

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу Наумова Константина Дмитриевича «Теоретические и технологические основы осаждения золота из цианистых растворов крупнодисперсным цинком», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветные и редких металлов

Диссертационная работа Наумова Константина Дмитриевича посвящена исследованию закономерностей цементационного и электроцементационного извлечения золота из цианистых растворов цинковыми порошками с различной морфологией.

Актуальность работы. Процесс цианистого выщелачивания на сегодняшний день является наиболее распространённым способом извлечения золота из минерального сырья. В свою очередь, для выделения золота в элементном виде из продуктивных растворов цианистого выщелачивания наиболее простым с технологической точки зрения и экономически целесообразным является метод цементационного осаждения с применением цинковых порошков. Тем не менее, существующие в настоящее время технологические решения, основанные на принудительной фильтрации продуктивного раствора через слой мелкодисперсного цинкового порошка, обладают значительными недостатками. В частности, высокое гидравлическое сопротивление применяемого порошка требует внесения разубоживающих цементат инертных добавок и применения фильтровального оборудования, обеспечивающего высокое давление пульпы. Несмотря на это, продолжительность цикла цементации и эффективность использования порошка сильно ограничивается физическими свойствами применяемого цинка. Более того, существующая технология, по причине дороговизны фильтровальных установок, не может быть применена на малотоннажных участках выщелачивания концентратов.

Целью работы является разработка научно обоснованных подходов осаждения золота из цианистых растворов с применением крупнодисперсных цинковых порошков, позволяющих решить существующие технологические проблемы без потерь в производительности и степени обеднения цианистых растворов по золоту.

В исследовании поставлены следующие задачи:

1. Изучить физико-химические свойства электролизных порошков, определить эффективность их применения в технологии цементационного осаждения золота из цианистых растворов.

2. Определить различие в кинетических показателях реакции цементации с применением традиционного и электролизного цинковых порошков.

3. Установить механизм восстановления золота при наложении внешнего электрического тока на цементационную ячейку.

4. Определить влияние морфологии цинкового порошка на процесс совместного цементационного и электроцементационного осаждения золота.

В ходе диссертационной работы получены результаты, имеющие научное, теоретическое и практическое значение:

1. Установлено, что цинковые порошки, произведённые методом электроэкстракции из щелочных растворов, обладают высокой удельной поверхностью, низкой насыпной плотностью и низким гидравлическим сопротивлением, что в совокупности позволяет использовать их для цементации золота на существующих установках типа Меррилл-Кроу. А также даёт возможность полностью отказаться от внесения пористых инертных добавок и продлить цикл цементации с целью более эффективного использования металла-цементатора.

2. Изучены кинетические закономерности цементационного осаждения золота с применением цинковых порошков, полученных электроэкстракцией из щелочных растворов. Показано, что константы экспериментальной скорости реакции цементации при различном расходе порошков у образца, полученного электроэкстракцией больше, что объясняется более развитой поверхностью за счёт дендритной структуры.

3. Определены оптимальные режимы цементации при ведении процесса в режиме кипящего слоя.

4. Предложен механизм комбинированного цементационного и электроцементационного осаждения золота, который включает: цементацию, восстановление растворившегося цинка из электролита за счёт внешнего тока, восстановление золота за счёт внешнего тока, повторное использование восстановившегося цинка по реакции цементации.

4. Определён потенциал, достаточный для восстановления цинка, растворяющегося по механизму цементации.

5. Обнаружено, что величина удельной поверхности цинкового порошка влияет на вероятность восстановления цинка за счёт внешнего источника тока. Снижение удельной поверхности увеличивает количество зон, характеризующихся потенциалом, достаточным для восстановления цинка.

6. В ходе полупромышленных испытаний подтверждены преимущества дендритных порошков для цементации золота из цианистых растворов, в том

числе показан меньший расход таких порошков при большей степени извлечения золота из раствора. Полупромышленными испытаниями электроцементационной технологии подтверждён принципиальный положительный эффект от внешней катодной поляризации цинкового порошка.

Достоверность результатов обеспечена их воспроизводимостью при использовании современных физико-химических методов анализа и методик эксперимента, а также приёмами математической статистики при обработке данных.

Диссертационная работа прошла апробацию на четырех международных научно-технических конференциях, опубликовано 4 статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК и индексируемых в базах Scopus, Web of Science. По теме диссертации также получено 3 патента РФ на изобретение.

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, общего заключения, содержит 133 страницы, включая 50 рисунков, 17 таблиц и список литературы из 115 наименований. Текст автореферата соответствует диссертации. Выводы, построенные на основании проведённых исследований достаточно обоснованы. Текст написан доступным языком, содержит небольшое количество описок.

По диссертационной работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. При обсуждении и получении результатов исследований корректнее использовать критерий «удельная площадь поверхности», а не «крупность» порошков, т.к. порошки отличаются способом получения, формой частиц и прочими физическими свойствами.

2. На странице 12 в автореферате уравнение в безразмерных единицах не приведено. Влияние параметров на процесс выглядит голословным.

3. Следует акцентировать внимание на то, что получена «экспериментальная» или «кажущаяся» константа скорости химической реакции.

4. При электроцементационном процессе не упоминается о возможности окисления цианид-иона на аноде. Имеет место этот процесс или нет?

5. Не ясно, что осаждается при электроэкстракционном варианте. Это смесь металлов, сплавы или соединения.

Высказанные замечания не снижают значимости выполненной работы. Представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, которая содержит научно-обоснованные решения

в области переработки золотосодержащего минерального сырья. Диссертационная работа Наумова Константина Дмитриевича «Теоретические и технологические основы осаждения золота из цианистых растворов крупнодисперсным цинком» соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842.

Автор диссертации, Наумов Константин Дмитриевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Официальный оппонент
доктор технических наук,
старший научный сотрудник,
заведующий кафедрой металлургии
НЧОУ ВО «Технический университет УГМК»
Лебедь Андрей Борисович


«16» мая 2019 г.

624091, Свердловская обл., г. Верхняя Пышма,
пр. Успенский, д. 3
тел.: 8(34368)78-310,
e-mail: a.lebed@tu-ugmk.com

Подпись Лебеда Андрей Борисовича заверяю:

Директор НЧОУ ВО «ТУ УГМК», к.т.н.

В.А. Лапин

