

УДК 669.213.6:622

Д.В. Малютин, Ю.М. Овешников

К ВОПРОСУ О ДОБЫЧЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ УПОРНЫХ РУД «МАЛОМЫРСКОГО» ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Рассмотрена проблема переработки упорных руд, в основном преобладающих на «Маломырском» месторождении. Указаны проектные данные по запасам руд, которые отображают важность проблемы переработки упорных руд. Дано определение упорности руд. Показан самый действенный способ переработки сульфидных руд, который широко применяется во всем мире и начинает развиваться в Амурской области. Раскрыта сущность этого метода, его недостатки и преимущества. Приведены сведения о генезисе сульфидных руд и экологических аспектах их переработки. Также в статье описан процесс автоклавного выщелачивания с химической стороны. Описаны технологические аспекты переработки методом автоклавного выщелачивания.

Ключевые слова: упорная руда, диспергация, месторождение, переработка, цианирование, автоклав, окисление, испарение, флотационное обогащение, пульпа, футеровка, извлечение полезного компонента.

Золото окружает нас буквально повсюду, в небольших количествах оно содержится в почве, грунтовых водах, морях, реках и озерах и даже в растениях и организмах животных. Но слишком маленькое содержание золота не позволяет экономически выгодно извлекать ценный компонент. Промышленными запасами обладают очень не многие месторождения золота. Во всем мире на первое место вышло добыча рудного золота. Россыпные месторождения также являются источником получения золота, но в последние несколько десятилетий в капиталистических странах их значение неуклонно снижалось. Всего лишь сто лет назад из россыпей добывали почти 90 % золота. В 70-е годы прошлого столетия их доля составляла не более 3—5 % [2]. Руды бывают разных типов: легкообогащаемые (окисленные) и труднообогащаемые. В настоящее время в мире количество неупорных руд неуклонно уменьшается, человечество приступа-

ет к переработки труднообогащаемых, так называемых упорных руд. В России 80 % ресурсов золота заключены в пиритах и сульфидах. Среди различных типов золотосодержащих руд особое место занимают руды, в которых золото находится в состоянии тонкой диспергации в сульфидных минералах, чаще всего в арсенопирите и пирите. Такое золото не извлекается цианированием даже после очень тонкого измельчения руды. В настоящее время можно считать доказанным, что «упорность» ассоциированного с сульфидами золота обусловлена присутствием его в сульфидах в виде тонко диспергированных частиц самородного металла и в форме твердого раствора [4].

В последние 10-20 лет выполнен ряд работ с применением современных методов исследований, существенно пополнивших и расширивших наши представления о формах нахождения золота в упорных рудах и концентратах. Серь-

езной проблемой при переработке упорных руд является выведение содержащегося в них мышьяка в относительно безвредных и пригодных для складирования или захоронения формах.

На «Маломырском» золоторудном месторождении, расположенном в Амурской области, являющейся территорией приграничной с КНР, запасы легкообогатимых руд на 01.01.2012 г. на участке «Кварцитовый» составили: категории С1+С2, 671,6 тыс. т, упорной руды категории С1+С2, 702,5 тыс. т, также на участке «Центральный» упорной руды категории С1+С2, 12572,9 тыс. т. [3].

Запасы легкообогатимых руд на месторождении на сегодняшний день практически исчерпаны, а технология обогащения предприятия не позволяет извлекать полезный компонент достаточно полно. Традиционный метод извлечения золота из упорных руд заключается в их флотационном обогащении, окислительном обжиге полученного концентрата и последующем цианировании огарка. Поэтому на сегодняшний день ведется строительство корпуса флотации. По проекту флотоконцентрат будет доставляться на «Покровский рудник» для последующих операций.

В процессе обжига пирит и арсенипирит превращаются в гематит, а сера и мышьяк переходят в газовую фазу в виде триоксида серы. Из полученного огарка золото извлекается цианированием. Этот метод достаточно прост, хорошо освоен и до сих пор применяется в Канаде, ЮАР, Австралии и других странах. Вместе с тем он имеет серьезные недостатки: невысокое извлечение золота, обусловленное образованием на вскрываемых золотинах пленок легкоплавких соединений, и уносом части золота в мышьяковистые возгоны; неиз-

бежное загрязнение окружающей среды выбросами мышьяка и серы; необходимость дорогостоящего захоронения высокотоксичного триоксида мышьяка.

Сущность метода автоклавного выщелачивания вскрытия упорного золота заключается в окислении золотосодержащих сульфидных концентратов в водной среде под действием кислорода при повышенных температурах. Ассоциированное с сульфидами субмикроскопическое и твердорастворное золото освобождается и делается доступным выщелачиванию цианистым раствором. В процессе автоклавного выщелачивания часть железа и мышьяка переходит в раствор, а часть остается в твердом остатке. С точки зрения экологии очень важным является то, что мышьяк в твердом автоклавном остатке находится в виде нетоксичного соединения, аналогичного природному минералу скородиту. Поэтому после цианирования твердый материал может быть направлен в обычное открытое хвостохранилище. Во многих упорных сульфидных рудах присутствует углистое вещество, содержащее органический углерод. Такие руды принято называть рудами двойной упорности. Проблема извлечения золота углистых золотых руд хорошо известна в золотоизвлекательной промышленности: цианирование углистого сырья дает низкое извлечение золота из-за сорбции перешедшего в раствор золотоцианистого комплекса углистым веществом.

Специфические трудности вызывает также присутствие в автоклавных пульпах хлорид-ионов. Хлориды могут входить в состав природных минералов и поступать в процесс с природной или оборотной водой. Присутствие в жидкой фазе автоклавной пульпы даже нескольких миллиграмм-

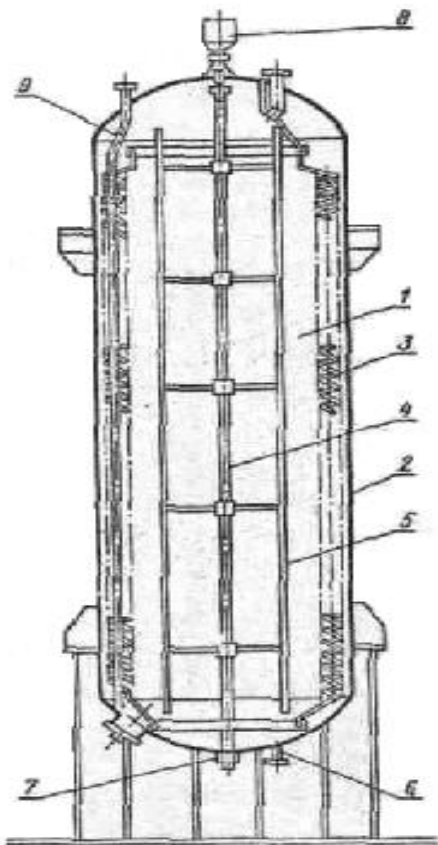


Рис.1. Устройство автоклава: 1 — корпус; 2 — теплоизолированная стенка; 3 — змеевик; 4 — вал; 5 — рамная мешалка; 6 — штуцервывода конденсата; 7 — поднятник мешалки; 8 — привод мешалки; 9 — переточная труба

мов на литр ионов хлора может снизить извлечение золота на 5-10 %. Для уменьшения отрицательного действия хлорид-иона обычно проводят водную отмывку концентрата перед подачей его в автоклав [4].

Окисление пирита и арсенопирита протекает с большим тепловыделением. При содержании сульфидной серы примерно 6 % процесс автоклавного выщелачивания можно осуществлять автогенно (автотермально), т.е. за счет использования тепла экзотермических реакции; необходимость

использования пара возникает лишь при пуске автоклава. Процесс ведут при температуре 190-230 градусов и давлении кислорода 300-800 кПа (общее давление в автоклаве 1800-3500 кПа); эти условия практически исключают образование элементарной серы. Разгружаемая из автоклава пульпа попадает в самоиспаритель-сосуд, так же как автоклав, футерованный кислотостойким кирпичом. В самоиспарителе поддерживается атмосферное давление. Попадающая сюда пульпа вскипает и за счет испарения части воды охлаждается до 105-100 град. (рис. 1).

Из самоиспарителя пульпа направляется на кондиционирование. Эта операция заключается в перемешивании пульпы при 105-95 град. в течении нескольких часов. Назначение операции — растворение основного сульфата железа, для разрушения которого при нейтрализации пульпы перед цианированием приходится расходовать большое количество извести. Кондиционирование пульпы позволяет перевести серу основного сульфата в раствор, для нейтрализации которого может быть использован более дешевый известняк. Кроме того, в результате кондиционирования сокращается выход твердой фазы, что уменьшает потребный объем аппаратуры для сгущения, фильтрации пульпы и сорбционного передела и сокращает расход цианида [4].

Пульпа после кондиционирования поступает в систему промывных сгустителей, где твердая фаза отделяется от кислого раствора. Сгущенную и промытую пульпу нейтрализуют известью и направляют на сорбционное цианирование. Сорбционное цианирование нейтрализованных пульп ведут по обычной технологии, применяемой в золотоизвлекательной промышленности.

В период за IV квартал 2012 г. из-за переработки упорных руд совместно с окисленными на «Маломырском руднике» извлечение золота на обогатительной фабрике составило около 70 %. В результате переработки 650 тыс. т руды, выход металла в готовой продукции составил около 520 кг, что составило примерно 90 % от плановых показателей. Тем

самым, переработка упорной руды по схеме цианирования существенно снижает извлечение золота на предприятии.

Таким образом переработка упорных руд «Маломырского» золоторудного месторождения является весьма актуальной в настоящее время и требует проведения дополнительных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Набойченко С.С., Ни Л.П., Шнеерсон Я.М., Чугаев Л.В.* Автоклавная гидрометаллургия цветных металлов. Екатеринбург. 2002, 940 с.
2. *Потемкин С.В.* Очерк о золоте. Москва 1988, 65-69 с.
3. *Проект* разработки «Маломырского» золоторудного месторождения.
4. *Шнеерсон Я.М., Чугаев Л.В.* Ритм Петропавловска, «Автоклав на покровском руднике» 2011г. С. 18-23. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Малютин Дмитрий Вячеславович — аспирант, dimalyutin90@mail.ru,
Овешников Юрий Михайлович — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой,
Забайкальский государственный университет.



ГОРНАЯ КНИГА



Электроснабжение горного производства. Релейная защита

Л.А. Плашанский
2013 г.
299 с.
ISBN: 978-5-98672-332-7
UDK: 621.31:622.3.012

Изложены вопросы, связанные с защитой электроустановок и линий, использующих различные средства, включая микропроцессорные модули SEPAM. Рассмотрены варианты согласования терминов SEPAM с различными типами реле. Представлены требования, предъявляемые к релейной защите, элементам защиты, источникам оперативного тока. Рассмотрены функции защиты от внешних коротких замыканий в электроустановках напряжением выше 1 кВ, защиты силовых трансформаторов, синхронных и асинхронных электродвигателей, КРУ, ТПА, шинных конструкций, воздушных и кабельных линий. Приведены методики расчета уставок защит и проверки правильности выбора уставок защиты.

Для студентов вузов, обучающихся по специализации «Электрификация и автоматизация горного производства» направления подготовки «Горное дело», а также магистров, аспирантов и специалистов, занимающихся вопросами релейной защиты.