



**ПАТЕНТНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ
ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО КУЧНОМУ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЮ ЗОЛОТА
ИЗ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ В КРИОЛИТОЗОНЕ**

В. П. Мязин¹, Е. С. Соколова², С. А. Арданаева²

¹*Читинский филиал Института горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН,
E-mail: myazinvpchita@mail.ru, ул. Александрo-Заводская 30, г. Чита 672039, Россия*

²*Забайкальский государственный университет,
ул. Александрo-Заводская 30, г. Чита 672039, Россия*

Проведен анализ уровня развития физико-химической геотехнологии кучного выщелачивания золота по ведущим странам золотодобычи с помощью патентно-информационного исследования технических решений. На основе использования опережающей информации дана сравнительная количественная оценка техническим решениям по объектам изобретения при двух режимах выщелачивания — сезонном и круглогодичном.

Кучное выщелачивание золота, патентный анализ, режимы работы, объекты изобретения

**PATENT AND INFORMATION ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT LEVEL
OF ENGINEERING SOLUTIONS ON GOLD HEAP LEACHING
FROM MAN-MADE RAW MATERIALS IN THE PERMAFROST ZONE**

V. P. Myazin¹, E. S. Sokolova², and S. A. Ardanaeva²

¹*Chinakal Institute of Mining, Chita Subdivision, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
E-mail: myazinvpchita@mail.ru, ul. Aleksandro-Zavodskaya, 30, Chita 672039, Russia*

²*Transbaikal State University, ul. Alexandro-Zavodskaya 30, Chita 672039, Russia*

Using patent and information analysis of engineering solutions, the development level of physico-chemical geotechnology of gold heap leaching in the leading gold mining countries is analyzed. Based on the use of advanced information, a comparative quantitative assessment is given to engineering solutions for the objects of invention under two leaching modes — seasonal and year-round.

Gold heap leaching, patent analysis, modes of operation, objects of invention

Одним из существенных достижений в горном деле в XXI в. является наметившийся переход к созданию инновационных разработок на основе физико-химических геотехнологий, в частности, методов выщелачивания металлов из накопленных на поверхности отходов и техногенных образований для решения возникающих экологических и социальных проблем [1].

Увеличение роста накопленных на поверхности Земли минеральных отходов и хвостохранилищ, в том числе с повышенным содержанием токсичных компонентов, ведет к отчуждению земельных угодий и причинению ущерба от загрязнений поверхностных водотоков, заболеваемости населения [2]. Особое значение в развитии золотодобычи имеет вовлечение в разработку мелких и техногенных месторождений, накопленных минеральных отходов, размещенных в регионах с тяжелыми климатическими условиями криолитозоны [3].

Криолитозона — это часть криосферы в пределах верхнего слоя земной коры, характеризующего наличием отрицательных температур и возможностью существования подземных вод [4]: с географических позиций территория распространения многолетнемерзлых грунтов, с физических позиций — массив грунтов с отрицательной температурой, ограниченной изотермой с нулевой или отрицательной температурой [5].

Перспектива эффективного применения кучного выщелачивания в условиях криолитозоны показана в работе [6]. При этом минералоподготовка и гидрометаллургический процесс выщелачивания полезного компонента из рудной массы, уложенной в штабель (кучу) на противofильтрационное основание, является важнейшими приемами реализации технологии кучного выщелачивания ценных металлов (рис. 1).



Рис. 1. Принципиальная схема физико-химической геотехнологии наземного кучного выщелачивания металлов

Первый патент на способ цианидного извлечения золота появился в 1887 г. и впервые использован на производстве в США для кучного выщелачивания благородных металлов. На сегодняшний день вопросы применения кучного выщелачивания золота из золотосодержащих пород на зарубежных и российских горных предприятиях частично освещены в работах [7–9], научных трудах, материалах международных конференций по физико-химической геотехнологии и ежегодных “Плаксинских чтениях” [10]. Однако в них отсутствует системная оценка уровня развития техники и технологии кучного выщелачивания с использованием опережающей патентной информации (данные на 10–15 лет вперед по сравнению со справочно-библиографическими источниками), методология исследования технических решений с учетом значимости формул изобретения и анализ данных по организациям-заявителям (фирмам) ведущих стран золотодобычи. Кроме того, в настоящее время не сформирован банк данных технических решений по КВ золота по ведущим зарубежным странам и России. Указанные недостатки не позволяют наметить основные направления по совершенствованию технологии КВ в условиях круглогодичного выщелачивания золота.

В данной работе предлагается методика проведения патентно-информационных исследований технических решений по КВ благородных металлов, защищенных авторскими свидетельствами и патентами, для разработки которой использован методологический прием на основе анализа технологии КВ, как систем взаимосвязанных между собой процессов и используемых технических средств для их реализации [11]. При этом сущность изобретения рассматривается как комплекс взаимосвязанных факторов и главных признаков, которые отражают достижение технического результата в нем (рис. 2).



Рис. 2. Блок-схема рассмотрения сущности изобретения

Процедура проведения патентно-информационных исследований предусматривает:

- мысленное расчленение технологии КВ на отдельные части и элементы: основные процессы и взаимосвязи с учетом использования выщелачивающих агентов, система сбора выщелоченных продуктивных растворов с последующим извлечением ценных компонентов;
- использование основных индексов международной патентной классификации (МПК): разделы E (горное дело) и C — химия, металлургия, с дополнительным указанием класса, подкласса, группы, подгруппы. Например, МПК E21B 43/28, C22B 3/02, C22B 11/00;
- формирование базы данных патентов по объектам изобретения: способ, устройства, технологические линии (комплекс устройств), вещества, штаммы микроорганизмов и группы изобретений с указанием глубины поиска;
- всесторонний анализ и оценка значимости формулы изобретения (пример анализа и оценки значимости по различным странам представлен в табл. 1);
- укрупненный сравнительный технико-экономический анализ эффективности применения технических решений на практике с учетом особенностей вещественного состава минерального сырья и климатических условий размещения объекта выщелачивания;
- оценка предотвращенного ущерба, наносимого компонентам окружающей среды.

Результаты проведения патентно-информационных исследований ведущих стран по источникам в открытом доступе представлены в табл. 2.

Анализ полученных данных показал, что наибольшее количество патентов на изобретения приходится на объекты техники: способ, группы изобретения, системы (комплекс устройств), поточные линии. Особенность формул изобретений США с точки зрения их значимости — максимальная многозвенность (количество защищаемых пунктов формулы может достигать до 60 пунктов), в то время как в России количественно преобладают однозвенные формулы. Количество выявленных патентов для работы в режиме сезонного выщелачивания превышает в семь раз их количество при круглогодичном выщелачивании в условиях криолитозоны. На основании технико-экономической оценки установлено преимущество круглогодичного выщелачивания золота в криолитозоне по сравнению с сезонной работой установок [6].

ТАБЛИЦА 1. Пример оценки технических решений изобретений по кучному выщелачиванию благородных металлов

Страна	Объект изобретения, название	МПК, номер патента (заявки), дата публикации	Организация-заявитель (автор)	Решение указанной технической проблемы	Анализ формулы изобретения – достижение технологического результата, обеспечивающего изобретения (причинно-следственные связи)
США	Способ наземного выщелачивания металлосодержащих руд при температуре ниже температуры замерзания	E21B 43/00; 4348056, 07.09.1982	Kohorn H Von	Выщелачивание металлосодержащих руд при температурах ниже температуры замерзания	Использование одного или нескольких изолирующих слоев, нанесенных на руду, подлежащих выщелачиванию, изолирующий слой руды может состоять из гибкого листа и корки замороженного щелока от выщелачивания
Россия	Способ выщелачивания руд	E21B43/28, А. с. 595491, 14.03.1978	Московский горный институт (Живолук А. Ю., Халезов Б. Д.)	Ускорение процесса выщелачивания	Посредством повышения активности бактериальных растворов и создания оптимального теплового режима для жизнедеятельности бактерий, при этом через выщелачиваемую руду пропускают электрический ток плотностью от 1104 до 25104 А/м ²
Канада	Способ выщелачивания ценных и благородных металлов из руды	C22B 11/00; 2227581; 27.02.1997	Minnesota Mining and Manufacturing Company	Повышение эффективности разрушения цианида из цианидосодержащего раствора	Достигается путем контактирования указанного раствора с раствором окисляющего газа, растворенного в перфторированной жидкости
Китай	Способ кучного выщелачивания ценного металла из кучи	C22B 3/02, 104919064, 16.09.2015	Technological Resources Pty. Ltd. (dimitrakisgeorgios)	Повышение возможности работы в условиях низких температур	Реализуется путем размещения электромагнитной системы нагрева для генерирования тепла insitu в куче
Австралия	Способ извлечения благородных металлов	C22B 11/08; 1994079233; 06.07.1995	FMC Corporation	Улучшенный способ выщелачивания ценных и благородных металлов	Достигается контактированием раствора, окислом газа во время экстракции благородного или основного металла для разрушения цианида и цианидосодержащего раствора

ТАБЛИЦА 2. Количество выявленных патентов по кучному выщелачиванию благородных металлов и их распределение по объектам техники

Страна	Общее количество	Количество патентов по объектам техники			
		Способ	Комплект устройств, устройство, технологическая линия	Вещество, состав	Группа изобретений
В условиях сезонного кучного выщелачивания					
США	64/46	10	8	1	17
Россия	159/42	137	21	2	3
Канада	23/28	13	—	1	9
Китай	32/ 23	18	4	3	7
Австралия	27/21	22	—	—	5
В условиях круглогодичного кучного выщелачивания					
США	4/38	3	10	—	1
Россия	36/21	26	—	—	—
Канада	2/27	2	—	—	—
Китай	2/14	2	—	—	—
Австралия	1/5	1	—	—	—

Основными разработчиками технологии кучного выщелачивания золотосодержащего сырья месторождений в условиях криолитозоны и организациями-заявителями в России, получивших патенты на изобретения, являются: институт космофизических исследований и астрономии СО РАН — 11, институт горного дела Севера СО РАН — 7, Институт горного дела СО РАН и Читинский филиал ИГД СО РАН — 6, Забайкальский государственный университет — 6; ОАО “Иргиредмет” — 2; НИТУ “МИСиС” и ОАО “Московский комитет по науке и технологиям” — 2; Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН — 2; ОАО “Покровский рудник” и АО “ВНИИПромтехнологии” — 1; Институт биологических проблем Севера ДВО РАН — 1.

Научно-образовательным и исследовательским центром инновационных технологий ЗабГУ в 2014 г. впервые издан рекламно-информационный сборник, патентозащищенных разработок, предлагаемых к реализации [12]. В связи с ограниченным объемом данной статьи, авторы предлагают дать более полный анализ технических решений на изобретения по КВ золота в отдельном номере журнала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- 1. Physico-chemical geotechnology:** textbook for high schools, V. Zh. Arens, O. M. Gridin, E V. Kreinin et al., Moscow, Publishing house of Moscow State Mining University, 2010, 575 pp. [Физико-химическая геотехнология. Учеб. для вузов: В. Ж. Аренс, О. М. Гридин, Е. В. Крейнин и др. — М.: Изд-во МГТУ. — 2010. — 575 с.]
- 2. Myazin V. P. and Mikhaylyutina S. I.** The problems of life safety of mining ore settlements of East Transbaikalia (on the example of the village Napchiranga), Miner Week-2007: scientific. Symposium, Publishing house of Moscow State Mining University, Moscow, 2007, 70 pp. [Мязин В. П., Михайлютина С. И. Проблемы безопасности жизнедеятельности горно-рудных поселений Восточного Забайкалья (на примере пос. Хапчиранга) // Неделя горняка-2007: науч. симпозиум. — М.: МГГУ, 2007. — 70 с.]

3. **Shesternev D. M.** Problems of heap leaching of gold in the cryolithozone: mater. international. Meetings, Innovative processes in technologies for processing mineral and non-traditional raw materials (Plaksin readings), Novosibirsk, Institute of Mining, SB RAS, 2009, pp. 261 – 263. [**Шестернев Д. М.** Проблемы кучного выщелачивания золота в криолитозоне: матер. междунар. совещания // Инновационные процессы в технологиях переработки минерального и нетрадиционного сырья (Плаксинские чтения). — Новосибирск: ИГД СО РАН, 2009. — С. 261 – 263.]
4. **Soviet Encyclopedic Dictionary.** Moscow, 653 pp. [**Советский энциклопедический словарь.** — М.: Сов. энциклопедия. — 653 с.]
5. **Shesternev D. M.** Physics, chemistry and mechanics of mountain soils: a training manual, Chita, publishing house Search, 2012, 309 pp. [**Шестернев Д. М.** Физика, химия и механика горных грунтов: учеб. пособие. — Чита: Изд-во Поиск. — 2012. — 309 с.]
6. **Bayanov A. E.** Thermophysical substantiation of year-round heap leaching of gold-bearing ores at low temperatures: on the example of the Savkinsky deposit: Synopsis of Cand. Tech. Sci. Thesis, Chita, 2015. [**Баянов А. Е.** Теплофизическое обоснование круглогодичного кучного выщелачивания золотосодержащих руд в условиях низких температур на примере Савкинского месторождения: автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Чита, 2015.]
7. **Heap leaching** of precious metals, Under the editorship of M. I. Fazlullin, Moscow, Publishing house of Academy of Mining Sciences, 2001, 611 pp. [**Кучное выщелачивание** благородных металлов. — М.: Изд-во АГН, 2001. — 611 с.]
8. **Mining** and processing of gold and diamond-containing raw materials, Collection of scientific papers, Irkutsk, JSC “Irgiredimet”, 2001, 460 p. [**Добыча** и переработка золото- и алмазосодержащего сырья: сборник науч. трудов. — Иркутск: ОАО “Иргиредмет”, 2001. — 460 с.]
9. **Dementyev V. E., Druzhinina G. Ya., and Gudkov S. S.** Heap leaching of gold and silver, Irkutsk, JSC “Irgiredmet”, 2004, 352 pp. [**Дементьев В. Е., Дружинина Г. Я., Гудков С. С.** Кучное выщелачивание золота и серебра. — Иркутск: ОАО “Иргиредмет”, 2004. — 352 с.]
10. **Dementiev V. E. and Voloshnikov G. I.** Development and use of new technologies and equipment for extracting gold, Problems and prospects of effective processing of mineral raw materials in the 21st century (Plaksin readings-2019): materials of the international meeting. Irkutsk, 2019, pp. 25 – 27. [**Дементьев В. Е., Волошников Г. И.** Разработка и использование новых технологий и оборудования для извлечения золота // Проблемы и перспективы эффективной переработки минерального сырья в 21 веке (Плаксинские чтения-2019): материалы Междунар. конф. — Иркутск, 2019. — С. 25 – 27.]
11. **Myazin V. P. and Sokolova E. S.** The formation of gold mining in Transbaikalia and search for further development directions by using innovations in the technology of human leap gold, Transbaikal State University Journal, 2020, vol. 26, no. 6, pp. 14 – 25. [**Мязин В. П., Соколова Е. С.** Становление золотодобычи в Забайкалье и поиск направлений дальнейшего развития путем использования инноваций по технологии кучного выщелачивания золота // Вестник ЗабГУ. — 2020. — Т. 26. — № 6. — С. 14 – 25.]
12. **Innovative developments** proposed for implementation. Advertising and information release no. 1, Chita, ZabSU, 2014, 55 pp. [**Инновационные разработки,** предлагаемые к реализации. Рекламно-информ. вып. № 1. — Чита: ЗабГУ, 2014. — 55 с.]