

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТОНОСНОЙ РУДЫ

Сиротина Д.Ю., Астаева А.Н.,
научный руководитель, канд. техн. наук Колмакова Л.П.
Сибирский Федеральный Университет

Минерально-сырьевая база России за последнее десятилетие существенно сократилась. Новые экономические требования к качеству минерального сырья и экологическому обеспечению безопасности освоения месторождений сузили перечень рентабельных для отработки объектов.

В этих условиях принципиальное значение имеет создание и освоение таких технологий эффективной добычи полезных ископаемых, в особенности благородных металлов, которые обеспечивают при более низких расходах, по сравнению с традиционными методами, увеличение объемов получаемой продукции.

Несомненно, что к таким технологиям относится кучное выщелачивание золота и других металлов не только из первичных руд, но из техногенных отходов горных производств (старых отвалов и хвостохранилищ), содержащих эти металлы [1].

В работе вскрыт ряд технологических проблем, возникших в период освоения и эксплуатации установки кучного выщелачивания. Для определения «узких мест» технологии кучного выщелачивания действующей установки на месторождении «Эльдорадо» в работе использован системный анализ с построением химических и математических моделей, описывающих закономерности извлечения золота из руды при кучном выщелачивании (КВ). Анализ функционирования моделей осуществляли в граничных условиях, характерных для технологии КВ и цианирования золота из руд и концентратов.

Исходными данными для анализа являлись химический и минералогический состав золотосодержащей руды, технология подготовки руды к выщелачиванию, реагентный набор процесса цианирования и литературные данные по технологии кучного выщелачивания в США и Канаде в условиях Крайнего Севера [2].

Золотоносная руда состоит в основном из кварца (47-53%), слюдистых минералов (27-33%), мусковита, хлорита, калиевого полевого шпата, оксидов железа (5%) и небольших количеств сульфидов, меди, мышьяка. Содержание золота в руде находится в пределах 0,8 – 1,2 г/т, из них 1,9% - трудновскрываемое.

Процесс растворения золота в цианистом растворе в условиях кучного выщелачивания может протекать по двум закономерностям: внешне - и внутри диффузионным. При протекании процесса во внешнедиффузионной области скорость растворения золота (j_{Au}) описывается уравнением [3]:

$$(j_{Au})_{внеш.} = (D_{O_2}/\delta) \cdot (C_0)_{O_2}, \quad (1)$$

где D_{O_2} – коэффициент диффузии кислорода в воде, $D_{O_2} = 2,76 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$ [3];

$(C_0)_{O_2}$ – концентрация кислорода в исходном цианистом растворе, $(C_0)_{O_2} = 0,27 \cdot 10^{-3}$ моль/л;

δ – толщина диффузионного пограничного слоя на границе раздела раствор – твердое, $\delta = D_{O_2}^{1/3} \cdot \nu^{1/6} \cdot \sqrt{x/u_0}$;

ν – кинематическая вязкость цианистого раствора, $\nu \approx 1,10 \text{ см}^2/\text{с}$ [4];

x – расстояние от точки набегания раствора на поверхность золота до измеряемой точки, характеризующей формы и размеры частиц золота. x изменяется в пределах от 2 мм до 0,074 мм.;

u_0 – касательная скорость движения раствора относительно твердой поверхности золота. Обычно u_0 изменяется в интервале от 5 см/час до 15 см/час.

При протекании процесса растворения золота по закономерностям внутренней диффузии («золотинки» находятся в каналах-трещинах пустой породы) скорость описывается уравнением [3]:

$$(j_{Au})_{внутр.} = (C_0)_{O_2} / 2 \cdot \sqrt{D_{O_2} / (\pi \cdot \tau)}, \quad (2)$$

где τ – продолжительность кучного выщелачивания, с.

В ходе работы осуществлен расчет скоростей растворения золота по уравнению внешнедиффузионной кинетики при различной крупности «золотин», концентрации кислорода и скорости просачивания через слой рудного материала. Показано влияние продолжительности кучного выщелачивания на скорость внутридиффузионного растворения золота в трещинах и каналах пустой породы. Скорость этого процесса лимитируется концентрацией кислорода в цианистом растворе.

Процесс растворения свободного и крупного золота протекает с внешнедиффузионным контролем по кислороду и в течении летнего периода работы установки кучного выщелачивания не успевает перейти в цианистый раствор. Мелкодисперсное золото крупностью – 0,074мм растворяется внутридиффузионно и за 100-120 суток в раствор извлекается на (6-10)%. Суммарные потери золота за счет неполного растворения при кучном выщелачивании могут составлять (53÷67)%, что подтверждается практикой работы установки в районе Крайнего Севера – Енисейска.

Список использованных источников

1. Н.П. Лаверов, В.В. Рудаков. «Кучное выщелачивание благородных металлов».- Москва: Издательство Академии горных наук, 2001, 328 с.
2. М.А. Меретуков, А.М. Орлов. «Металлургия благородных металлов. Зарубежный опыт». - М.: Metallurgia, 1991, 416с.
3. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман. Теория гидрометаллургических процессов: Учебное пособие для вузов – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Интермет Инжиниринг. 2003. - 464с.
4. Справочник химика, т.1, под редакцией Б.П. Никольского – Москва – Ленинград, 1966, - 1072с.