

М.ПУРЭВДАШ, аспирантка, *moogi@mail.ru*

Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

M.PUREVDASH, post-graduate student, *moogi@mail.ru*

Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)

ПЕРСПЕКТИВЫ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОКИСЛЕННЫХ МЕДНЫХ РУД И СУЛЬФИДНЫХ МЕДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЭРДЭНЭТИЙН ОВОО»

Рассмотрен вопрос о возможности увеличения глубины переработки сырья месторождения «Эрдэнэтийн Овоо» и накопления значительного количества убогих труднообогатимых руд во внешних отвалах карьера «Эрдэнэтийн Овоо» путем применения отвального и кучного выщелачивания окисленных, смешанных и забалансовых руд.

Приведена информация о запасах труднообогатимых руд месторождения «Эрдэнэтийн Овоо».

Приведены показатели прогнозного извлечения меди из медных сульфидных руд отвалов № 6 и № 2 рудника «Эрдэнэтийн Овоо» при сернокислотном выщелачивании.

Проанализированы опыты применения методов гидрометаллургической переработки некондиционных медных руд из практики работы предприятий России, США и Мексики.

Ключевые слова: медно-сульфидная руда, сульфидный медный концентрат, кучное и автоклавное выщелачивание.

PROSPECTS OF HYDROMETALLURGICAL PROCESSING OF OXIDIZED COPPER ORES AND SULFIDE COPPER CONCENTRATE, AS PART OF NEW TECHNOLOGY OF COMPLEX PROCESSING DEPOSIT «ERDENETIIN OVOO»

The issue of the Erdenetiin ovoo deposit development depth increase is considered based on application of heap leaching for oxidized, mixed, cutoff grade ores and pressure leaching for copper sulfide concentrate

The information about reserves difficulty processed ores of the deposit «Erdenetiin Ovoo».

Given the parameters of predictive recovery of copper from copper sulfide ore heaps № 6 and № 2 of the deposit «Erdenetiin Ovoo».

Key words: copper-sulfide ore, sulfide copper concentrate, heap and pressure leaching.

Проблема гидрометаллургической переработки медных руд и концентратов Монгольского месторождения «Эрдэнэтийн Овоо» в последние годы не уходит из поля зрения ученых и практиков страны. Монголия пока не располагает собственным медеплавильным заводом, в условиях современного рынка про-

дажа медных концентратов значительной части возможной прибыли от использования собственного природного ресурса иностранным дилерам связана с дополнительными затратами на перевозку концентратов. Немалое значение имеет и социальный аспект по созданию высокоцивилизованных рабочих мест.

В решении этой проблемы накоплен известный теоретический и экспериментальный задел.

Медно-молибденовое месторождение «Эрдэнэтийн Овоо» является одним из крупнейших в мире по запасам медно-порфировых руд. Состав общих запасов характеризует табл.1 [2-4].

Таблица 1

Общие запасы руды и содержание меди в контуре карьера «Эрдэнэт»

Бортовое содержание меди, %	Руда*		
	Сульфидная	Окисленная и смешанная	Забалансовая (убогая руда)
0,25	763,8/0,48	24,49/0,52	128,8/0,20
0,30	672,6/0,509	21,1/0,57	223,3/0,229
0,35	571,7/0,542	18/0,61	327,8/0,258
0,40	477,7/0,577	14,9/0,66	424,9/0,283
0,45	376/0,619	13,6/0,68	527,9/0,309

* В числителе – запасы руды, млн т; в знаменателе – содержание меди в руде, %

В контуре карьера находится 763,8 млн т руды со средним содержанием меди 0,48 %. Запасы недобытых окисленно-смешанных руд составляют 24,49 млн т со средним содержанием меди 0,52 %, запасы убогих руд 128,8 млн т со средним содержанием меди 0,20 %. Все это предопределяет перспективы многолетней, более 30 лет, эксплуатации месторождения путем флотационного обогащения.

Запасы убогих и труднообогатимых руд во внешних отвалах карьера «Эрдэнэт» составляют 117900,4 тыс.т со средним содержанием меди 0,329 % и общим ее количеством около 388623 т [4].

Таким образом, очевидность вовлечения в сернокислотное кучное и отвальное выщелачивание меди окисленных и смешанных руд старых отвалов и текущей добычи ясна.

Выполнен большой объем экспериментальных колонных испытаний соответствующих технологических типов руд [2].

В табл.2 приведены показатели прогнозного извлечения меди из медных минералов отвалов № 6 и № 2 рудника «Эрдэнэт» [2].

Более того, в Эрдэнэте с 1997 г. успешно и прибыльно работает опытно-промышлен-

ный завод с мощностью 3000 т катодной меди высокой чистоты в год. Освоена технология всесезонного кучного выщелачивания в условиях резко континентального климата Монголии. Прибыльность производства значительно возросла после введения передела по производству эмалипровода из собственной меди. Как показывает практика Американского карьера Бинг-ХЭМ-КАНЬОН и Мексиканского ГОКа Кананса продолжительному сернокислотному орошению подвергаются прошлогодние отвалы рудников, образованные убогими смешанными и сульфидными рудами (табл.2).

Таблица 2

Показатели прогнозного извлечения меди из отвальных материалов при сернокислотном выщелачивании

Медные минералы	Содержание меди в руде, связанное с минеральным видом, %	Распределение меди по минералам, %	Количество минералов, доступных для выщелачивания, %	Количество меди, извлекаемой из минерала, %	Количество меди извлекаемой из руды, %
Отвал № 6					
CuFeS ₂	0,154	18,05	70	16	2,022
CuS	0,1782	20,89	70	50	7,311
Cu ₂ S	0,328	38,45	80	95	29,22
Cu ₂ O	0,0801	9,389	95	95	8,474
CuFeO ₂	0,0216	2,532	95	95	2,285
Малахит	0,0627	7,35	95	100	6,982
Азурит	0,0285	3,341	95	100	3,174
Итого	0,85	100			59,5
Отвал № 2					
CuFeS ₂	0,077	21,69	70	16	2,429
CuS	0,0706	19,89	70	50	6,963
Cu ₂ S	0,168	47,33	80	95	35,97
Cu ₂ O	0,0134	3,761	95	95	3,394
CuFeO ₂	0,0038	1,065	95	95	0,961
Малахит	0,0171	4,817	95	100	4,576
Азурит	0,00513	1,445	95	100	1,373
Итого	0,355	100			55,7

Автоклавное выщелачивание завоевывает все более широкие позиции в мировой практике цветной металлургии. На коммерческом уровне процессы высокотемпературного автоклавного окислительного выщелачивания упорных золотосодержащих

руд и концентратов используются с середины 60-х годов прошлого столетия.

В 2003 г. построен и введен в эксплуатацию первый на территории СНГ завод АО «Казахмыс» по переработке низкокачественных цинковых концентратов и полупродуктов проектной производительностью более 100 тыс.т в год.

НПО «РИВС» и Учалинский ГОК разработали технологию гидрометаллургического обезмеживания флотационного медного концентрата, выполнено технико-экономическое обоснование промышленной установки. Известна аналогичная работа, выполненная институтом «Гипроникель» для Уральской горно-металлургической компании.

В последние 30 лет революционизирующее воздействие в горнометаллургической промышленности произвела L-SX/EW технология, обеспечивающая производство высокочистых медных концентратов, минуя традиционный процесс плавки – рафинирования медных концентратов, а также высокие экологические условия. Уровень технологичности, налаженное производство высоконадежного оборудования, экстрагентов, доступность продуктов химического производства, низкие капитальные и эксплуатационные затраты позволяют выпускать этим способом более 20 % мирового производства меди.

Одной из наиболее значительных проблем, сдерживающих прорывной характер этой стратегии, является низкая кинетика разложения халькопирита при автоклавном выщелачивании сульфидных медных концентратов. Ряд ведущих инжиниринговых компаний западных стран последовательно занимаются халькопиритовыми рудами. Аналогичные испытания выполнены монгольской компанией МТ в институте «Гипроникель» [1].

Опубликованы данные о пилотных испытаниях, проекте и первом году эксплуатации автоклавного завода в Моренси (USA) производительностью 66 тыс.тонн катодной меди в год, перерабатывающего флотационный концентрат обогатительных фабрик Моренси. Содержание халькопирита в подвергнутых пилотным испытаниям концентратах составляло в среднем 36 %, пирита 21 % [5].

Монголо-Российское предприятие «Эрдэнэт» разработало и осуществляет новую концепцию развития производства на перспективу до 2015 г., главной целью которой является осуществление оптимальной модели этого горно-обогачительного предприятия с выходом на максимальные показатели экономической и экологической эффективности, путем освоения новейших технологических решений в области переработки руды и создания новых эффективных продуктов конечной продукции.

Основные ее положения заключаются в следующем:

- Расширение рудно-сырьевой базы за счет вовлечения в переработку некондиционных (в условиях существующей схемы) руд в комбинации с автоклавным выщелачиванием части флотационных концентратов с получением катодной меди.

- Переработки части флотационного медного концентрата по технологии «Hydrosorper TM» финской фирмы «Outokumpu Tech» (выщелачивание меди хлорной медью в рассоле хлористого натрия, осаждения оксидной меди и восстановление ее до порошковой меди с производством катанки).

- Переработка молибденового концентрата с производством триоксида молибдена, перрената аммония и молибденовых специальных изделий.

Расчетная эффективность мероприятий показывает, что даже при сохранении достигнутого уровня переработки руды на обогачительной фабрике при снижении содержания в ней меди с 0,58 до 0,54 % чистая прибыль комбината возрастает на 10 %, интегральный срок окупаемости инвестиционных затрат составит 4,2 года, внутренняя норма доходности 42 %. Эти примеры свидетельствуют об очередном витке спирального развития инноваций в цветной металлургии.

Новые достижения в науке и практике комплексной переработки медных руд предвещают большое будущее гидрометаллургическим способам производства конечной продукции горно-обогачительных производств, альтернативных традиционной плавке-рафинирования флотационных медных концентратов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гидрометаллургическая технология переработки медных концентратов месторождения Эрдэнэтийн Овоо / Ш.Отгонбилэг, Ш.Батсайхан, Ц.Уранчимэг и др. // Горный журнал. 1998. № 3.
2. Дамдинжав Ж. Разработка и внедрение методов гидрометаллургии на примере труднообогатимых руд месторождения Эрдэнэтийн Овоо: Автореф. дис... канд. техн. наук / СПГИ. СПб, 2009.
3. Практика применения кучного выщелачивания труднообогатимых руд месторождения Эрдэнэтийн Овоо / Ж.Дамдинжав, В.М.Сизяков, В.П.Бричкин и др. // Обогащение руд. 2009. № 5.
4. Увеличение глубины переработки медно-молибденовых руд месторождения Эрдэнэтийн Овоо / Ж.Дамдинжав, Е.Е.Андреев, В.П.Бричкин и др. // Обогащение руд. 2009. № 4.
5. Marsden J.O. Medium-temperature pressure leaching of copper concentrates – Part IV: / J.O.Marsden, J.C.Wilmot, R.J. Smith // Application at Morenci, Arizona. Journal of Minerals and Metallurgical processing. 2007. V.14. № 4.

REFERENCES

1. Hydrometallurgical technology for processing of copper concentrates of deposit Erdenetiin Ovoo / Sh.Otgonbileg, Sh.Batsaihan, Ts.Uranchimeg, YA.M.Shneerson, A.G.Ryabko, L.B.Volkov, Kh.A.Muravin // Mining journal. 1998. № 3.
2. Damdinzhav Z.H. Develop and implement methods of hydrometallurgy for example difficultly-processed ores Erdenetiyn Ovoo. Thesis PhD. 2009.
3. The Erdenetiin Ovoo deposit difficultly-processed ore heap leaching application practice / Z.H.Damdinzhav, V.M.Sizyakov, V.P.Brichkin, Ye.Ye.Andreev, A.Ya.Boduen // Journal of ore -enrichment. 2009. № 5.
4. The Erdenetiin Ovoo deposit copper-molybdenum ores mining depth increase / Z.H.Damdinzhav, Ye.Ye.Andreev, V.P.Brichkin, V.M.Sizyakov // Journal of ore -enrichment. 2009. № 4.
5. Marsden J.O. Medium-temperature pressure leaching of copper concentrates – Part IV: / J.O.Marsden, J.C.Wilmot, R.J.Smith // Application at Morenci, Arizona. Journal of Minerals and Metallurgical processing. 2007. V.14. № 4.