

В ходе оптимизации обнаружено накопление химического агента бария в графитовой печи («эффект памяти»), что может являться причиной плохой воспроизводимости кривых пиролиза. Увеличение времени стадии очистки позволило уменьшить оставшееся количество бария в графитовой печи.

3. M. Schneider, B. Welz, M.-D. Huang, H. Becker-Ross, M. Okruss, E. Carasek, *Spectrochimica Acta. Part B*, 153, 42–49 (2019).

## **КОАГУЛЯЦИИ МИКРОДИСПЕРСНЫХ КАПЕЛЬ ЗОЛОТА В ОКСИДНОМ РАСПЛАВЕ**

Амдур А.М.<sup>1</sup>, Федоров С.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) Уральский государственный горный университет

<sup>2</sup>) Институт металлургии УрО РАН

E-mail: [saf13d@mail.ru](mailto:saf13d@mail.ru)

## **COAGULATION OF MICRODISPERSED GOLD DROPLETS IN AN OXIDE MELT**

Amdur A.M.<sup>1</sup>, Fedorov S.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) Ural State Mining University

<sup>2</sup>) Institute of Metallurgy of UrB RAS

The work considers the coagulation of microdispersed gold droplets in an oxide melt. It was found that the pyrekinetic coagulation of gold droplets does not occur in the oxide melt. Coagulation, which occurs due to the movement of gas bubbles in the melt, is possible even at low gold contents.

Один из методов извлечения микродисперсного золота из техногенных отходов – плавка материала с последующей продувкой расплава [1]. Это ведет к коагуляции капель такого Au. В работе рассмотрено два варианта коагуляции микродисперсных капель золота.

Первый случай (без продувки расплава) – это пирекинетическая коагуляция, которая происходит в спокойных термодинамических условиях без воздействия внешних факторов. Капли золота в таких условиях способны коагулировать в процессе осаждения на дно расплава. Расчет скорости осаждения частиц производился по формуле Стокса [2], данные для расчетов [3] взяты для модельного шлака состава  $\text{CaO/SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 40/40/20$  и содержания золота в нем 0.1 мас.% (радиус частиц 1 мкм). Начиная с радиуса 5 мкм, время осаждения такой капли золота в 1 см оксидного расплава будет длиться больше часа. Микронные же капли будут оставаться практически в «неподвижном» состоянии. предполагается, что капли золота, радиусом менее 1 мкм будут подвергаться «броуновскому движению», и их концентрация уменьшится вдвое за определенный промежуток времени, согласно теории быстрой коагуляции М. Смолуховского [4]. С учетом

низкой концентрации золота и высокой вязкости расплава время коагуляции будет исчисляться сутками. Низкая скорость движения капель золота подтверждается и экспериментально: в оксидном расплаве обнаружены только единичные капли диаметра более 50 мкм, на которые приходится порядка 1.5-2% всего золота.

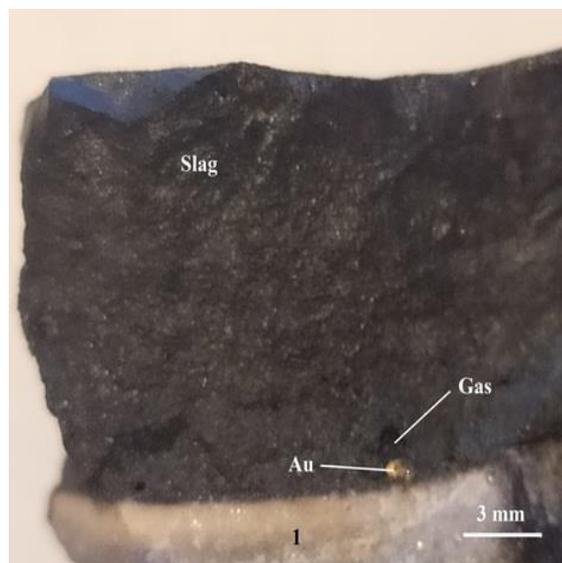


Рис. 1. Миллиметровая капля золота в шлаке (Slag) на дне тигля (1), прикрепленная к газовому пузырьку (Gas).

Второй случай – коагуляция при продувке расплава (ортокинетическая). Такая коагуляция капель золота будет происходить за счет того, что газовый пузырек на своем пути будет собирать, объединять и удерживать крупную каплю за счет сил межфазного натяжения. Последний процесс называется флотацией [1]. В отличие от микронных капель, осаждающихся на дно в течение суток, газовые пузырьки размером даже в 10 мкм способны всплывать через сантиметровый расплав за несколько секунд. Рассмотрим, до какой величины пузырек может укрупнить каплю золота. Пузырек объемом  $V_g$  способен поднять капельки золота, объем которых  $V_{Au}$  не превышает величины  $3/19V_g$ . При содержании золота  $1 \cdot 10^{-3}$  г/г расплава, радиусе частиц 1.5 мкм при их количестве более 400 млн, радиусе пузырьков 2 мм, толщине расплава 5 см, пузырек на своем пути вверх должен собрать и вынести на поверхность расплава около 2.57 млн. капелек золота. Далее они путем коагуляции объединяются. В результате образуется крупная капля радиусом 331 мкм. Данные расчеты подтверждаются экспериментально: на дне оксидного расплава, полученном при плавлении и продувки золотосодержащей шихты обнаружены крупные металлические капли диаметром более 400 мкм (рис. 1).

Таким образом, в оксидном расплаве возможна только коагуляция, происходящая за счет движения газовых пузырьков в расплаве (ортокинетическая), которые «захватывают» и флотируют капельки золота.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №19-38-90080\19 и №18-29-24081\19.*

1. Амдур А.М., Павлов В.В., Федоров С.А. Флотация дисперсных капель золота и штейна в расплавах // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2020. - № 3-1. - С. 411-421
2. Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика. М: Гос. изд. физ.-мат. литературы, второе изд., 1959. – 700 с
3. Атлас шлаков. Справочное издание. – Москва: Metallurgiya, 1985. – 208 с
4. Худсон Д. Статистика для физиков. – М.: Мир, 1970. – 256 с

### **ПЕРЕРАБОТКА СЕРНОКИСЛЫХ РАСТВОРОВ СПВ УРАНА С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ХЛОРА**

Филатенкова А. П.<sup>1</sup>, Титова С.М.<sup>1</sup>, Конькова А.В.<sup>1</sup>, Наливайко К.А.<sup>1</sup>,  
Скрипченко С.Ю.<sup>1</sup>, Евдокимов И.В.<sup>1</sup>, Муравлева А.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: [alyonchik-fil1998@mail.ru](mailto:alyonchik-fil1998@mail.ru)

### **PROCESSING OF SULFURIC-ACID SOLUTIONS OF URANIUM IN SITU LEACHING WITH HIGH CONTENT OF CHLORINE**

Filatenkova A.P.<sup>1</sup>, Titova S.M.<sup>1</sup>, Konkova A.V.<sup>1</sup>, Nalivaiko K.A.<sup>1</sup>,  
Skripchenko S.Yu.<sup>1</sup>, Evdokimov I. V.<sup>1</sup>, Muravleva A.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The processing of sulfuric-acid solutions after uranium in situ leaching with high content of chlorine was studied. The precipitation by different methods allows to obtain uranium concentrates with high quality according to ASTM C967-13.

Скважинное подземное выщелачивание (СПВ) является основным способом добычи урана. В условиях увеличивающегося спроса на уран возникает необходимость в расширении сырьевой базы металла, что требует ввод в эксплуатацию дополнительных производственных мощностей, разработки новых месторождений.

Новые урановые месторождения характеризуются повышенным содержанием хлора, концентрация которого в продуктивных растворах (ПР) при их отработке методом сернокислотного СПВ будет равно примерно 0,25 М. Эффективное извлечение урана из сульфатно-хлоридных ПР возможно методом ионного обмена с применением винилпиридинового сильноосновного анионита Axionit VPA-2 [1].

Целью данной работы является оценка возможности получения при переработке сернокислых ПР с повышенным содержанием хлора концентрата урана,