

Альтернативная методика извлечения золота из упорных (сульфидных) руд и руд двойной упорности RSV©

Коллектив:

Химики, технологи, геологи, минералоги, обогатители

*С опытом работы в ведущих научных и отраслевых институтах
России*

Возможности:

- 1. Разработана методика вскрытия сульфидов, которая показала значительную эффективность на упорных рудах крупнейших месторождений России.**
- 2. Для золотосодержащих руд показано, что безцианидное выщелачивание не уступает цианидному по своей эффективности, является наиболее экологичным и экономически эффективным**

**Опыты по извлечению золота, урана и меди
из упорных первичных и вторичных руд
без применения цианида**

Метод цианирования на сегодняшний день является одним из наиболее популярных и эффективных методов для получения золота в растворе. Вместе с тем, особенно остро стоит вопрос экологичности на всех стадиях этого процесса. Ввиду этого, китайскими коллегами был разработан экологически чистый аналог цианида – золотая цикада, не уступающего цианиду по своей эффективности

Методы получения золота в растворе

Цианид

- ✓ Один из наиболее популярных и эффективных классических методов
- ✓ Риски по экологии
- ✓ Доступность метода
- ✓ Сложность организации процесса

Золотая цикада

- ✓ Экологически безопасен
- ✓ Снижение содержания цианида в хвостах
- ✓ Уменьшение использование жидкого хлора
- ✓ Широкое применение в мировой практике по добывче золота

*Опыты по извлечению золота, урана и меди
из упорных первичных и вторичных руд
без применения цианида*

**Окисленные золотоуранные руды Эльконского рудного узла
(опыты в перколяционных колонках)**

Реагент	Цианид	
Вес, г	720	Ж:Т 3,42
Исходное содержание		Извлечение, %
U, мас.%	0,065	4,20
Au, г/т	1,08	90,47
Ag, г/т	6,81	49,34

Реагент	Золотая цикада	
Вес, г	600	Ж:Т 2,34
Исходное содержание		Извлечение, %
U, мас.%	0,024	79,09
Au, г/т	2,87	97,37
Ag, г/т	6,81	60,35

**Золотоносные латериты Южной Америки
(агитационные опыты)**

Реагент	Цианид	
ПР, Au г/т	Кек, Au г/т	Извлечение, %
0,6	0,23	72,3

ПР – продуктивный раствор

Реагент	Золотая цикада	
ПР, Au г/т	Кек, Au г/т	Извлечение, %
0,7	0,26	72,9

***Опыты по извлечению золота и урана из
упорных первичных и вторичных руд
без применения цианида***

Несмотря на эффективность использования разработанного в Китае реагента Золотая Цикада, он не может обеспечить вскрытие сульфидов в упорных рудах.

**С целью решения принципиального вопроса разложения сульфидов в упорных рудах, было проведено несколько экспериментов с использованием
*Методики RSV©***

Объект упорных руд (южная Якутия)

РУДА

Кварц-серицит-карбонатные метасоматиты по полевошпатовым породам

Микротекстура: прожилковая, пятнистая

Рудные минералы: сульфиды и оксиды титана

Рудные текстуры: прожилковые, прожилково-вкрапленные, гнездово-вкрапленные

Класс крупности: -3 мм.

Среднее содержание Au 0,94 г/т

**Агитационные
опыты**

Этап 1: Вскрытие сульфидов (методика RSV)

Этап 2: Выщелачивание (золотая цикада)

ПР, Au г/т	Кек, Au г/т	Извлечение, %
0,68	0,095	87,74

Последующие серии агитационных опытов и перколяционный опыт
показали результаты извлечения Au **от 83 до 92%.**

**Опыты требуют повтора с дальнейшим подбором наиболее оптимального режима для
кучного выщелачивания**



Месторождение упорных руд (Башкирия)

руда

Хлоритизированные и серицитизированные породы

Микротекстура: прожилковая, пятнистая

Рудные минералы: пирит ($\text{Au } 7,3 \text{ г/т}$; $\text{Ag } 7,0 \text{ г/т}$); подчиненное значение имеют сфалерит, галенит и халькопирит. Минералы благородных металлов представлены самородным золотом и теллуридами (гессит, петцит, калаверит, волынскит, алтаит, колорадоит, раклиджит).

Упорность сульфидных руд месторождения Муртыкты связана с большим разнообразием минеральных форм благородных металлов. Оптико-микроскопическая оценка отношения самородной и теллуридной форм золота и серебра в рудах позволяет предполагать нахождение существенной доли золота в упорной к цианированию теллуридной форме.

Месторождение упорных руд (Башкирия)**Агитационные
опыты****Подбор режима**

Класс крупности: -3 мм.

Навеска: 100 г

Этап 1: Разложение сульфидов (Р)

Этап 2: Выщелачивание (В)

Режим 1

Р: реагент RSV© + кислота

В: золотая цикада

Ж:Т 5

ПР, Au г/т	Кек, Au г/т	Извлечение, %
3,7	0,156	95,95

Режим 2

Р: реагент RSV©

В: золотая цикада

Ж:Т 10

ПР, Au г/т	Кек, Au г/т	Извлечение, %
7,2	0,120	98,36

Последующие опыты в подобранных режимах были проведены с использованием руды класса крупности -3 мм и -5 мм дало близкие результаты.

Месторождение упорных руд (Башкирия)**Перколяционные
опыты****I Малые перколяционные колонки**

Класс крупности: -10 мм

Этап 1: Разложение сульфидов (Р)

Этап 2: Выщелачивание (В)

Режим 1

Вес 829 г

Р: реагент RSV© + кислота, Ж:Т 2,06

В: золотая цикада, Ж:Т 4,64

Режим 2

Вес 730 г

Р: реагент RSV©, Ж:Т 2,25

В: золотая цикада, Ж:Т 7,55

ПР, Au г/т	Кек, Au г/т	Извлечение, %
6,17	0,28	95,6

ПР, Au г/т	Кек, Au г/т	Извлечение, %
6,94	0,19	97,3

II Крупная перколяционная колонна

Класс крупности: -10 мм Вес: 30 кг

Этап 1: Разложение сульфидов - реагент RSV, Ж:Т 0,93

Этап 2: Выщелачивание - золотая цикада, Ж:Т 2,02

Подобранный режим является оптимальным и показывает стабильные положительные результаты извлечения Au. При более длительном выщелачивании можно добиться практически полного извлечения Au.

ПР, Au г/т	Кек, Au г/т	Извлечение, %
6,11	1,4	81,3

руда**Месторождение упорных руд (северная Якутия)**

Золото-сульфидная (мышьяковистая), к которой приурочены основные запасы Au.

Проба представляла руду, подготовленную для проведения флотационных работ – измельченная до класса крупности $-0,074$ мм (50 об.%) и $-0,5+0,074$ мм (50 об.%), с содержанием Au 4,11 г/т, Sb – 0,02 мас.%, Hg – <0,01 мас.%.

Рентгено-фазовый анализ предоставленной руды

Минерал	Содержание, %	Минерал	Содержание, %
Кварц	30,95	Пирит	0,71
Полевые шпаты	3,06	Марказит	Знаки
Серицит	32,54	Сфалерит, Hg – сфалерит	0,02
Каолинит	19,71	Халькопирит	Знаки
Карбонаты	8,42	Ковеллин	Знаки
Апатит	0,45	Антимонит	0,03
Рутил	0,95	Сульфосоли Cu-Sb, Sb-Pb	Знаки
Циркон	0,04	Киноварь	Знаки
Барит	0,19	Скородит	знаки
Гояцит	0,01	Гидроксиды и сульфаты железа	0,64
Углеродистое вещество	0,60	Сумма	100,00
Арсенопирит	1,66	Сумма легкошламирующихся минералов	53,31

Месторождение упорных руд (северная Якутия)

Серия опытов была выполнена на навесках 50 – 100 г с применением обжига исходной руды при температуре 600–700 °С, после чего руда обрабатывалась для вскрытия арсенопирита с дальнейшим выщелачиванием. Извлечение Au составило от 20 до 47%, что показывает нерентабельность этой методики.

В связи с гипотезой о недоизвлечении Au в результате его возможной сорбции углем, была проведена серия опытов с использованием разных классических методов (дизельное топливо, сорбция на ионнообменной смоле АМ-2Б, предварительная флотация угля) с целью снижения сорбционной активности угля. Однако, результаты всех проведенных опытов показали низкое извлечение Au в раствор и оказались неэффективны для данного типа руды.

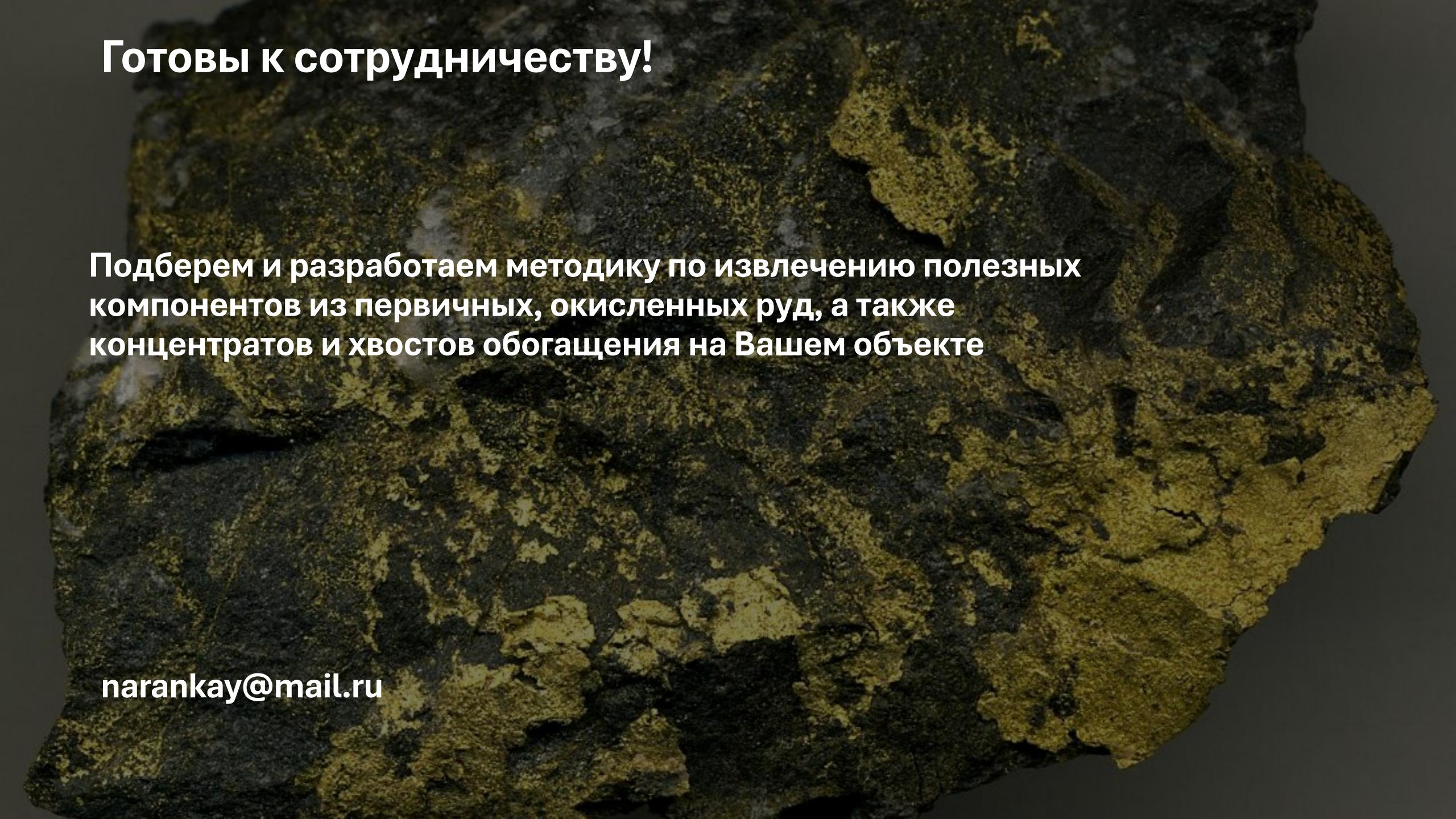
Была выполнена серия агитационных опытов с различными режимами вскрытия арсенопирита с использованием реагента 129 и последующего выщелачивания Au золотой цикадой. В ходе этой работы был подобрана наиболее подходящая методика, позволившая получить извлечение от 83,6 до 95,6% Au в раствор.

Для проверки возможности кучного выщелачивания были проведены два перколяционных опыта на малых колоннах двумя различными способами.

В связи с тем, что руда изначально была переизмельчена, производилась подготовка агломерата с последующей сушкой. Процесс вскрытия сульфидов проводился с использованием методики RSV© в течении 7 дней и показал хорошие результаты: руды значительно окислились, химический анализ продуктивных растворов показал высокие содержания как Fe³⁺, так и Fe²⁺, что связано с высокой степенью разложения сульфидов. Этап выщелачивания проводился с использованием золотой цикады в течении последующих 15 дней.

Месторождение упорных руд (северная Якутия)

- проведенные опыты показывают возможность вскрытия и извлечения золота из руд месторождения, методом чанового выщелачивания с показателями извлечения до 83,6 – 95,6 %
- согласно аналитическим исследованиям мышьяк полностью, или почти полностью переходит в раствор 1-го этапа, который используется для окисления/разложения руд, и существую принципиальные возможности его осаждения из раствора с переводом в безопасную форму, в раствор 2-го этапа переходит только золото
- установлена принципиальная возможность окисления/разложения руд в перколяционных колоннах, имитирующих процесс кучного выщелачивания
- отсутствует необходимость применять технологические процессы для удаления или нейтрализации углерода
- отсутствует необходимость (недопустимо) переизмельчения пробы, все процессы нужно проводить на дробленом материале и исключить истирание
- применение данной технологии позволить исключить из процесса переработки руды истирание, гравитационные и флотационные стадии, обжиг концентрата, и вероятно существенно снизит стоимость переработки

The background image shows a close-up of a dark, possibly black, rock or mineral specimen. It features prominent, irregular, and somewhat porous yellow-green oxidation layers, likely chalcocite or malachite, which are common minerals found in sulfide deposits. The overall texture is rough and uneven.

Готовы к сотрудничеству!

Подберем и разработаем методику по извлечению полезных компонентов из первичных, окисленных руд, а также концентратов и хвостов обогащения на Вашем объекте

narankay@mail.ru