

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042402**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.02.09

(51) Int. Cl. **C22B 3/04** (2006.01)
C22B 11/06 (2006.01)

(21) Номер заявки
202191549

(22) Дата подачи заявки
2021.07.01

(54) СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ РУД, ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

(31) **2021/0253.1**

(56) EA-B1-026961
WO-A1-2011114000
RU-C1-2386706
DE-A1-2807266

(32) **2021.04.14**

(33) **KZ**

(43) **2022.07.27**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ТОО "НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПЕРЕРАБОТКИ" (KZ)**

(72) Изобретатель:
Сень Станислав Маратович (KZ)

(74) Представитель:
**Тагбергенова М.М., Тагбергенова А.Т.
(KZ)**

(57) Изобретение относится к металлургии, а именно к способам переработки руд, техногенных материалов и технологических отходов металлургической промышленности, и может быть использовано в гидрометаллургии в процессах выщелачивания руд и техногенных материалов для извлечения черных, цветных и благородных металлов, а также редкоземельных элементов в водорастворимые комплексы. Предложен способ переработки металлосодержащих материалов, включающий измельчение исходного материала и обработку его выщелачивающим агентом, причем в качестве выщелачивающего агента используют воду и насыщенный раствор технической соли хлорида натрия (NaCl), который подвергается анодно-катодной активации в специальном модуле при силе тока 50-60 А с получением: (1) газоконденсатной оксидантной смеси и водорода; (2) чистого гидроксида натрия (NaOH), который далее кристаллизуется и отдается на реализацию, далее полученную оксидантную смесь газов подают в реактор с водой и исходным материалом для выщелачивания. Процесс выщелачивания осуществляют при нормальных условиях и постоянном перемешивании в течение 1-5 ч с принудительным барботажем. Водород из модуля активации технической соли через специальный клапан отводят в камеру пиросинтеза, туда же подают избыточный хлор со стадии выщелачивания (реактор), и в камере при температуре 400°C происходит синтез с образованием соляной кислоты, которая после разбавления водой частично подается в реактор для подкисления процесса выщелачивания (для высококарбонатных руд и отходов), а частично уходит в товарный продукт. Для достижения полноты выщелачивания исходного материала соотношение технической соли и оксиданта к исходному обрабатываемому материалу должно соответствовать соотношению Г:Т:Ж=0,25:1:1,5. После выщелачивания получают суспензию, фильтруют ее, получая кек и обогащенный металлами электролит. Электролит подвергают процессу электроэкстракции с получением целевого продукта.

B1**042402****042402****B1**

Изобретение относится к металлургии, а именно к способам переработки руд, техногенных материалов и технологических отходов металлургической промышленности, и может быть использовано в гидрометаллургии в процессах выщелачивания руд и техногенных материалов для извлечения черных, цветных и благородных металлов, а также редкоземельных элементов в водорастворимые комплексы.

Известен способ комплексной переработки алюмосиликатного сырья, в котором руду спекают с карбонатом натрия и едким натром, полученный спек выщелачивают солянокислым раствором, полученную при выщелачивании пульпу разделяют с получением хлоридного раствора и твердого остатка. Из хлоридного раствора выделяют более электроположительные по сравнению с алюминием металлы в электролизере с разделенным анодным и катодным пространством при катодной плотности тока не менее 500 A/m^2 . После чего очищенный хлоридный раствор подвергают термической обработке с получением продукта, содержащего оксиды алюминия и натрия, и раствора соляной кислоты. Твердый остаток выщелачивания растворяют в щелочном растворе, и полученный раствор подвергают карбонизации с получением раствора карбоната натрия и осадка аморфного кремнезема. Очищенный от более электроположительных по сравнению с алюминием металлов хлоридный раствор подвергают термической обработке с выпаркой раствора и получением гексагидрата хлорида алюминия на первой стадии, его прокаливают при $400\text{--}600^\circ\text{C}$ с получением продукта, содержащего оксиды алюминия и натрия, на второй стадии и конденсацией раствора соляной кислоты из газов термической обработки. Исходное сырье предварительно обрабатывают раствором соляной кислоты, после чего раствор отделяют от твердого остатка, который промывают водой и подают на спекание, а хлоридный раствор перерабатывают с получением железосодержащего продукта (RU № 2373152 C2, 20.11.2009 г.).

Недостатками известного способа являются наличие пирометаллургии в способе, что диктует необходимость строительства печей с поддержанием температуры в 500°C , а также испарителей; использование сильно концентрированного раствора соляной кислоты (250 г/дм^3); соотношение Ж:Т=(2,5-3):1, т.е. очень большой водооборот; извлечение меди в процессе составило 94%, извлечение драгоценных металлов не указывалось.

Известен способ переработки отходов, содержащих медь, цинк, серебро и золото, включающий выщелачивание меди, цинка, серебра и золота в присутствии хлорсодержащего окислителя с последующим извлечением металлов из полученного раствора. Выщелачивание меди, цинка, серебра и золота в присутствии хлорсодержащего окислителя проводят щелочными аммиачно-солевыми растворами. В качестве выщелачивающего агента используют обладающие комплексообразующими свойствами щелочные аммиачно-солевые растворы, содержащие окислитель. В качестве окислителя используют активный хлор, дозируемый в пульпу выщелачивания в виде гипохлорита для поддержания окислительного потенциала. Таким образом, непосредственно перед подачей в материал, аммиачно-солевые растворы смешивают с раствором гипохлоритов и контролируют необходимый для перевода металлов в раствор окислительный потенциал. Далее отделяют твердую и жидкую фазы. Затем полученную жидкую фазу отправляют на электроэкстракцию (RU № 96102649 A, 27.04.1998 г.).

Однако недостатками известного способа являются необходимость использования гипохлоритов, аммиака и солей аммония, что связано с дополнительными экономическими затратами на их покупку, доставку и хранение; необходимость применения селективных, на каждый конкретный элемент, органических и неорганических реагентов.

Наиболее близким к заявляемому изобретению, является способ переработки металлосодержащих материалов в том числе руд, техногенных материалов и технологических отходов металлургической промышленности, включающий измельчение исходного материала и обработку его выщелачивающим агентом, причем в качестве выщелачивающего агента используют 5-10% раствор соляной кислоты, предварительно подвергнутый анодно-катодной активации в специальном модуле при силе тока 10-16 А с получением газоконденсатной оксидантной смеси и водорода (ЕА № 026961 В1, 30.06.2017 г.).

К недостаткам способа относятся необходимость использования концентрированных растворов соляной кислоты, что значительно удорожает процесс переработки; а также необходимость электроактивации растворов концентрированных кислот, что значительно удорожает подбор оборудования.

Перед авторами стояла задача разработать универсальный способ переработки металлосодержащих материалов пригодный как для бедных, так и богатых руд, для переработки техногенных материалов и отходов металлургической промышленности, позволяющий повысить количество извлекаемых в раствор элементов и при этом являющимся достаточно экономичным, а также позволяющим сократить время выщелачивания и перевода целевых компонентов в раствор.

Также целью работы являлась максимальная коммерциализация всех получаемых в процессе элементов и безотходность материалов при переработке.

Предложен способ переработки металлосодержащих материалов, включающий измельчение исходного материала и обработку его выщелачивающим агентом, причем в качестве выщелачивающего агента используют воду и насыщенный раствор технической соли хлорида натрия (NaCl), который подвергается анодно-катодной активации в специальном модуле при силе тока 50-60 А с получением: (1) газоконденсатной оксидантной смеси и водорода; (2) чистого гидроксида натрия (NaOH), который далее кристал-

лизуется и отдается на реализацию, далее полученную оксидантную смесь газов подают в реактор с водой и исходным материалом для выщелачивания. Процесс выщелачивания осуществляют при нормальных условиях и постоянном перемешивании в течение 1-5 часов с принудительным барботажем. Водород из модуля активации технической соли через специальный клапан отводят в камеру пиросинтеза, туда же подают избыточный хлор со стадии выщелачивания (реактор), и в камере при температуре 400°C происходит синтез с образованием соляной кислоты, которая после разбавления водой частично подается в реактор для подкисления процесса выщелачивания (для высококарбонатных руд и отходов), а частично уходит в товарный продукт. Для достижения полноты выщелачивания исходного материала соотношение технической соли и оксиданта к исходному обрабатываемому материалу должно соответствовать соотношению Г:Т:Ж=0,25:1:1,5. После выщелачивания получают суспензию, фильтруют ее, получая кек и обогащенный металлами электролит. Электролит подвергают процессу электроэкстракции с получением целевого продукта.

Технический результат достигается за счет всей совокупности заявленных признаков.

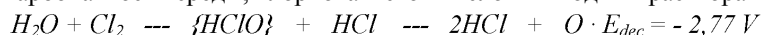
Согласно предложенному способу, новым и неочевидным является, то что:

насыщенный раствор соли NaCl, используемый в качестве выщелачивающего агента, предварительно подвергают анодно-катодной активации, в результате чего образуется газоконденсатная смесь оксидантов, которая при постоянной подаче в реактор с исходным материалом позволяет выщелачивать исходный материал;

выщелачивание происходит настолько полно, что в качестве исходного материала могут быть использованы как бедные, так и богатые руды, техногенные материалы, и отходы металлургической промышленности;

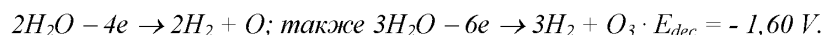
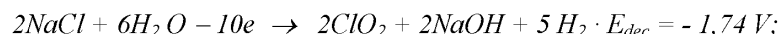
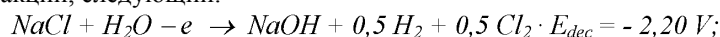
для процесса используется обычная техническая соль (допускается применение пищевой и неочищенной каменной соли NaCl), что значительно удешевляет процесс производства и переработки, а также значительным образом влияет на суммарный производственный процесс и экономику.

Состояние и образование кислородных радикалов после процесса электроактивации технической соли и выделения хлор-газа в водный раствор, а также, в случае высококарбонатных материалов и необходимости добавления в процесс соляной кислоты (образующейся в камере пиросинтеза) для подкисления процесса и нивелирования карбонатности среды, хлорноватистой кислоты в водных растворах выглядит так:



Хлорноватистая кислота весьма нестабильна. Образующийся радикал кислорода сам по себе обладает электрическим потенциалом -2,77 В, что позволяет окислять и переводить в водорастворимые соединения золото, платину, палладий, родий и другие труднорастворимые металлы. В результате образуются хлориды металлов, в том числе и комплексы, в зависимости от своих валентностей AuCl, AuCl₃, CuCl, AgCl и другие. В купе с параллельными реакциями и образующимися активными соединениями и радикалами смесь обладает очень высокими окисляющими свойствами.

Химизм реакций, следующий:



Выщелачивание по данной технологии не требует высокой степени измельчения материала, так как сам агент представляет собой газоконденсатную смесь. Поэтому оптимальной степенью измельчения является крупность материала -1 мм (минус 1 мм) 80%, это с одной стороны позволит вскрыть большую часть руды и интерстирированных в ней драгоценных и редкоземельных металлов, а с другой упростит процесс фильтрации. Размер частиц исходного материала, например для руды -1 мм (минус 1 мм) 80% намного более технологичен, чем традиционная флотационная пульпа, представляющая собой по промышленным стандартам 0,074 мкм 60-80%. Также важной стадией является процесс перемешивания, материального и конструкционного исполнения реактора, так как среда очень агрессивна и способна растворить практически все металлы, в том числе и легиары.

Для выщелачивания используют реактор, который должен быть выполнен из фторопласта, либо же из комбинированных сэндвич конструкций из металла, фторопласта и полимеров. Возможна и традиционная футеровка. Допустимо применение тефлона и винила, традиционных для промышленности. Перемешивание осуществляется также комбинированным способом и может включать: механическое перемешивание, аэрационное перемешивание, перемешивание барботажного типа, гребневое перемешивание, перемешивание специальными ластовыми насосами, а также применение других способов и видов контактного и бесконтактного перемешивания. За счет использования предварительной активации технической соли и получения сильнейшей оксидантной смеси технология не требует нагревания реактора или создания дополнительного давления. Весь процесс выщелачивания проводится при нормальных условиях. На производство 1 кг оксидантов в пересчете на хлор, требуется 2,5 кВт/ч, и этого количества достаточно для выщелачивания 400-700 кг материала в час, в зависимости от состава материала выщелачивания.

В качестве рабочих примеров можно привести устройство для электрохимической обработки воды (RU № 2078737 C1, 26.05.1994 г.), а также устройство электрохимической обработки водосодержащих сред (RU № 2181106 C2, 10.04.2002 г.).

Все вышесказанное свидетельствует о том, что заявленный способ является универсальным, достаточно простым и намного более экономичным по сравнению с известными из уровня техники способами выщелачивания.

На чертеже представлена технологическая схема циклического лабораторного процесса, которая раскрыта поэтапно ниже.

1-2) Концентрированный раствор соли и воды поступает в специальное перемешивающее устройство, где происходит получение концентрированного водного объема соли NaCl в объеме 1:1 до полного прекращения растворения соли. Объем полученной смеси поступает в накопительный бак в заданной скорости, таким образом обеспечивается постоянное поддержание и контроль концентрации и объемов соли подаваемой далее в предварительный электрохимический модуль (ПЭМ) установки электроактивации (УЭ).

3-4) Далее раствор концентрированной соли поступает в ПЭМ, где происходит анодно-катодная электроактивация раствора соли с выделением большого количества оксидантов (таких как Cl, Cl₂, Cl₃, O, O₂, O₃, а также оксидов хлора), радикалов и водорода. Водород поступает в камеру пиросинтеза соляной кислоты. Полученный каустик (NaOH) поступает в отдельную емкость, где кристаллизуется и отдается на реализацию.

5) Газоконденсатная смесь оксидантов поступает в реактор и насыщает хлором материал, находящийся в реакторе, при постоянном перемешивании. Для полного удаления оставшегося избыточного хлора, по окончании процесса реактор продувается воздухом. Процесс ведется в течение 3-5 часов (при концентрации газооксидантов до 0,5 атм. в подаче на ПЭМ, выщелачивает полностью даже самые упорные материалы). Избыточный хлор через специальный клапан поступает в камеру пиросинтеза.

6) В камере пиросинтеза находится спираль разогретая до температуры 400°C, что при отрегулированной подаче хлора, обеспечивает полное сгорание хлора в водороде по реакции $Cl_2 + H_2 \rightarrow 400^\circ C \rightarrow 2HCl$. Водород подается из установки ПЭМ, а хлор поступает из реактора. Для надежности устанавливаются специальные газовые баллоны, через которые под атмосферным давлением, либо незначительно выше, можно осуществлять накопление и подачу агентов. Таким образом, осуществляется регенерация избыточного хлора в соляную кислоту. Далее полученная кислота идет на подкисление процесса выщелачивания (для карбонатных руд и отходов), либо на доочистку и реализацию.

7) После окончания процесса выщелачивания, материал, специальным насосом через клапан, выводится на фильтрацию. Данная система выполнена герметично во избежание утечек хлора.

8) В процессе фильтрации образуется кек и раствор электролита. После данных операций кек выводят в отвал, либо в специальные бункеры, где он промывается слабым раствором полученного ранее каустика (NaOH) для полной нейтрализации и перемешивается с землей. Обедненный электролит, после процесса электролиза, сразу без очистки и регенерации подают в реактор выщелачивания - этим достигается оптимизация водобаланса и цикличность для всего технологического процесса. Свободный хлор очень быстро теряет свою концентрацию, взаимодействуя с почвой, которая далее может быть использована в качестве удобрения. Рекомендовано взаимодействие с карбонатными породами, таким образом нейтрализация остаточного хлора происходит еще быстрее. В отсутствии специальных условий (повышенных температур, сверхвысокого давления) хлор соединяется с почвой, не образуя HCl. Остаточного содержания свободного хлора в кеке, по технологическим параметрам заданной работы, не обнаружено.

Соотношение "жидкость:твердое", поступающее на фильтрацию приблизительно равно 1:1. Т.е. после фильтрации пульпы на 1 кг кека приходится около 1000 мл электролита, при влажности кека 5%, что позволяет получать достаточно концентрированный раствор на электролиз.

Пример пилотного испытания процесса согласно чертежу.

Металлсодержащий материал предварительно измельчают до крупности -1 мм (минус один миллиметр) 80%. Навеску материала весом в 5 кг помещают в реактор, снабженный перемешивающим устройством. В зависимости от минералогического и элементного состава материала, готовят насыщенный раствор технической соли в соотношении 1:1, т.е. на 1 кг NaCl - 1 л воды. Для 5 кг материала достаточно 5 л воды, 1 л концентрированного раствора соли для создания парциального давления газооксиданта, выделения порядка 15 гр газооксиданта и насыщения им всего объема материала. Далее раствор насыщенной соли подают в УЭ, снабженную анодно-катодными электрохимическими модулями. Электроактивация проходит при силе тока 50-60 А и напряжении 11 В. Процесс насыщения газом реактора регулируется визуально, до полного заполнения и образования небольшой избыточной хлорной шапки. Водород, образующийся на катоде, постоянно выводится из модулей в камеру пиросинтеза. Одновременно с этим открывают клапан подачи электроактивированного раствора (оксиданта) из активирующего модуля в реактор с исходным материалом. Скорость перемешивающего устройства в реакторе задают в 40 об/мин. Материал насыщается газоконденсатным оксидантом и происходит выщелачивание металлов. Избыточный активный хлор из реактора через задвижной клапан и сетчатый полимерный фильтр (для грубой очистки

от возможных механических примесей) поступает в камеру пиросинтеза. В камере пиросинтеза при 400°C происходит синтез водорода и хлора с образованием соляной кислоты. Из камеры пиросинтеза, по трубке, синтезированная соляная кислота поступает в приемник объемом в 10 л наполненный водой, где происходит охлаждение и разбавление полученной соляной кислоты до насыщения до 15-20% HCl. Из приемника, образовавшийся раствор соляной кислоты, подается в пластиковую емкость на хранение для дальнейшего подкисления процессов, либо на реализацию. Процесс выщелачивания материала занимает от 1 до 5 часов в зависимости от элементного состава материала. Реактор снабжен клапанным карманом, через который каждые 30 мин. отбирают пробы на анализ. Окончанием реакции является переход в раствор необходимого количества ценных компонентов. Далее всю образовавшуюся суспензию перекачивают на фильтрацию, где происходит разделение кека и раствора электролита, обогащенного ценными компонентами. По результатам анализа кек, в случае необходимости, отправляют на промывку. Образовавшийся после промывки кек электролит объединяют с ранее полученным обогащенным раствором. После данной операции кек анализируют, нейтрализуют, при необходимости, слабым раствором NaOH и отправляют в отвал. Итого на выходе после фильтрации, без промывки, получилось 4,4 л обогащенного электролита и 4,7 кг кека. Далее раствор подают на электроэкстракцию.

Раствор обогащенного электролита с процесса фильтрации может быть реализован как полупродукт, либо может быть подан на электроэкстракцию и электролиз. Предварительно, до подачи на электролиз, объем электролита может, а при технической необходимости и низком содержании металла в исходном материале, должен быть сокращен. Это достигается за счет удаления сопутствующих примесей на ионнообменных смолах, либо же за счет сбора целевых компонентов на ионнообменных смолах, за счет введения в процесс мембран или диафрагм с технологией обратного осмоса, также за счет иных способов концентрации раствора электролита в том числе выпарки, вакуумной выпарки, процессов дистилляции и прочих. Данная система должна быть выполнена герметично и иметь хорошую вентиляцию.

Ниже представлены примеры конкретного выполнения опытов на различных металлосодержащих материалах.

Для всех материалов использовался единый режим выщелачивания, оптимальный по результатам проведенных предварительных исследований. Разница установлена лишь для времени выщелачивания, необходимого для полного извлечения элементов в раствор и зависимо от состава материала.

Пример 1.

Была использована сульфидная руда. Время на выщелачивание составило 180 мин.

Химический состав опытной руды

№ п/п	Наименование	Содержание, %, г/т											nnn
		Cu	Au, г/т	Ag, г/т	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	S _{общ}	S _S	S _{so₂}	
1	Композитная проба сульфидной руды	0,56	0,79	3,01	3,27	3,59	2,11	15,01	67,48	0,47	0,42	0,03	1,2

Химический состав кека после процесса выщелачивания

№ п/п	Наименование	Содержание, %, г/т											nnn
		Cu	Au, г/т	Ag, г/т	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	S _{общ}	S _S	S _{so₂}	
1	Остаточное содержание в кеке после выщелачивания	0,0042	0,051	0,17	1,16	2,03	0,92	3,87	65,28	0,23	н/и	н/и	

Пример 2.

Была использована окисленная руда. Время на выщелачивание составило 90 мин.

Химический состав опытной руды

№ п/п	Наименование	Содержание, %, г/т											nnn
		Cu	Au, г/т	Ag, г/т	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	S _{общ}	S _S	S _{so₂}	
1	Композитная проба окисленной руды	0,87	1,02	3,72	3,98	5,11	2,38	15,61	63,78	0,12	0,11	0,04	

Химический состав кека после процесса выщелачивания

№ п/п	Наименование	Содержание, %, г/т											nnn
		Cu	Au, г/т	Ag, г/т	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	S _{общ}	S _S	S _{so₂}	
1	Остаточное содержание в кеке после выщелачивания	0,0036	0,031	0,14	1,47	2,12	0,89	5,39	62,11	0,01	н/и	н/и	

Пример 3.

Был использован клинкер. Время на выщелачивание составило 240 мин.

Химический состав клинкера

№ п/п	Наименование	Содержание, %, г/т										
		Cu	Au, г/т	Ag, г/т	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	S _{общ}	S _S	S _{soi}
1	Композитная проба окисленной руды	0,53	н/о	1,16	46,51	1,26	2,19	8,39	11,08	22,5	0,11	0,02

Химический состав кека после процесса выщелачивания

№ пп	Наименование	Содержание, %, г/т										
		Cu	Au, г/т	Ag, г/т	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	S _{общ}	S _S	S _{soi}
1	Остаточное содержание в кеке после выщелачивания	0,002	н/о	0,009	12,73	0,69	0,76	4,27	9,99	19,7	н/и	н/и

Пример 4.

Были использованы традиционные технологические хвосты переработки полиметаллических руд. Время на выщелачивание составило 110 мин.

Химический состав использованных хвостов

№ п/п	Наименование	Содержание, %, г/т										
		Cu	Au, г/т	Ag, г/т	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	S _{общ}	S _S	Орг.
1	Композитная проба окисленной руды	0,18	0,53	5,62	3,84	4,44	3,25	3,23	60,51	17,1	н/и	0,41

Химический состав кека после процесса выщелачивания

№ п/п	Наименование	Содержание, %, г/т										
		Cu	Au, г/т	Ag, г/т	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	S _{общ}	S _S	Орг.
1	Остаточное содержание в кеке после выщелачивания	0,001	0,001	0,049	1,07	0,85	0,7	0,77	58,13	14,9	н/и	0,09

Практическое извлечение целевых металлов из руды по меди, серебру и золоту составило 99, 91 и 95% соответственно. Потери укладываются в технологический регламент и обусловлены малой эффективностью использовавшихся фильтрующих элементов, недостаточным уровнем измельчения (-3мм) для полного выщелачивания золота и серебра в интерстициях, началом выпадения серебра в осадок, после понижения активационных свойств электролита, а также возможной аналитической погрешностью. Также для окисленных руд был испытан режим сила тока и напряжения в модулях электроактивации 70-80 А и 12-14 В, а время выщелачивания материала при этом снизилось до 50-80 мин с сохранением эффективности выщелачивания.

Преимущества предлагаемого способа.

Выщелачивание по данной технологии не требует высокой степени измельчения материала, так как сам агент представляет собой газоконденсатную смесь. Поэтому оптимальной степенью измельчения является крупность материала -1 мм (минус 1 мм) 80%, это с одной стороны позволит вскрыть большую часть материала, в том числе руд и интерстирированных в них драгоценных и редкоземельных металлов, а с другой упростит процесс фильтрации. Размер частиц -1 мм (минус 1 мм) 80% намного более технологичен, чем флотационная пульпа, представляющая собой по традиционным промышленным стандартам 0,074 мкм 60-80%. Технология не требует нагревания реактора или создания дополнительного давления. Весь процесс выщелачивания проводится при нормальных условиях. На производство 1кг оксидантов в пересчете на хлор, требуется 2,5 кВт/ч, этого количества достаточно для выщелачивания 400-700 кг материала в час, в зависимости от состава материала выщелачивания.

Важным преимуществом является технологичность процесса, при котором для процесса необходимы лишь вода, соль NaCl и электричество. В процессе электроактивации не используются растворы концентрированных кислот, что значительно удешевляет сам процесс и качественно облегчает выбор оборудования.

Важнейшим преимуществом является безотходность всего производственного цикла переработки. Абсолютно все агенты, использующиеся или получающиеся в процессе переработки, либо возвращаются в процесс, либо уходят на реализацию, являясь товарным продуктом (кристаллы NaOH, концентрированная 15-20% HCl).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ переработки руд, включающий измельчение материала, обработку выщелачивающим агентом с получением суспензии, фильтрацию суспензии с получением кека и электролита и подачей последнего на электроэкстракцию с получением целевого продукта, отличающийся тем, что в качестве выщелачивающего агента используют насыщенный раствор технической соли (NaCl), который подвер-

гают анодно-катодной электроактивации в специальном модуле при силе тока 50-60 А с получением газоконденсатной оксидантной смеси и водорода, последующую подачу оксидантной смеси осуществляют в реактор с исходным материалом для его выщелачивания, процесс ведут в течение 1-5 ч при нормальных условиях, при постоянном перемешивании, причем водород из модуля активации раствора технической соли через специальный клапан отводят в камеру пиросинтеза с температурой в ней 400°C, куда также подают избыточный хлор со стадии выщелачивания для синтеза соляной кислоты и введения ее снова в процесс активации, при этом для достижения полноты выщелачивания исходного материала соотношение технической соли и оксиданта к исходному обрабатываемому материалу должно соответствовать соотношению $G:T:Ж=0,25:1:1,5$, а после выщелачивания получают суспензию, фильтруют ее, получая кек и обогащенный металлами электролит, и затем электролит подвергают процессу электроэкстракции с получением целевого продукта - катодных металлов или их комплексов.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что вновь синтезированную соляную кислоту подают в приемник с водой для охлаждения и получения кислоты до концентрации 15-20%.

3. Способ по п.2, отличающийся тем, что полученную кислоту подают на подкисление выщелачиваемого материала и раствора или же подают на хранение и реализацию.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что обедненный электролит, после процесса электролиза, сразу без очистки и регенерации подают в реактор выщелачивания.

