

УДК 622.7

Г.И. Авдонин, А. Н. Юртаев

**ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА И ПРОБНОСТИ ЗЛОТИН
НА ИХ РАСТВОРИМОСТЬ В ХЛОР- ХЛОРИДНЫХ
РАСТВОРАХ, ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПРОЦЕССУ
ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ**

Приведены результаты исследований подземного выщелачивания хлорными растворами.

Ключевые слова: пробность золота, лавсановый мешочек, выщелачивание, обеззараживание, хлорид.

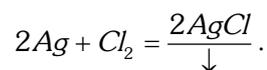
Подземное выщелачивание является довольно перспективным направлением в области добычи редких и радиоактивных металлов.

В нашей стране применяют в основном способы с применением различных видов кислот. Но эти способы подходят далеко не для всех типов руд и содержащихся в них металлов.

Применительно к выщелачиванию золота, наилучшим вариантом является использование цианидных растворов. Их применение в процессе подземного выщелачивания невозможно из-за высокой токсичности. Вследствие чего данный способ используют только в кучном выщелачивании, так как после отработки обеззараживание и нейтрализация вредных компонентов представляется возможной. Для подземного выщелачивания следует искать иные пути подхода. Одним из них как раз и является способ подземного выщелачивания хлорными растворами.

В нашем случае для успешного процесса, помимо всего прочего должно соблюдаться некоторое условие. Пробность золота должна быть высокой, с относительно маленькой крупностью золотин.

При растворении золота хлоридными растворами содержащих активный хлор на поверхности золотин образуется в виде корки осадок хлорида серебра.



Вследствие чего с определенного момента золото за неимением контакта с растворителем, перестает переходить в раствор частично, а затем полностью.

В замкнутых системах видно, что процесс идет успешно до того момента пока толщина корки хлорида серебра не сравняется с толщиной золотины.

$$V_{\text{ОСАД}} \leq V_{\text{РАСТВ.ЗЛОТИНЫ}}$$

Пробность золотин вычисляем по неравенству, которое решаем относительно C

$$\rho_{AgCl} \geq 1,33\rho_{Au} \cdot (1 - c)$$

$$C_{\text{min}} = 0,731,$$

где ρ_{AgCl} — удельный вес хлорида серебра $(5,5 \text{ г/см}^3)$; ρ_{Au} — удель-

ный вес золота (19,3г/см³); 1,33 — стехиометрический коэффициент; c — пробность золота.

То есть при пробности золотин $> 0,731$ будет происходить практически полное растворение золота из элементарного объема. При пробности $< 0,731$ извлечение будет не полным.

Нами была поставлена задача по растворению золотин хлорной водой в фильтрационных условиях. Смысл заключался в следующем. Мы попытались создать условия как можно более приближенные к естественным. Было взято небольшое количество золотин разной крупности, заранее разложенных в определенном порядке и сфотографированных. Затем вложили их лавсановый мешочек и поместили в нашу опытную колонну с чистым кварцевым песком крупностью 0,1 мм. После чего стали подавать хлоридный раствор. В процессе выщелачивания замерялась концентрация золота в растворе на выходе. Первые дни концентрация была высокой, затем стала резко падать. По истечении 13 дней выровнялась до стабильно низкой. Через 24 дня извлекли наши золотинны и расположили примерно в том же порядке, который был до выщелачивания. Сделали снимок и сопоставили с тем который был до выщелачивания. По ним отчетливо видно как все частички слегка деформировались и уменьшились в объеме. Причем чем меньше была частичка тем более явно прослеживается различие в размере до и после опыта. Так же были изготовлены аншлифы и сделаны микро-фото. Разница замечается сразу. На фото после выщелачивания вокруг золотины образуется корочка в виде осадка хлорида серебра. Как раз по ее толщине мы можем судить есть ли доступ растворителя к нашей золотине через уже об-

разовавшуюся корочку и следовательно будет ли золото переходить в раствор.

Большое значение имеет как это уже было сказано, крупность частиц. Более мелкие частички выщелачиваются гораздо быстрее и практически полностью. В таблице приведено соотношение крупности частиц к их общей площади поверхности.

Скорость растворения золота в хлорной воде равна 0,15 мг/мм² в сутки на тонну выщелачиваемого массива. Концентрация Au в растворе пропорциональна удельной поверхности частиц.

$$\gamma = \frac{S}{P},$$

где γ — удельная поверхность, (площадь приходящаяся на 1 г. золотин); P — вес золотин; S — площадь поверхности золотин;

$$S = \pi D^2 \cdot K_{ac} \cdot n,$$

где D — диаметр золотин; K_{ac} — коэффициент асимметрии (который зависит от формы золотин и изменяется в пределах от 0,1 до 1,9, где 0,1 для поверхности проволочной формы и 1,9 для кубической); n — количество золотин на вес P .

$$\gamma = \frac{311}{D_{мед}} \cdot K_{ac},$$

где $D_{мед}$ — медианный диаметр частиц золота.

Общее содержание Au в растворе для руд определяется содержанием золота в руде и его удельной поверхностью.

$$K_{p-ра} = K_{руды} \cdot \gamma \cdot 0,15,$$

где $K_{p-ра}$ — содержание золота в растворе; $K_{руды}$ — содержание золота в руде.

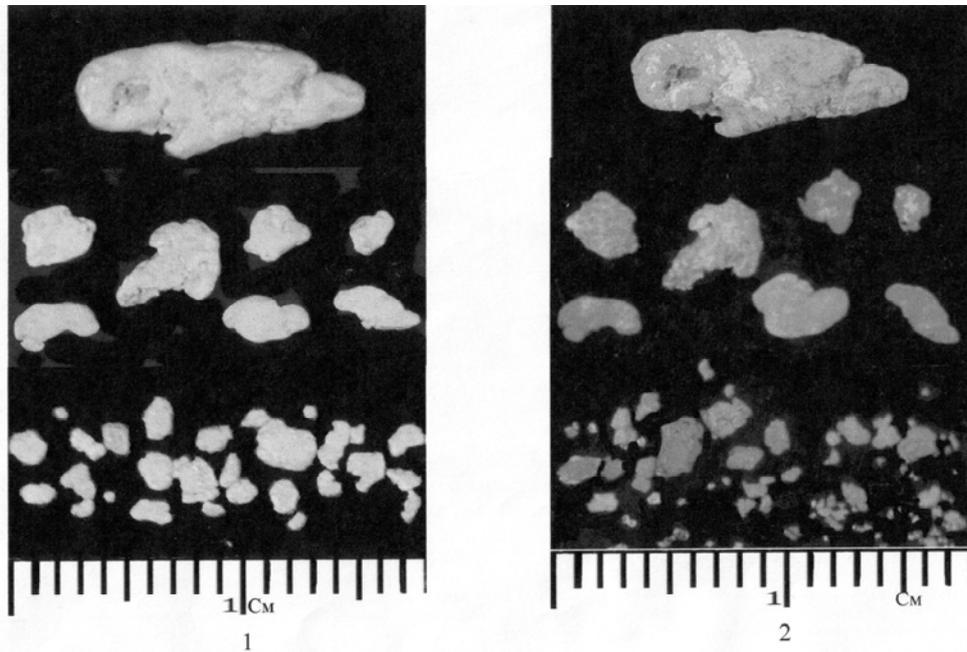


Рис. 1. Выделение самородного золота до (1) и после (2) выщелачивания

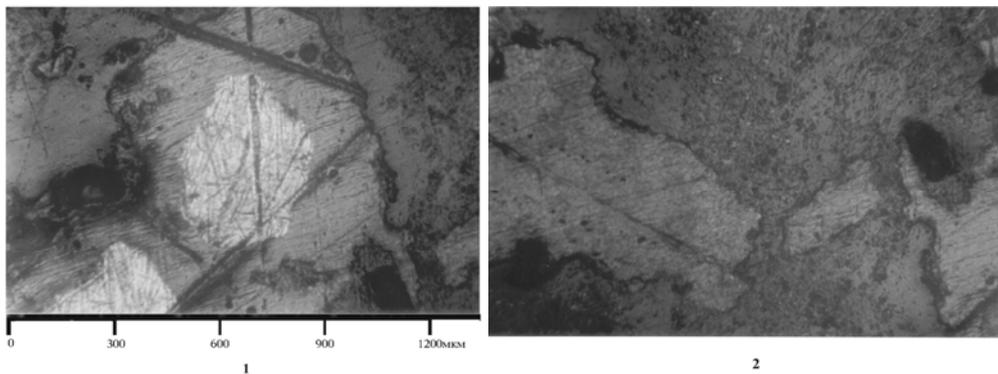


Рис. 2. Остаток выделения золота (1) и полное замещение золотин (2) хлоридом серебра

При минимально промышленном содержании золота в растворе 0,2 мг/л получаем соотношение содержания Au в руде к его размеру.

$$\frac{K_{\text{руды}}}{d_{\text{мед}}} K_{\text{ас}} > 4,29,$$

где $K_{\text{руды}}$ — содержание золота в руде; $d_{\text{мед}}$ — медианный диаметр частиц; $K_{\text{ас}}$ — коэффициент ассиметрии.

То есть при отношении $K_{\text{руды}} / d_{\text{мед}}$ больше 4,29 содержание в продуктивных растворах больше 0,2 мг/л, при $K_{\text{руды}} / d_{\text{мед}}$ меньше 4,29 содержание в растворе меньше 0,2 мг/л.

По завершению опыта пришли к следующему выводу.



Рис. 3

Пробность золотин пригодных для хлоридного выщелачивания должна быть не ниже 731.

Оптимальный размер золотин меньше 1 мм.

$$\text{Отношение } K_{\text{руды}} / d_{\text{мел}} < K_{\text{ас}} < 4,29.$$

При схожих условиях способ с применением хлоридных растворов будет проходить успешно.

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Авдониин Г.И., Юртаев А.Н. — Всероссийский научно-исследовательский институт химической технологии, e-mail: natali@vniiht.ru



ДИССЕРТАЦИИ

**ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ
ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ**

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ			
АДЖЯН Александр Арсенович	Разработка методов использования космических изображений для оценки инженерно-геологических условий горных районов	25.00.34	к.т.н.