

**ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА**

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 2 (2021)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**
выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано
Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация научных исследований по широкому спектру проблем в области металлургии,
машиностроения, транспорта, строительства, химической и нефтегазовой инженерии,
производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/FUTF8491>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,344

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомоллов Алексей Витальевич - к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажыбаева Галия Тулеуевна - к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Зарубежные члены редакционной коллегии:
Baigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Исаева КуралайСметкановна Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

А. Болатулы, *А. В. Богомолов

Торайгыров университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ БИООКИСЛЕНИЯ СУЛЬФИДНЫХ УПОРНЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ «СУЗДАЛЬСКОЕ»

*Представлено обоснование технологии биоокисления для переработки сульфидных упорных руд на примере концентрата золотой руды месторождения «Суздальское». Процесс биовыщелачивания является оптимальным как с технологической, так и с экономической точки зрения, и в настоящее время становится основной технологией, применяемой для переработки упорных золотосодержащих руд. Сульфидная упорная руда в ходе экспериментальной обработки на производственной площадке золотоизвлекательной фабрики Суздальского месторождения была подвергнута предварительным технологическим операциям. Золотой концентрат подавали в состав бактериального выщелачивания в виде суспензии. Для окисления использовали биодegradационные бактерии *Thiobacillus ferrooxidations* и *Leptospirillum ferrooxidations*. Технология основана на окислении ацидофильных сульфидных минеральных групп хемолитотрофных микроорганизмов, способных использовать сульфиды, серу и ее восстановленные соединения в качестве субстрата для жизни. Процесс бактериального окисления протекал в биореакторе, где бактерии путем окисления сульфидных мышьяковистых руд разрушают кристаллическую решетку сульфидов и вскрывают пирит или арсенопирит, обеспечивая реагентам доступ к вкраплениям тонкодисперсного золота. В результате была достигнута высокая степень извлечения металла. Установлены основные параметры технологии биологического окисления для данных концентратов сульфидных упорных руд: температура среды 38–40 °С, уровень рН = 1,4–1,6, концентрация растворенного кислорода в реакторе от 2 до 4 г/л.*

Ключевые слова: биоокисление, бактериальное выщелачивание, руда, концентрат, извлечение золота.

Введение

В развитии золотодобывающей промышленности Казахстана отмечается постепенное снижение доли россыпных месторождений в общем объеме добычи. Это связано с исчерпанием около 80 % запасов россыпного золота и с возрастающей сложностью его извлечения. Извлечение золота традиционными гидрометаллургическими методами из коренных руд многих месторождений сдерживается упорным составом получаемых при их обогащении концентратов, а присутствие в большинстве из них минерала арсенопирита практически исключает пирометаллургию из-за образования ядовитых газообразных соединений мышьяка.

Суздальское месторождение золота находится в Восточно-Казахстанской области, в 50 км от Семей. Это месторождение содержит оксидные и стабильные сульфидные руды. В 2010 году был реализован проект по расширению горно-металлургического комбината на Суздальской площадке. Оксидная руда доставляется из трех открытых карьеров и обрабатывается по технологии кучного выщелачивания путем адсорбции угля.

Опыт технологии биологического выщелачивания - биоокисления для промышленного применения показывает, что это самый простой, экономичный, эффективный и экологичный способ переработки золотых концентратов, не требующий сложного оборудования для утилизации отходов, а также обеспечивающий экономию энергии [1–4]. Технология основана на окислении ацидофильных сульфидных минеральных групп хемолитотрофных микроорганизмов, способных использовать сульфиды, серу и ее восстановленные соединения в качестве субстрата для жизни. В окисленной руде золото свободно и может быть получено непосредственно с цианидом.

Процесс биовыщелачивания является оптимальным как с технологической, так и с экономической точки зрения, и в настоящее время становится основной технологией, применяемой для переработки упорных золотосодержащих руд. Биоокисление имеет большие экономические преимущества по сравнению с обжигом и окислением под давлением, технология приемлема с экологической точки зрения, и достаточно надежна для применения в отдаленных регионах. Биологическое окисление фактически произвольно применялось в промышленном производстве уже с начала двадцатого века для кучного выщелачивания и выщелачивания из отвалов медных руд с низким содержанием [5].

Бактериальное выщелачивание заключается в окислении золотосодержащих сульфидов с помощью кислорода. Приемлемая скорость окисления достигается в этом случае за счет введения в пульпу микроорганизмов (бактерий), содержащих ферменты, являющиеся биокатализаторами окислительных процессов. Выделяющиеся при окислении энергию бактерии используют для своей жизнедеятельности [6].

Для окисления пирита и арсенопирита пригодны тионовые железобактерии (*Thiobacillusferrooxidans*, *Thiobacillusthiooxidans* и *Leptospirillumferrooxidans*), способные окислять сульфиды, сульфат закиси железа, элементарную серу, тиофосфат и другие ненасыщенные соединения серы. Механизм окисления сульфидов при бактериальном выщелачивании сложен. Участие тионовых железобактерий в окислении сульфидов может быть прямым и косвенным [7].

В первом случае бактерии, закрепляясь на поверхности сульфида, принимают непосредственное участие в окислительном процессе, выполняя функцию переносчика электронов от сульфида к кислороду. Бактериальное выщелачивание идет при обычных температурах и давлениях, что выгодно отличает его от автоклавной технологии.

Материалы и методы

Сульфидная упорная руда в ходе экспериментальной обработки на производственной площадке золотоизвлекательной фабрики Суздальского месторождения была подвергнута следующим технологическим операциям:

1) Подготовка руды к обогащению и дальнейшей переработке, включая дробление, сортировку, дробление и классификацию руды; В процессе последующего концентрирования распределения усредненная операция минералов подходит для образования механической смеси частиц различного минерального состава, что приводит к обнаружению минералов в технологических отходах;

2) Процесс обогащения включал обычные физические и физико-химические процессы разделения минералов на минеральные концентраты и отходы.

3) Гидрометаллургические операции: бактериальное окисление, антиоксидантное и сорбционное выщелачивание;

4) Отделочные и другие гидрометаллургические операции по обработке гравитационных концентратов для получения продуктов, где содержание золота должно быть не менее 10 %.

Фактически, после бактериального окисления сульфидных минералов растворенное железо, мышьяк и окисленные минералы отделяются в процессе кислотного цианирования.

Золотой концентрат подавали в состав бактериального выщелачивания в виде суспензии. Для окисления использовали биодеградационные бактерии *Thiobacillus ferrooxidations* и *Leptospirillum ferrooxidations*. В качестве вспомогательных технологических материалов применяли:

– Техническая серная кислота для регулировки уровня рН;

– Гидрофосфат диамония по ГОСТ 8515-75 и сульфат аммония по ГОСТ 9097-82, сульфат калия по ГОСТ 4145-74 для приготовления питательных веществ, необходимых для оптимального роста и активности бактерий, согласно указанных данных в таблице 1.

Общий состав концентрата приведен в таблице 2.

Таблица 1 – Реагенты, используемые для приготовления питательных веществ

Реагенты	Содержание элементов, %			Чистота реагента, %	Добавление реагентов, кг/т
	N	P	K		
Диаммоний гидрофосфат	21,21	23,48	0,00	90	1,42
Сульфат аммония	21,21	0,00	0,00	98	6,73
Сульфат калия	0,00	0,00	44,83	90	2,23
Общее количество питательных веществ					10,38

Таблица 2 – Состав концентрата

Компонент	Единица измерения	количество
Au	г/т	60,0
Ag	г/т	2,0

S(T)	%	8,6
S (простая)	%	<0,5
S (сульфидная)	%	7,7
As	%	2,6
Si	%	19,5
C (органический)	%	0,7
Fe ³⁺	г/л	до 30
Fe ²⁺	г/л	до 1

Результаты и обсуждение

Технология основана на окислении ацидофильных сульфидных минеральных групп хемолитотрофных микроорганизмов, способных использовать сульфиды, серу и ее восстановленные соединения в качестве субстрата для жизни.

В упорных сульфидных золотосодержащих рудах частицы золота тесно связаны с кристаллами сульфидов, к ним затруднен доступ растворителя золота (как правило цианида). Чтобы освободить эти частицы, требуется разрушить кристаллы. Из всех известных методов окисления сульфидов, таких, как окислительный обжиг, восстановительная плавка, автоклавное окисление, бактериальное окисление, был выбран метод бактериального окисления с последующим цианированием остатка, как наиболее экологичный, простой в техническом исполнении и положительно зарекомендовавший себя при испытаниях [6].

Процесс бактериального окисления протекал в биореакторе, где бактерии путем окисления сульфидных мышьяковистых руд разрушают кристаллическую решетку сульфидов и вскрывают пирит или арсенопирит, обеспечивая реагентам доступ к вкраплениям тонкодисперсного золота. Температура среды составляла 38–40 °С.

В результате была достигнута высокая степень извлечения металла, около 80 %, тогда как без предварительной бактериальной обработки упорных руд эффективность выщелачивания золота не превышает 50 %.

Следует отметить, что применяемые бактерии строго хемоавтотрофны, то есть единственный источник энергии для их жизнедеятельности – процессы окисления закисного железа, сульфидов различных металлов и элементарной серы [7]. Эти бактерии не используют органические вещества для своей жизнедеятельности, развиваются лишь в сернокислой среде при значении рН, равном 1,2–1,6, поэтому не опасны для человека и животных.

Высокая степень окисления сульфида в процессе последующей промывки окисленного концентрата при бактериальном окислении и противоточной декантации играет важную роль в восстановлении золота в процессе сорбционного цианирования. Отходы гидрометаллургических процессов должны содержать минимальное количество золота, что экономически неэффективно на данном этапе развития технологий и технологий

Основной задачей процесса биовыщелачивания является окисление сульфидных минералов и обнаружение частиц золота для следующего

цикла цианирования. Для выполнения этой задачи бактерии должны быть жизнеспособными и активными.

Можно выделить несколько контрольных параметров, определяющих активность бактерий [8–10]. Основные параметры управления процесса биоокисления: температура пульпы; уровень pH; концентрация растворенного кислорода; коэффициент поглощения кислорода и ряд других. Эти параметры позволяют своевременно выявлять неблагоприятные условия для биоокисления и принимать необходимые меры для корректировки процесса.

Окислительные реакции бактерий, которые играют важную роль в биологических процессах, очень экзотермичны. Следовательно, температура среды в биореакторе является показателем бактериальной активности. Оптимальная температура биологического процесса составляет 40 °С. Эта температура должна поддерживаться автоматически в каждом реакторе с помощью системы контроля температуры.

Карбонаты, пирротин и арсенопирит, содержащиеся в концентрате, нейтрализуют кислоту [11]. Реакторы потребляют большое количество биоразлагаемой кислоты в результате высокого содержания карбоната концентратах. pH может варьироваться в зависимости от содержания минералов, уровня активности бактерий. Эксперименты показали, что активность бактерий оптимальна при уровнях pH = 1,4–1,6. Очень важно поддерживать уровень pH в заданном диапазоне, чтобы обеспечить оптимальный процесс окисления.

Концентрация растворенного кислорода является еще одним важным параметром для контроля бактериальной активности в реакторах биоразложения. Для увеличения площади контакта с бактериями, отвода воздуха и улучшения реакции окисления рекомендуется использовать дополнительное перемешивание. Уровень концентрации растворенного кислорода в реакторе должен поддерживаться в пределах от 2 до 4 г/т.

Снижение бактериальной активности обычно сопровождается снижением температуры. Было отмечено, что увеличение количества реакторного воздуха не оказывает вредного воздействия на бактерии, но при этом может происходить накопление и осаждение массы, что может вызвать чрезмерное образование пены.

Коэффициент поглощения кислорода является показателем степени поглощения растворенного кислорода при бактериальном окислении сульфидных минералов. Этот показатель, вероятно, является наиболее важным критерием оценки бактериальной активности. Если изменения концентрации двухвалентного и трехвалентного железа становятся очевидными в течение нескольких часов, изменение коэффициента поглощения кислорода может составлять один час или менее.

Выводы

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что биологическое окисление — это современный эффективный и экологичный способ переработки рудных концентратов. Успешный опыт применения подобной технологии для переработки упорных сульфидных руд в различных странах мира позволяет её использовать на казахстанских производствах.

Проведено успешное использование технологии биоокисления для выщелачивания золотых концентратов сульфидных упорных руд месторождения «Суздальское». Установлены основные параметры технологии биологического окисления для данных концентратов сульфидных упорных руд: температура среды 38–40 °С, уровень рН =1,4–1,6, концентрация растворенного кислорода в реакторе от 2 до 4 г/т.

Список использованных источников

1 **Багилли, Г. И., Аббазова, К. М.** Биологическое выщелачивание бактериями *thiobacillus thiooxidans* и *thiobacillus ferrooxidans* [Текст] // В сб.: Структурные преобразования экономики территорий: в поиске социального и экономического равновесия. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. – Омск: ОмГТУ, 2019. – С. 11–15.

2 **Johnson, D. B.** Biomining – biotechnologies for extracting and recovering metals from ores and waste materials / D. B. Johnson // *Current Opinion in Biotechnology*. – 2014. – V. 30. – P. 24–31.

3 **Кондратьева, Т. Ф., Булаев, А. Г., Муравьев, М. И.** Микроорганизмы в биогеотехнологиях переработки сульфидных руд [Текст]. – М.: Наука, 2015. – 212 с.

4 **Орехова, Н. Н., Шадрюнова, И. В.** Эколого–экономические аспекты комплексной переработки техногенного гидроминерального сырья / Горный информационно–аналитический бюллетень [Текст]. – 2014. – С. 161–179.

5 **Hatzikioseyan, A., Tsezos, M.** Modelling of microbial metabolism stoichiometry: application in bioleaching processes//Processing of the 16th Biohydrometallurgy Symposium [Текст]. – Cape Town, 2005. – P. 3–9.

6 **Clark, M. E., Batty, J., van Buuren, C. et al.** Biotechnology in minerals processing: technological breakthroughs creating value//Processing of the 16th Biohydrometallurgy Symposium [Текст]. – Cape Town, 2005. – P. 17.

7 **Rawlings, D. E., Dow, D., Plessis, C.** Biomineralization of metal-containing ores and concentrates//TRENDS in Biotechnology [Текст]. – 2003. – Vol. 21. – N 1. – P. 38–44.

8 **Алборов, И. Д., Гегуева, М. М. и др.** Биогеотехнология золотосодержащих руд / Горный информационно-аналитический бюллетень [Текст]. – 2018. – № 6. – С. 126–133.

9 **Иманакунов, Б. И.** Извлечение золота из хвостов золотоизвлекательной фабрики Кумтор / Б. И. Иманакунов // Известия Национальной Академии наук Кыргызской Республики [Текст]. – 2018. – № 5. – С. 22–25.

10 **Бодуэн, А. Я., Фокина, С. Б., Петров, Г. В., Серебряков, М. А.** Современные гидрометаллургические технологии переработки упорного золотосодержащего сырья // Современные проблемы науки и образования [Текст]. – 2014. – № 6. – С. 63.

11 **Турсунбаева, А. К., Маусымбаева, А. Д., Портнов, В. С., Юров, В. М.** Термодинамика дробления руды при кучном выщелачивании металлов // Наука и техника Казахстана [Текст]. – 2010. – № 3. – С. 115–126.

References

1 **Bagilli, G. I., Abbazova, K. M.** Biologicheskoe vy`shchelachivanie bakteriyami thiobacillus thiooxidans i thiobacillus ferrooxidans [Biological leaching by the bacteria thiobacillus thiooxidans and thiobacillus ferrooxidans] [Text] // V sb.: Strukturny`e preobrazovaniya e`konomiki territorij: v poiske social`nogo i e`konomicheskogo ravnovesiya. Sbornik statej po materialam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Omsk : OmGTU, 2019. – P. 11–15.

2 **Johnson, D. B.** Biomining – biotechnologies for extracting and recovering metals from ores and waste materials / D. B. Johnson // Current Opinion in Biotechnology. – 2014. – V. 30. – P. 24–31.

3 **Kondrat`eva, T. F., Bulaev, A. G., Murav`ev, M. I.** Mikroorganizmy` v biogeoteknologiyax pererabotki sul`fidny`x rud [Microorganisms in biogeotechnologies of sulfide ore processing] [Text]. – Moscow : Nauka, 2015. – 212 p.

4 **Orexova, N. N., Shadrinova, I. V.** E`kologo–e`konomicheskie aspekty` kompleksnoj pererabotki texnogenogo gidromineral`nogo sy`r`ya [Ecological and economic aspects of technogenic hydromineral raw materials complex processing] / Gorny`j informacionno–analiticheskij byulleten` [Text]. – 2014. – P. 161–179.

5 **Hatzikioseyan, A., Tsezos, M.** Modelling of microbial metabolism stoichiometry: application in bioleaching processes // Processing of the 16th Biohydrometallurgy Symposium [Text]. – Cape Town, 2005. – P. 3–9.

6 **Clark, M. E., Batty, J., van Buuren, C. et al.** Biotechnology in minerals processing: technological breakthroughs creating value // Processing of the 16th Biohydrometallurgy Symposium [Text]. – Cape Town, 2005. – P. 17.

7 **Rawlings, D. E., Dow, D., Plessis, C.** Biomineralization of metal-containing ores and concentrates // TRENDS in Biotechnology [Text]. – 2003. – Vol. 21. – N1. – P. 38–44.

8 **Alborov, I. D., Gegueva, M. M. et al.** Biogeoteknologiya zolotosoderzhashhix rud [Biogeotechnology of gold-bearing ores] / Gorny`j informacionno-analiticheskij byulleten` [Text]. – 2018. – № 6. – P. 126–133.

9 **Imanakunov, B. I.** Izvlechenie zolota iz xvostov zolotoizvlekatel`noj fabriki Kumtor [Gold extraction from the tailings of the Kumtor gold Recovery Plant] / B. I. Imanakunov // Izvestiya Nacional`noj Akademii nauk Ky`rgy`zskoj Respubliki [Text]. – 2018. – № 5. – P. 22–25.

10 **Boduen, A. Ya., S. B. Fokina, G. V. Petrov, M. A.** Serebryakov Sovremenny`e gidrometallurgicheskie texnologii pererabotki upornogo zolotosoderzhashhego sy`r`ya [Modern hydrometallurgical technologies for processing resistant gold-containing raw materials] // Sovremenny`e problemy` nauki i obrazovaniya [Text]. – 2014. – № 6. – P. 63.

11 **Tursunbaeva, A. K., Mausy`mbaeva, A. D., Portnov, V. S., Yurov, V. M.** Termodinamika drobleniya rudy` pri kuchnom vy`shchelachivanii metallov

[Thermodynamics of ore crushing during metals heap leaching] // Nauka i tehnika Kazaxstana [Text]. – 2010. – № 3. – P. 115–126.

Материал поступил в редакцию 15.06.21.

Ә. Болатұлы, *А. В. Богомоллов

Торайғыров университет,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал 15.06.21 баспаға түсті.

«СУЗДАЛЬСКОЕ» КЕНІНІҢ СУЛЬФИДТІ РЕЗИСТЕНТТІ РУСЫНЫҢ БИОКСИДТЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

*Отқа төзімді сульфидті кендерді қайта өңдеудің био-тотығу технологиясының негіздемесі Суздальское кен орнындағы алтын кен концентратының мысалында келтірілген. Биологиялық тазарту процесі технологиялық тұрғыдан да, экономикалық тұрғыдан да оңтайлы болып табылады және қазіргі кезде алтынға төзімді кендерді өңдеу үшін қолданылатын негізгі технологияға айналуға. Суздаль кен орнындағы алтынды алу фабрикасының өндірістік алаңында тәжірибелік өңдеу кезінде сульфидті отқа төзімді кен алдын-ала технологиялық операцияларға ұшырады. Алтын концентраты суспензия түрінде бактериялық шаймалау құрамына енгізілді. Тотығу үшін биологиялық ыдырайтын бактериялар *Thiobacillus ferrooxidations* және *Leptospirillum ferrooxidations* қолданылды. Технология сульфидтерді, күкіртті және оның тотықсызданған қосылыстарын өмір бойы субстрат ретінде пайдалануға қабілетті химолитотрофты микроорганизмдердің ацидофильді сульфидті минералды топтарының тотығуына негізделген. Бактериялардың тотығу процесі биореакторда өтті, онда бактериялар сульфидті мышыяқты кендерді тотықтыру арқылы сульфидтердің кристалдық торын бұзады және пиритті немесе арсенопиритті ашады, реактивтерге шашыраңқы ұсақ дисперсті алтынға қол жетімділікті қамтамасыз етеді. Нәтижесінде металды қалпына келтірудің жоғары дәрежесіне қол жеткізілді. Бұл сульфидті отқа төзімді кендердің концентраттары үшін биологиялық тотығу технологиясының негізгі параметрлері анықталды: қоршаған орта температурасы 38–40 ° C, рН деңгейі 1,4–1,6, реактордағы еріген оттегінің концентрациясы 2-ден 4-ке дейін г / м.*

Кілтті сөздер: биоксидтеу, бактериялы сілтілендіру, кен, концентрат, алтынды қалпына келтіру.

A. Bolatuly, *A. V. Bogomolov

Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
Material received on 15.06.21.

SPECIFIC FEATURES OF THE «SUZDALSKOE» DEPOSIT SULFIDE RESISTANT ORE BIOOXIDATION TECHNOLOGY

*The substantiation of the bio-oxidation technology for the processing of refractory sulfide ores is presented on the example of gold ore concentrate from the Suzdalskoye deposit. The bioleaching process is optimal both from a technological and economic point of view, and is currently becoming the main technology used for the processing of refractory gold ores. Sulphide refractory ore during experimental processing at the production site of the gold recovery plant of the Suzdalskoye deposit was subjected to preliminary technological operations. The gold concentrate was fed into the bacterial leaching composition in the form of a suspension. The biodegradable bacteria *Thiobacillus ferrooxidans* and *Leptospirillum ferrooxidans* were used for oxidation. The technology is based on the oxidation of acidophilic sulfide mineral groups of chemolithotrophic microorganisms capable of using sulfides, sulfur and its reduced compounds as a substrate for life. The process of bacterial oxidation took place in a bioreactor, where bacteria, by oxidizing sulfide arsenous ores, destroy the crystal lattice of sulfides and open up pyrite or arsenopyrite, providing reagents with access to disseminated finely dispersed gold. As a result, a high degree of metal recovery was achieved. The main parameters of the biological oxidation technology for these concentrates of sulfide refractory ores have been established: the temperature of the medium is 38–40 °C, the pH level is 1.4–1.6, the concentration of dissolved oxygen in the reactor is from 2 to 4 g/t.*

Keywords: biooxidation, bacterial leaching, ore, concentrate, gold recovery.

Теруге 15.06.21 ж. жіберілді. Басуға 29.06.21 ж. қол қойылды.
Электрондық баспа
3,99 Мб RAM
Шартты баспа табағы 13,9. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген З. С. Искакова
Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3809

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған
Торайғыров университеті
140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы
Торайғыров университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.
67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz
nitk.tou.edu.kz