увеличено за счет оптимального использования остатков тиокарбамида в замещающем растворе. Экономическая эффективность метода выщелачивания золота с препаратом "Jin Chan" выше, чем у метода обычного цианирования. С процедурой можно ознакомиться ниже.

Ключевые слова: экологически чистое выщелачивание золота; обычное цианирование; выщелачивание золота; расход; экономическое преимущество

Хотя выщелачивание золота в процессе цианирования является экономичным, простым и продуманным способом, но цианид натрия - чрезвычайно токсичный препарат, окружающая среда сильно загрязняется цианидом, оставшимся в отходах производственного процесса и жидких отходах цианирования [1]; с другой стороны, возможны несчастные случаи с отравлением при неправильном использовании. Все эти недостатки серьезно влияют на использование цианидного процесса при выщелачивании золота. Таким образом, поиск нового метода, который может эффективно, быстро, легко, чисто и экономично выщелачивать золото, стал важным предметом и направлением исследований в горнодобывающей и металлургической сферах, в которых поиск нового выщелачивающего средства для золота, вместо высокотоксичного цианида, является важной областью исследований [2-7].

Препарат "Jin Chan", рекомендуемый в этой статье, является экологически чистым выщелачивающим средством, которое в настоящее время используется на металлургических и рудничных предприятиях. В условиях, когда процесс выщелачивания золота и оборудование остаются неизменными, этот препарат обладает как преимуществами цианида

натрия, так и безопасностью для окружающей среды. Это исследование может оказать некоторую техническую поддержку в промышленном применении выщелачивающего препарата «Jin chan», содействуя техническому процессу экологически безопасного выщелачивания золота.

1. Исследование

1.1 Характеристика образцов руды

Образцы, использованные в испытаниях, были предоставлены металлургическим заводом Шаньси, который в основном работает с концентратами упорного микротонкого связанного золота. Образец А представляет собой остатки кислотного выщелачивания золотосодержащих концентратов после сульфатирования, обжига при 650°C и последующего выщелачивания меди серной кислотой; скорость распределения золота в частицах -200 меш составляет 88%. Образец В - продукт золотосодержащих концентратов, обожженный при 600°C с нехваткой кислорода для удаления мышьяка; золото в этой руде связано мышьяком и гематитом, и является разновидностью концентратов упорного золота. Образец С – продукт В, обожженный кислородом при 650°C для удаления серы. Результаты многоэлементного анализа А, В и С приведены в Таблице 1.

Таблица 1. Результаты многоэлементного анализа золотосодержащих концентратов

Образец	состав	Au ^a	Ag ^b	Cu	Pb	S	As	Fe	C
А	/%	40.38	84.80	0.11	1.80	2.49	/	23.87	0.06
В	/%	56.33	11.27	0.17	0.35	5.18	0.69	26.36	1.58
С	/%	55.63	12.79	0.15	0.36	3.21	0.66	24.20	0.16

a (Au)/10⁻⁶, b (Ag)/10⁻⁶

Как показано в таблице 1, содержание серы в обожженной руде на первой стадии (В) относительно высокое, с 0.96% остаточного As. Когда концентраты золота, содержащие мышьяк, обрабатывают двухэтапным процессом обжига (С), его потери составляют 10.27%, содержание остаточной серы – 3.21%, коэффициент десульфурации – 44.82%, содержание остаточного As – 0.66%. После обработки двухэтапным процессом обжига, проявление золота в обожженной руде, в основном, представляет собой обнаженное золото, частично обнаженное золото и золото, связанное углеродом и силикатом, также небольшое количество золота связано сульфидом. Связанное золото в обожженной руде может быть основным фактором, влияющим на скорость выщелачивания золота.

1.2 Препараты и методы исследований

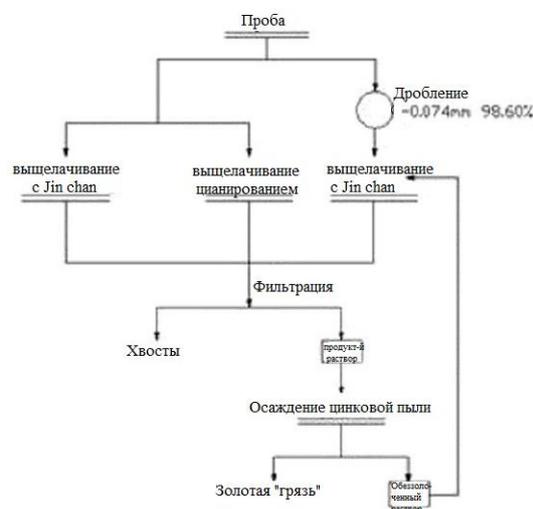
Препараты, использованные в исследованиях, представлены компанией Guangxi Senhe Mining Technology Co., Ltd, которая зарегистрировано как государственное высокотехнологичное предприятие. Препарат «Jin chan» - это смесь натриевой соли циануровой кислоты, щелочного тиокарбамида и стабилизатора. Он изготовлен из обычных химических материалов, таких как мочевины, каустическая сода, карбонат натрия и сульфид натрия, смешанных с подходящим катализатором. Препарат получается после измельчения,

помещения всех материалов в реакционный котел, и дальнейшей реакции в условиях высокой температуры. Он реагирует с золотом и серебром с образованием стабильного координационного иона при нормальных температурах и давлениях. Этот препарат обладает преимуществами высокой скорости выщелачивания золота, значительной эффективности выщелачивания, низкой токсичности для млекопитающих и безопасности для окружающей среды в процессе производства. Поскольку реакция выщелачивания происходит в щелочной среде, то это считается приоритетным при выборе оборудования, а «Jin chan» является относительно хорошим выщелачивающим препаратом в качестве заменителя цианида натрия.

Выщелачивание золота препаратом "Jin chan": в емкость для выщелачивания объемом 1 литр помещают 200 г пробы золота. Соотношение жидких и твердых веществ составляет 2:1, что близко к фактическим производственным требованиям, предъявляемым к промышленному процессу выщелачивания золота цианидом. Для смешивания суспензии используется пресная вода, значение pH рудной суспензии регулируется до 12 с помощью гидроксида натрия. В соответствии с требованием к испытаниям, добавляют необходимый препарат "Jin chan" и NH_4HCO_3 . Суспензию перемешивают с помощью электронного смесителя в течение определенного времени, затем фильтруют и промывают. Содержание золота и серебра в выщелоченном осадке анализируют для расчета скорости выщелачивания золота и серебра. Золото в выщелачивающем растворе "Jin chan" (продуктивном растворе) замещают цинковым порошком, чтобы получить золотую «грязь», а обезметалленный раствор повторно используется после новой добавки препарата "Jin chan".

Выщелачивание золота цианидом натрия: после смешивания суспензии в тех же условиях, что и в процессе выщелачивания золота с "Jin chan", при стабильном значении pH добавляют NH_4HCO_3 из расчета 10 кг/т и 0,1% цианида натрия. Поскольку изменение значения pH в процессе цианидного выщелачивания происходит относительно быстро, то оно будет проверяться и кондиционироваться каждые два часа. Суспензию перемешивают электронным смесителем в течение определенного времени, затем фильтруют и промывают. Содержание золота и серебра в выщелоченном осадке анализируют для расчета скорости выщелачивания золота и серебра.

1.3 Технологический процесс испытаний



Процесс выщелачивания золота с «Jin chan» и процесс выщелачивания цианированием показаны на рисунке 1.

Рисунок 1. Технологический процесс испытаний

2. Результаты и обсуждение

2.1 Испытание на выщелачивание золота препаратом «Jin chan»

При сравнении результатов испытания на выщелачивание золота препаратом "Jin chan" с результатами испытания на выщелачивание золота цианированием, влияние температуры и значения pH не учитывались, т.к. температура и значение pH, используемые в тестируемых процессах, были одинаковы.

2.1.1 Влияние препарата "Jin chan" на скорость выщелачивания золота и серебра

Испытываемый образец – материал А (немолотый), соотношение жидких и твердых веществ составляет 2:1, значение pH - 12, время выщелачивания – 48 часов в условиях нормальной температуры. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица. Влияние дозировки "Jin chan" на скорость выщелачивания золота и серебра

Дозировка "Jin chan" / (кг·т ⁻¹)	Степень выщелоченной пыли/ (г·т ⁻¹)		Скорость выщелачивания/ %	
	Au	Ag	Au	Ag
5	5.3	54.67	86.87	35.53
10	4.7	54.19	88.36	36.10
15	3.1	53.19	92.32	37.28
20	2.3	52.65	94.30	37.91
25	1.8	48.33	95.54	43.01
30	1.5	45.66	96.29	46.16
35	1.8	45.17	95.54	46.73
40	2.2	45.32	94.55	46.56
45	2.4	45.01	94.06	46.92

Согласно результатам в таблице 2, скорость выщелачивания золота растет с увеличением дозы "Jin chan". Когда дозировка "Jin chan" составляет 30 кг/т, скорость выщелачивания золота достигает максимального значения. Когда дозу увеличивают еще больше, то скорость выщелачивания золота, наоборот, в некоторой степени снижается. Это связано с тем, что концентрация тиокарбамида в препарате "Jin chan" в щелочной среде увеличивается, скорость окисления тиомочевины растет^[8], что приводит к снижению скорости выщелачивания золота. Но, как и в случае с методом выщелачивания цианированием, скорость выщелачивания серебра довольно низкая. При дозировке "Jin chan" в 45 кг/т, скорость выщелачивания серебра менее 50%. Таким образом, если серебро в выщелоченном остатке имеет значение возможного вторичного использования, то оптимальным режимом обработки является отправка остатка на медно-свинцовый металлургический завод в качестве флюсующей добавки.

2.1.2 Влияние времени выщелачивания на скорость выщелачивания золота и серебра

Испытываемый образец – материал А (немолотый), соотношение жидких и твердых веществ составляет 2:1, значение рН – 12, доза "Jin chan" – 30кг/т, время выщелачивания – 48 часов в условиях нормальной температуры. Результаты испытаний приведены в таблице 3.

Таблица 3. Влияние времени выщелачивания на скорость выщелачивания золота и серебра

Время выщелачивания/ч	Степень выщелоченной пыли/ (г·г ⁻¹)		Скорость выщелачивания/ %	
	Au	Ag	Au	Ag
20	2.26	41.20	94.40	51.42
24	2.11	40.92	94.77	51.75
40	1.05	42.70	97.40	49.65
48	0.90	42.67	97.77	49.68

Как показано в таблице 3, скорость выщелачивания золота незначительно повысится с увеличением времени выщелачивания. Скорость выщелачивания золота составляет 97,40%, при выщелачивании в течение 40 часов. Скорость выщелачивания составляет 97,77% при длительности выщелачивания 48 часов. Поскольку время выщелачивания в промышленном производстве также составляет 48 часов, то этот промежуток и выбран в качестве периода выщелачивания в следующих тестах.

2.1.3 Влияние размера частиц и типа образца (пробы) на скорость выщелачивания золота и серебра

Взято 200 г образцов (А, В и С). Три образца (пробы) тонко измельчены в течение 4 часов соответственно. Конечные размеры частиц А, В и С равны -0.074 мм, что составляет 98.60%, 88.80% и 97.60% соответственно. Тестируемый образец - это материал А (немолотый), соотношение жидких и твердых веществ составляет 2:1, значение рН - 12, дозировка "Jin chan" – 30 кг/т, время выщелачивания – 48 часов в условиях нормальной температуры. Результаты испытаний приведены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты испытаний выщелачивания с "Jin chan"

Материалы	Условия испытаний	Степень выщелоченной пыли/ (г·г ⁻¹)		Скорость выщелачивания/ %	
		Au	Ag	Au	Ag
А	Немолотый	1.5	45.66	96.29	46.16
	Тонкий помол	1.2	39.75	97.03	53.13
В	Немолотый	13.6	0.34	75.86	96.98
	Тонкий помол	10.5	0.13	81.36	98.85
С	Немолотый	13.6	10.34	75.55	19.16
	Тонкий помол	11.6	9.59	79.15	25.02

Как показано в таблице 4, после тонкого измельчения в течение 4 часов скорость выщелачивания золота в мелкозернистом образце, очевидно, выше, чем в случае не измельченного образца. Поэтому очевидно, что размер частиц является одним из важных факторов, влияющих на эффективность выщелачивания золота. Это связано с тем, что частицы тонко измельченного образца становятся меньше, контактная удельная поверхность образца и выщелачивающего препарата увеличивается. Таким образом, скорость

выщелачивания золота относительно увеличивается. Кроме того, после измельчения образца части связанного золота обнажаются, что еще больше увеличивает эффективность выщелачивания золота и серебра.

Между тем, как показано в таблице 4, независимо от тонкости помола, скорость выщелачивания золота в образце А явно выше, чем в образцах В и С. После сульфатирования и обжига, кислотное выщелачивание обожженного продукта удаляет медь и цинк, основное железо из остатка выщелаченного образца А. В процессе выщелачивания золота с использованием средства "Jin chan" оксид железа не будет реагировать с полезными веществами, такими как кислород, поэтому прежняя скорость выщелачивания образца А сравнительно высокая. Хотя образец В подвергается низкотемпературному процессу деарсенизации, но образующийся магнетит снова связывает золото. Кроме того, пирротин легко разлагается, образуя серу. Части серы будут окисляться до $S_2O_3^{2-}$, $S_2O_3^{2-}$, затем до SO_3^{2-} . Реакция будет потреблять кислород и щелочь в выщелачивающем растворе и влиять на нормальный процесс выщелачивания золота. Поэтому после низкотемпературной деарсенизации требуется дальнейший процесс предварительного окисления. После обработки окислительным процессом сероочистки образец В превращается в образец С. Остаточные As и Fe реагируют на арсенат железа, компактный гематит тоже образуется. Все это вновь делает золото обернутым (связанным), что частично влияет на скорость выщелачивания золота. Следовательно, выщелачивающий препарат «Jin chan» подходит для окисленной руды, из которой удалены As и Fe. Таким образом, образец А используется в качестве объекта исследования в следующих тестах.

2.1.4 Влияние суспензии, регулируемой гидроксидом натрия и известью, на скорость выщелачивания золота и серебра

Испытываемый образец – материал А, размер частиц тонкого помола равен -0.074мм составляющих 98.60%, соотношение жидких и твердых веществ равно 2:1, доза "Jin chan"-30 кг/т, значение pH – 12, что обусловлено гидроксидом натрия и известью, время выщелачивания – 48 часов в условиях нормальной температуры. Результаты испытаний приведены в таблице 5.

Таблица 5. Влияние добавок на скорость выщелачивания золота и серебра

Выщелачивающий препарат	Добавка	Степень выщелоченной пыли/ (г·г ⁻¹)		Скорость выщелачивания/ %	
		Au	Ag	Au	Ag
Цианид натрия	Известь	4.0	36.0	90.09	57.55
	Гидроксид натрия	1.6	40.8	96.04	51.89
«Jin chan»	Известь	3.2	38.0	92.08	55.19
	Гидроксид натрия	1.2	41.3	97.03	51.30

Согласно результатам испытаний в таблице 5, независимо от того, является ли выщелачивающий агент препаратом "Jin chan" или цианистым натрием, скорость выщелачивания золота с использованием в качестве добавки гидроксида натрия выше, чем при регулировании суспензии известью. А эффективность выщелачивания лучше при использовании в качестве выщелачивающего агента препарата "Jin chan". Но после обработки суспензии гидроксидом натрия, скорость выщелачивания серебра с

использованием цианида натрия, очевидно, выше, чем при использовании препарата "Jin chan".

Если содержание серебра в золотоносной руде относительно высокое, то, применяя в качестве выщелачивающего агента препарат "Jin chan", на первом этапе процесса как добавку можно использовать гидроксид натрия. А на втором этапе можно применить шлам как добавку для восстановления остаточного серебра.

2.1.5 Испытание на выщелачивание золота препаратом "Jin chan" с использованием процесса замены цинковой пылью

Условия определения осадка цинковой пыли: в коническую колбу наливают около 3 л раствора для выщелачивания золота, полученного на первом этапе процесса выщелачивания золота с «Jin chan», добавляют порошок цинка, количество которого примерно в 1,0 ~ 1,5 раза больше, чем золота. Закрывают и перемешивают в течение двух часов, чтобы предотвратить окисление поверхности цинковой пыли. Затем суспензию фильтруют для получения золотой «грязи». Содержание золота в профильтрованной жидкости и остатках на фильтре анализируют. Далее проводят дозовые испытания «Jin chan» с использованием кондиционированного замещающего раствора в процессе замены цинковой пылью, результаты испытаний приведены в таблице 6.

Таблица 6. Результаты испытаний выщелачивания с замещающим раствором

Дозировка "Jin chan" / (кг·г ⁻¹)	Степень выщелоченной пыли/ (г·г ⁻¹)	Скорость выщелачивания/ %	Массовая доля препарата "Jin chan"/%
5	12.8	68.30	0.085
10	4.5	88.86	0.105
15	1.3	96.78	0.125
20	1.3	96.78	0.130
25	7.4	81.67	0.155

Массовая доля препарата «Jin chan» в растворах до и после процесса замещения. Почти все золото было восстановлено цинком. Концентрация «Jin chan» в растворе после замещения выше, чем до него. Это доказывает, что после замещения золота цинком освобождается тиокарбамид, который в комплексе связан с золотом. Таким образом, замещающий раствор может эффективно использоваться для уменьшения дозировки препарата «Jin chan».

Как показано в таблице 6, после пополнения препарата «Jin chan», замещающий раствор вновь используется для выщелачивания золота. При дозе препарата «Jin chan» равной 15 кг/т, скорость выщелачивания золота может достигать 96,78%, в то время как дозировка составляет только половину первоначальной дозы. Следовательно, после доведения до кондиции обезметалленный раствор может использоваться для выщелачивания золота, а тиокарбамид в замещающем растворе лучше всего использовать для снижения расхода препарата «Jin chan». Циркуляция раствора может еще больше снизить дозировку препарата "Jin chan", способствуя преимуществам выщелачивания золота с "Jin chan".

2.1.6 Оптимальные условия испытаний процесса выщелачивания золота с "Jin chan"

В соответствии с оптимальными условиями испытаний, при непременном требовании относительно высокой скорости выщелачивания золота, получены оптимальные результаты дозировки препарата "Jin chan" в процессе выщелачивания. В испытаниях используется кондиционированный замещающий раствор, значение рН поддерживается на уровне 12, дозировка NH_4HCO_3 составляет 10 кг/т, при необходимости добавляется препарат "Jin chan". Результаты теста приведены в таблице 7.

Таблица 7. Оптимальные результаты дозирования препарата "Jin chan"

Дозировка "Jin chan" / (кг·т ⁻¹)	Степень выщелоченной пыли/ (г·т ⁻¹)	Скорость выщелачивания/ %
10	4.3	89.35
11	1.5	96.29
12	1.3	96.78
13	1.3	96.78
14	1.3	96.78
15	1.2	97.03

Согласно результатам в таблице 7, при непременном требовании относительно высокой скорости выщелачивания золота, при использовании кондиционированного замещающего раствора для выщелачивания золота, дозировка препарата "Jin chan" может быть уменьшена с 30 кг/т до 12 кг/т. Таким образом, стоимость препарата уменьшается, а экономическая выгода увеличивается.

2.2 Сравнение выщелачивания золота с "Jin chan" и обычного выщелачивания золота цианированием

2.2.1 Влияние двух методов на выщелачивание золота

Условия обычного выщелачивания золота цианированием и выщелачивания с "Jin chan": вес образца А составляет 200 г, соотношение жидких и твердых веществ выщелачивающего раствора равно 2:1, значение рН доводят до 12 посредством гидроксида натрия, доза препарата "Jin chan". При использовании цианида натрия в качестве выщелачивающего средства, его массовая доля в выщелачивающем растворе должна быть в диапазоне 0,08% ~ 0,12%. Для двух методов время перемешивания составляет 48 часов. После выщелачивания суспензия фильтруется и промывается 5 литрами воды. Содержание золота в остатках выщелачивания анализируется. Каждое испытание имеет два параллельных теста. Результаты испытаний приведены в таблице 8.

Таблица 8. Результаты выщелачивания золота с помощью "Jin chan" и посредством цианирования

Выщелачивающий препарат	Содержание золота в образце /(г·т ⁻¹)	Степень выщелоченной пыли/ (г·т ⁻¹)	Скорость выщелачивания/ %
«Jin chan»	40.38	1.3	96.78
Цианид натрия	40.38	1.8	95.54

Согласно результатам, приведенным в таблице 8, при одинаковых условиях скорость выщелачивания золота у препарата "Jin chan" несколько выше, чем у цианида натрия. Если в качестве показателя измерения используется скорость выщелачивания, то в сравнении с цианидом натрия, препарат "Jin chan" обладает определенным конкурентным преимуществом. К тому же у препарата "Jin chan" низкая токсичность, он не наносит вреда окружающей среде. Процесс эксплуатации такой же простой и удобный, как и у цианида натрия.

2.2.2 Оценка экономической эффективности препарата "Jin chan"

На основании вышеприведенных результатов испытаний, затраты на реагенты для процесса выщелачивания золота с "Jin chan" и обычного процесса выщелачивания цианированием оцениваются приблизительно. Расход препарата "Jin chan" на 1 тонну золотосодержащей руды составляет около 12 кг. Расход цианида на 1 тонну золотосодержащей руды - около 9 кг. Согласно опыту промышленного производства на рабочем участке, дозировка реагента обычно составляет половину от теоретической лабораторной тестовой дозы, то есть дозировка препарата "Jin chan" для 1 тонны золотосодержащей руды будет равна 6 кг, а дозировка цианида натрия для 1 тонны золотосодержащей руды - 4,5 кг. Фактически, оборотный замещающий раствор после кондиционирования в промышленном производстве еще больше сократит дозировку препарата "Jin chan". В настоящее время цена препарата "Jin chan" - 25 000 юаней за тонну, рыночная цена цианида натрия первого уровня около 24 000 юаней за тонну. Рассчитаем стоимость реагента согласно этим ценам: стоимость агента "Jin chan" для 1 тонны золотосодержащей руды составляет 150 юаней, а стоимость цианида натрия - 108 юаней.

Экономическая эффективность процесса выщелачивания золота с препаратом "Jin chan", основанная на вышеупомянутых данных тестов, является приблизительно. На примере обработки 1 тонны золотосодержащих концентратов (в сухом виде) рассчитанные результаты прямого экономического эффекта представлены следующим образом:

- 1) Расход препарата для выщелачивания золота: "Jin chan" 150 юаней/тонна, цианид натрия 108 юаней/тонна, NH_4HCO_3 около 9.5 юаней/тонна.
- 2) Стоимость золотосодержащей руды: 9300 юаней/тонна.
- 3) Расчет стоимости золота: при содержании золотосодержащего концентрата 40.38 г/т, скорость выщелачивания золота в процессе с "Jin chan" составляет 96.78%, а в процессе с цианидом натрия – 95.54%. Исходя из того, что извлечение золота в более поздний период составляет 99.98%, то цена золотого сплава равна 260000 юаней/килограмм. Стоимость золота в 1 тонне золотосодержащего концентрата после выщелачивания препаратом "Jin chan" составляет 10159 юаней, а в 1 тонне золотосодержащего концентрата после выщелачивания цианидом натрия - 10029 юаней.
- 4) Эксплуатационные расходы, такие как стоимость рабочей силы и энергопотребление оборудования, рассчитаны как 450 юаней/тонна.

Итак, прямая экономическая выгода от обработки 1 тонны золотосодержащего концентрата (в сухом виде):

процесс выщелачивания золота с препаратом "Jin chan": $10159 - 9\ 300 - 150 - 450 - 9,5 = 249,5$ юаней.

процесс выщелачивания золота цианированием: $10029 - 9\ 300 - 108 - 450 - 9,5 = 161,5$ юань

Экономическая выгода процесса выщелачивания золота препаратом "Jin chan" на 88 юаней/т больше, чем у обычного процесса выщелачивания золота цианированием. Процесс выщелачивания золота с "Jin chan" имеет очевидное преимущество по сравнению с традиционным процессом выщелачивания золота цианированием.

Кроме того, после выщелачивания препаратом "Jin chan", поскольку для замены золота используется цинковая пыль, содержание цинка в оборотном замещающем растворе увеличивается после нескольких переработок. Цинк может выделяться в форме Na_2ZnO_2 , что повлияет на эффект выщелачивания золота. Таким образом, цинк может быть восстановлен путем экстракции частей раствора. После удаления цинка, раствор будет возвращен в процесс. По сравнению с методом выщелачивания золота цианированием, обработка обезметалленного раствора из процесса выщелачивания с препаратом "Jin chan" более проста, не требуется сложный процесс децианирования. Стоимость обработки довольно низкая, что также является преимуществом препарата "Jin chan". Таким образом, с точки зрения макроперспектив, экологически чистый препарат "Jin chan" лучше, чем цианид.

3. Заключение

Скорость выщелачивания с препаратом "Jin chan" выше, чем в традиционном процессе выщелачивания цианидом, она может достигать 96%. Кроме того, этот препарат является малотоксичным, экологически чистым веществом, его экономическая эффективность выше, чем у цианида. Данный реагент имеет серьезные преимущества в процессах покупки, транспортировки, хранения и применения. Обработка его обезметалленного раствора также проще, чем в цианидном методе. Препарат полностью соответствует цианиду в процессе выщелачивания золота.

Использованная литература

[1] Хуан Лихуан. Техника добычи золота и серебра [М]. Пекин: Metallургическая промышленность Пресс, 2009.

[2] Лю Ханьчжао, Чжан Юнкуй. Сложившаяся ситуация и перспективы выщелачивания бактериями низкосортной труднообогатимой золотосодержащей руды [J]. Acta Geologica Sichuan, 1998, 18 (3): 234-240.

[3] Хуан Юньцзе, Кан Сяньюй. Утилизация отвалов выщелачивания некоторых упорных золотосодержащих руд [J]. Многоцелевое использование минеральных ресурсов, 2000, (1): 13-16.

[4] Сюн Чжаочунь, Пэн Хунгэнь. Текущая ситуация и перспективы применения предварительной обработки упорных золотосодержащих руд [J]. Geolab, 1997, 13 (3): 208-214.

[5] Брент Хиски, Дж., 1984. Выщелачивание золота и серебра тиокарбамидом [J]. Практическая гидрометаллургия 1983.SME-ALME, Нью-Йорк: 95-99.

[6] Мурти D.S.R., Дей М.Л., Ройчоудхери С.К., Матур С.Б., Акеркар Д.Д., 1992. Исследования по извлечению золота и серебра посредством тиокарбамида [J] . В.: Мишра В. Н., Халб Д., Спотисвуд Д.Дж. (ред), Int.Conf.Ext.Metal.Gold Base Met. The AusIMM: 329-332.

[7] Робинсон П.С., 1983. Минералогия и обработка упорных золотосодержащих руд месторождения Поргера, Папуа, Новая Гвинея [J] .trans.Inst.Metall., Sect.C 92,83-89.

[8] Ван Юньянь, Чай Лиюань. Электрохимическое поведение тиокарбамида в щелочной среде [J] . Китайский журнал цветных металлов, 2008, 18 (4): 733-737.

Дата поступления: 15- 02-2014

Об авторе: Люй Чаофэй (1988--), мужчина, родился в Синьян провинции Шэньси, помощник инженера, занимается изучением металлургических технологий цветных металлов; Tongguan Zhongjin Smelting Co., Ltd, Шантун, город Тунгуань, город Вэйнань, провинция Шэньси, 714300.

