

«УТВЕРЖДАЮ»

и.о. зам. директора государственного научного

учреждения «Научно-исследовательский
институт промышленности» Министерства
промышленности и новых технологий

Республики Таджикистан, к.т.н.

 Бобоназаров М.

«02 » марта 2018 г.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Самихова Шонавруза Рахимовича

на тему «Научные основы технологии переработки

упорных и бедных золотосодержащих руд

Таджикистана» по специальности 05.17.01. –

технология неорганических веществ.

Соответствие содержания диссертации

заявленной специальности и отрасли науки

Диссертационная работа Самихова Ш.Р. вполне соответствует паспорту специальности 05.17.01. – технология неорганических веществ (в частности, производственные процессы получения неорганических продуктов, технологические процессы изменения состава, состояния, свойств, способы и процессы защиты окружающей среды от выбросов производств неорганических продуктов, утилизация и обезвреживание неорганических производственных отходов и т.д.), которые в значительной степени отражены в главе 1 «Анализ современных проблем извлечения золота и серебра из труднообогатимых и бедных руд» (обзор литературы), главе 2 «Исследование технологии цианидных и нецианидных растворителей благородных металлов», главе 3 «Научные основы технологии хлоридовозгонки и азотнокислотного выщелачивания металлов из концентратов» и глава 4 «Исследование и разработка математических моделей процесса кучного (отвального) выщелачивания бедных золотосодержащих руд», что даёт основание присудить соискателю ученую степень доктора технических наук по заявленной специальности.

Актуальность и важность темы исследования. В большинстве первичных золотосодержащих руд, которые перерабатываются в настоящее время и относятся к классу упорных, 'лишь 30-40 % золота представлено свободным металлом, остальная часть в основном тесные сростки с пиритом, пирротином, арсенопиритом и другими сульфидами. По оценке экспертов, именно за счет более широкого вовлечения в эксплуатацию упорных золотых и комплексных золотосодержащих руд в текущем столетии планируется обеспечить основной прирост добычи золота в мире. Большинство научных разработок и публикаций последних лет в области обогащения и металлургической переработки руд благородных металлов, так или иначе, связаны с проблемами извлечения упорного золота. В их решении принимают участие научно-исследовательские организации, предприятия и фирмы всех стран, являющихся основными (или просто крупными) производителями этого металла из рудного сырья.

В связи с вышеизложенным, разработка эффективной гидрометаллургической технологии переработки указанных руд является актуальной проблемой.

В последние годы в области золотодобычи ведутся работы по вовлечению в переработку руд с низким исходным содержанием полезных компонентов. Особый интерес для переработки такого сырья представляет процесс кучного выщелачивания. Применение этого процесса позволяет вовлечь в производство забалансовые руды, вскрышные породы карьеров и лежальные отвалы обогатительных фабрик. В настоящее время в мировой практике интенсивно изучается вопрос извлечения благородных металлов из низкосортных руд.

В этой связи, диссертационная работа Самихов Шонавруз Рахимович «Научные основы технологии переработки упорных и бедных золотосодержащих руд Таджикистана», без сомнения, имеет большие теоретическую и практическую значимости, т.к. содержит вполне обоснованные, оригинальные подходы к решению указанной проблемы.

Личный вклад автора заключается в постановке цели и задач исследований, планировании и проведении лабораторных, полупромышленных и промышленных испытаний, анализе и обобщении результатов эксперимента, математической обработке полученных результатов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность полученных соискателем результатов достаточно высока и подкреплена большим объемом экспериментального материала, теоретическими выкладками, полным и критическим анализом существующей по данному вопросу литературы, применением современных и надежных методов физико-химического анализа, статистической обработкой полученных данных, организацией и личным выполнением полного объема лабораторных исследований.

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что соискателем решены наиболее актуальные задачи в разработке теоретических и технологических основ переработки упорных и бедных золотосодержащих руд Таджикистана. В ходе выполнения исследования решены следующие задачи:

- установлены основные химико-технологические параметры процессов извлечения золота, серебра и меди при хлоридовозгонке упорных концентратов с использованием в качестве хлоринаторов NaCl , CaCl_2 и их смесей и предложена принципиальная схема их переработки;
- изучены химико-технологические основы процесса разложения золото-, медно-, мышьяковых концентратов азотной кислотой. На основе изучения кинетических данных установлен возможный механизм протекания процесса азотнокислотного вскрытия концентратов, и разработана принципиальная технологическая схема переработки исследуемых объектов с получением золота и меди;

- впервые показана возможность применения тиокарбамидного и тиосульфатного выщелачивания для извлечения золота и серебра из упорных руд и концентратов Таджикистана. Изучена возможность утилизации мышьяка из растворов;
- впервые исследованы условия отвального выщелачивания бедных руд месторождений Джилау, Олимпийское, Северное Джилау и Хирсона;
- разработана математическая модель процесса кучного (отвального) выщелачивания, позволяющая прогнозировать и контролировать технологические параметры процесса в любой заданный момент времени;

Практическая значимость работы. Разработан и запатентован технология хлоридовозгонки золота и серебра из упорных концентратов и определены оптимальные параметры процесса. Показано, что извлечение золота и серебра при хлоридовозгонке в течение 1-2 часов, составило 95-99 %.

Установлены физико-химические основы технологии переработки золото-, медно-, мышьяксодержащих концентратов азотной кислотой с последующим извлечением из кеков выщелачивания золота методом цианирования. Разработанный способ вскрытия концентратов отличается высокими технологическими показателями, меньшей токсичностью, чем окислительный обжиг концентрата, так как исключается вероятность выброса мышьяковистых газов в окружающую атмосферу.

Проведены исследования процесса извлечения золота и серебра из упорных мышьяксодержащих руд и концентратов методом тиокарбамидного и тиосульфатного выщелачивания. На основании проведенных исследований найдены оптимальные условия тиокарбамидного и тиосульфатного выщелачивания золота из руд и обожженных флотационных концентратов.

На ООО СП «Зеравшан» проведена полупромышленная и опытно-промышленная проверка технологии кучного (отвального) выщелачивания

на рудах различных месторождений, в результате которых достигнута степень извлечения золота - 69 %. Себестоимость получения 1 грамма золота составила 10,4 доллара США. Прибыль за один цикл опытных испытаний была равной 45298 дол. США.

Рассчитаны математические модели процессов кучного (отвального) выщелачивания и даны рекомендации по их использованию на стадии проектных работ месторождения Джилау, Северное Джилау и Олимпийское. Необходимо отметить, что результаты работы внедрены в учебный процесс Таджикского национального университета и отражены в актах внедрения полупромышленных и опытно-промышленных испытаниях.

Оценка содержания диссертации, её завершенности

Диссертация Самихова Ш.Р. представляет собой рукопись объёмом **315** страниц, состоит из введения и **4** глав, посвященных обзору литературы, экспериментальной части, результатам исследований и их обсуждению, выводам и приложению, включающего патенты, акты внедрения результатов диссертационной работы в производство и в учебный процесс. Работа иллюстрирована **72** рисунками, **109** таблицами. Список использованной литературы включает **240** наименования.

В первой главе диссертации приведен литературный и патентный обзор по классификации золотосодержащих руд и известных способах их переработки. Рассмотрены существующие технологии извлечения золота и серебра из упорных руд и концентратов. При обсуждении литературы по методам переработки золото-, медно-, мышьякового сырья отмечено, что разрабатываются многие гидро-и пиromеталлургические методы переработки золотосодержащих руд и концентратов.

На основании критической оценки имеющихся опубликованных данных сформулированы задачи для решения важных технических проблем разработки интенсификационных технологий для вовлечения в производство упорных руд месторождений Тарор и Чоре и бедных и забалансовых руд месторождений Джилау, Северное Джилау, Олимпийское и Хирсхона.

Во второй главе дана общая характеристика химических и минералогический состав золотосодержащих руд и концентратов месторождений Таджикистана, а также методов химико-технологических исследований, применяемых в работе. Проведены и обсуждены исследования по выщелачиванию золота и серебра из руд различных месторождений Таджикистана методом цианирования и определены основные физико-химические закономерности растворения золота, серебра и меди в цианистых растворах. Установлено, что сульфидные руды месторождений Тарор и Чоре удовлетворительно не цианируются вследствие их упорности. Показано, что для окисленных руд месторождения Тарор более эффективным является процесс аммиачно-цианистого выщелачивания. Соискателем найдены следующие оптимальные параметры аммиачного цианирования: концентрация реагентов NaCN - 1 г/л; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ - 10 г/л; CaO - 5 г/л; Ж:Т - 1,5:1; продолжительность выщелачивания - 24 ч. Приведены результаты исследования процесса тиокарбамидного и тиосульфатного выщелачивания и разработана технология гидрометаллургического извлечения металлов из золото-, медно-, мышьяксодержащих концентратов. Автором найдены оптимальные условия тиокарбамидного выщелачивания флотационных концентратов, полученных из руды месторождения Чоре: расход тиомочевины - 22 кг/т, серной кислоты - 30 кг/т, соотношение Т:Ж - 1:3, расход трёхвалентного сульфата железа - 9 кг/т, и извести - 48 кг/т (на очистку фильтрата от мышьяка и железа), продолжительность выщелачивания - 10 ч. При этом степень извлечения золота составляет 90,6 %.

Третья глава посвящена химико-техническим основам технологии хлоридовозгонки металлов из концентратов руд Таджикистана. Автором изучены химико-технические основы процесса хлоридовозгоночного обжига флотационных концентратов упорных руд в присутствии NaCl , CaCl_2 и их смесей. Определены кажущиеся энергии активации процесса протекания реакций, свидетельствующие о прохождении их в кинетической области, что

свидетельствует о протекании реакции на разделе двух фаз. Изучено влияние температуры и продолжительности процесса на степень извлечения благородных металлов из флотоконцентратов, на основании которых определены оптимальные условия процесса. Показано, что извлечение золота и серебра при хлоридовозгонке в течение 1 - 2 часов составляет 92,9 - 96,8 %. Дополнительно выщелочено золото из огарков с извлечением - 58,9 - 75,3 % (Тарор) и 86,05 - 90,5 % (Чоре). Разработана и предложена принципиальная технологическая схема переработки золотых и золото-, медно-, мышьяксодержащих концентратов методом хлоридовозгонки. Разработанный процесс позволяет достигнуть извлечения ценных компонентов до 96 - 98 %. Приведены основные кинетические закономерности азотнокислотного разложения флотационного концентрата месторождения Тарор. Найдены оптимальные условия вскрытия золотосодержащих медно-, мышьяксодержащих концентратов азотной кислотой: концентрация азотной кислоты - 400 г/дм³; продолжительность процесса - 120 мин; соотношение Т:Ж = 1:5; температура процесса - 80 °C. Определена энергия активации процесса (E - 38,37 кДж/моль), свидетельствующая о протекании процесса в диффузионно-кинетической области. Методами рентгенофазового анализа изучены состав исходных флотоконцентратов и продуктов их разложения азотной кислотой. Установлено, что из состава флотоконцентрата селективно выщелачиваются сульфиды.

Четвертая глава, по нашему мнению, является наиболее важной с точки зрения охраны окружающей среды и практического внедрения результатов проведенного исследования. Здесь приводятся и обсуждаются данные полупромышленных и опытно-промышленных испытаний технологии кучного (отвального) выщелачивания на рудах различных месторождений Таджикистана, в результате которых достигнута степень извлечения золота 69 %. Себестоимость получения 1 грамма золота составила 10,4 доллара США. Прибыль за один цикл опытно-промышленных

испытаний составила 45298 долларов США. Соискателям разработана математическая модель процесса кучного (отвального) выщелачивания для руд различных месторождений, описывающая закономерности кинетики процесса, которая позволит прогнозировать и контролировать технологические параметры процесса в любой заданный момент времени.

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Определенные величины степеней извлечения золота и серебра приведены в автореферате и диссертации без указания погрешности.
2. В главе 2 диссертант показывает методику эксперимента по проведению процесса флотации руды Чоринского месторождения, а результаты флотационных параметров в диссертации не приводит?
3. Не ясно, почему в таблице 2.3 (стр. 68) с увеличением расхода извести от 0,5 до 3 кг/т степень извлечения золота уменьшается от 89 до 51%?
4. Из кинетических кривых цианидного выщелачивания серебра и меди рис. 2.18 и 2.19 (стр. 90) видно, что степень извлечения этих металлов прямо зависит от продолжительности процесса выщелачивания, резок скачок извлечения в пределах 24-30 часов, но почему-то этот процесс не изучен в дальнейшей продолжительности выщелачивания?
5. При исследованиях по колоннному выщелачиванию на различных типах руд в лабораторных условиях следовало бы использовать руды различной крупности, а не только -200 и -50 мм, которые указаны в работе. Это дало бы возможность получить более представительную картину цианирования руд различных типов в зависимости от гранулометрического состава.
6. В тексте диссертации и автореферата присутствуют опечатки и технические погрешности.

Возникшие замечания нисколько не снижают теоретическую и практическую значимость выполненной работы.

В диссертационной работе Самихова Ш.Р. решена научная проблема в области химико-технологических основ переработки упорных и бедных золотосодержащих руд Таджикистана, приведены данные по хлоридовозгонки золотых мышьяксодержащих руд для выбора оптимальных режимов процесса с последующим цианированием кеков выщелачивания, условий азотнокислотного выщелачивания концентратов с утилизацией мышьяка с последующим цианированием кеков выщелачивания, кинетических закономерностей исследуемых процессов и влияния температурных режимов на кинетику выщелачивания основных компонентов золотосодержащих руд, разработка технологий тиомочевинного и тиосульфатного выщелачивания золота из упорных золотосульфидных руд и концентратов Чоринского и Тарорского месторождений, исследование возможности применения математических моделей для определения оптимальных параметров режима кучного (отвального) выщелачивания.

Результаты, полученные диссидентом, являются новыми и завершенными, выводы сформулированы аргументировано. Работа прошла очень большую апробацию на Международных, Республиканских конференциях, опубликованные труды, действительно, отражают основное содержание диссертации. Таким образом, результаты диссертационной работы **Самихова Ш.Р.** могут быть использованы при промышленном испытание упорных и бедных золотосодержащих руд на ряд предприятий Республики Таджикистан, а также научно-исследовательским институтом Иргиредмет, ЦНИГРИ, МИСиС, ИПКОП РАН Российской Федерации при добыче и переработке золотосодержащие руд различных месторождений и т.д.

Результаты диссертационной работы Самихова Ш.Р. могут быть использованы при чтении лекций, проведении лабораторных работ, а также при написании научных, дипломных работ не только в Таджикском национальном университете, но в других вузах Республики Таджикистан.

Публикации автора. По теме диссертации опубликовано 91 научных работ, в том числе в рекомендованных ВАК РТ изданиях - 27, получено 5 малых патентов РТ на изобретение, а также монография и учебные пособия.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Основные положения диссертационной работы отражены в автореферате, а опубликованные работы, действительно, отражают основное содержание диссертации.

Заключение

Диссертационная работа Самихова Ш.Р. на тему: «Научные основы технологии переработки упорных и бедных золотосодержащих руд Таджикистана», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.17.01. – технология неорганических веществ, является самостоятельным исследованием, данные изложены просто, доступно, содержат большое количество новых научных результатов и положений, которые представлены для публичной защиты, и свидетельствуют о значимом вкладе соискателя в технология неорганических веществ.

Разработанные автором технологии успешно прошли апробацию на предприятие Республики Таджикистан. На ООО СП «Зеравшан» проведена полупромышленная и опытно-промышленная проверка технологии кучного (отвального) выщелачивания на рудах различных месторождений, в результате которых достигнута степень извлечения золота - 69 %. Себестоимость получения 1 грамма золота составила 10,4 доллара США. Прибыль за один цикл опытных испытаний была равной 45298 дол. США. Внедрение разработанных в данной работе технологий внесёт значительный вклад в экономическое развитие и повышение экологической безопасности страны.

По своему содержанию, объему, теоретической и практической значимости диссертационная работа Самихова Ш.Р. соответствует критериям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26 ноября 2016 г. за № 505, предъявляемым к докторским диссертациям. Её автор Самихов

Шонавруз Рахимович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.17.01. – технология неорганических веществ

Отзыв обсужден на заседании ученого совета Государственного научного учреждения «НИИ промышленности» Министерства промышленности и новых технологий Республики Таджикистан, протокол № 02 от 01 марта 2018 г.

Председатель научного собрания;

Старший научный сотрудник,

кандидат технических наук

E-mail: maruf-68@mail.ru.

Тел. (+992) 985-05-04-20

Баротов Маъруф Асадович

Ученый секретарь;

Старший научный сотрудник,

кандидат технических наук

Садриддинович

Тел. (+992) 935-44-10-70

Тураев Сабурджон Садриддинович

Эксперт;

Руководитель учреждения,

доктор технических наук

E-mail: shaboni_t@mail.ru

тел. +(992) 93-500-07-02

Юсупов Шаъбони Тагоевич

Адрес: 734063 г. Душанбе, ул. Айни, 259. Государственное научное учреждение «Научно-исследовательский институт промышленности» Министерства промышленности и новых технологий Республики Таджикистан.

E-mail: pjsanoat@mail.ru, тел. +(992) 37-225-61-06, +(992) 93-500-07-02

Подписи к.т.н. Бобоназарова М., к.т.н. Баротова М.А., к.т.н. Тураева С.С., д.т.н. Юсупова Ш.Т. заверяю начальник отдела кадров



Холикзода М.З.