

ОТЗЫВ

**официального оппонента по диссертационной работе Самихова
Шонавруза Рахимовича 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**

Диссертационная работа Самихова Ш.Р. посвящена разработке химико-технологических основ энерго- и ресурсосберегающих технологий переработки упорных и бедных золотосодержащих руд и флотоконцентратов Таджикистана: цианидное, аммиачно-цианидное, тиосульфатное и тиомочевинное выщелачивание, хлоридовозгонка с последующим цианированием, азотнокислотное выщелачивание с последующим цианированием. При этом большое внимание уделено выявлению закономерностей влияния условий проведения химических технологических процессов на их кинетику и извлечение благородных металлов.

Актуальность и важность темы исследования, прежде всего, выражается в том, что она посвящена проблеме извлечения золота из технологически упорного и бедного золотосодержащего сырья. По оценке экспертов, именно за счет более широкого вовлечения в эксплуатацию упорных золотых и комплексных золотосодержащих руд планируется обеспечить основной прирост добычи золота в мире.

Разработка и внедрение эффективных и малозатратных технологий, которые представлены в работе Самихова Ш.Р., позволят расширить минерально-сырьевую базу золота за счет переработки бедных, забалансовых руд, отвалов и лежальных хвостов золотоизвлекательных фабрик и осуществить их рентабельную переработку.

Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций обеспечена: большим объемом экспериментальных исследований и проведением полупромышленных испытаний, использованием современных аттестованных аналитических приборов и методик анализа (рентгенофазового / атомно-абсорбционного спектроскопического,

фотокалориметрического, титройодометрического, пробирного, гравиметрического и других методов анализа), воспроизводимостью экспериментальных данных. Совпадением теоретических и экспериментальных результатов, а также результатами обсуждения основных данных на международных и российских конференциях и в научных публикациях.

Научная новизна работы.

Экспериментальными исследованиями 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 технологическая 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.

Показана возможность применения тиокарбамидного и тиосульфатного выщелачивания для извлечения золота и серебра из упорных руд и концентратов Таджикистана. Изучена возможность утилизации мышьяка из растворов.

Определены условия проведения отвального выщелачивания бедных руд месторождений Джилау, Олимпийское, Северное Джилау и Хирсхона.

Разработана математическая модель процесса кучного (отвального) выщелачивания, позволяющая в реальном режиме времени прогнозировать и контролировать технологические параметры процесса.

Практическая значимость диссертации:

1. Разработана технология хлоридовозгонки золота и серебра из упорных концентратов и определены оптимальные параметры процесса.

2. Установлены физико-химические основы технологии переработки золото-, медно-, мышьяксодержащих концентратов азотной кислотой с последующим извлечением из кеков выщелачивания золота методом цианирования.
3. 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.
4. На ООО СП «Зеравшан» проведена полупромышленная и опытно-промышленная проверка технологии кучного (отвального) выщелачивания руд различных месторождений, в результате которой достигнута степень извлечения золота - 69 %.
5. Рассчитаны математические модели процессов кучного (отвального) выщелачивания и даны рекомендации по их использованию на стадии проектных работ месторождений Джилау, Северное Джилау и Олимпийское.

Результаты работы отражены в актах полупромышленных и опытно-промышленных испытаниях и использованы в учебном процессе:

- акты внедрения ООО СП «Зеравшан», полупромышленных и опытно-промышленных испытаний кучного (отвального) выщелачивания руд различных месторождений Таджикистана - 2003-2005 гг.;
- акт об использовании результатов исследовательской работы на ООО СП «Зеравшан» от 02.05.2013 г.;
- акт об использовании результатов диссертационной работы в учебном процессе Таджикского национального университета от 02.03.2015 г.

Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представляется к защите:

Диссертационная работа Самихова Ш.Р. отвечает формуле специальности 05.17.01 –“Технология неорганических веществ” - производственные процессы получения неорганических продуктов: соли, изотопы и высокочистые неорганические продукты, катализаторы, сорбенты, неорганические препараты, физико-химические основы технологических

процессов, технологические процессы изменения состава, способы и процессы защиты окружающей среды от выбросов производств неорганических продуктов, утилизация и обезвреживание неорганических производственных отходов, свойства сырья и материалов, закономерности технологических процессов для разработки, технологических расчетов, проектирования и управления химико-технологическими процессами и производствами и т.д.

Оценка содержания диссертации, её завершенность.

Диссертационная работа Самихова Шонавруза Рахимовича состоит из введения, четыре глав, выводов и списка литературы из 240 наименований. Работа изложена на 317 страницах компьютерного текста, включая 72 рисунка и 109 таблиц.

Диссертационная работа Самихова Ш.Р. посвященная изучению химико-технологических аспектов процесса извлечения благородных металлов, представляет собой законченное исследование, связанное с решением актуальной задачи по переработке руд и концентратов месторождений Таджикистана.

В первой главе приведен аналитический обзор опубликованных теоретических и практических работ, посвященных современному состоянию способов кондиционирования упорных золотосодержащих руд: гидрохлорирование, хлоридовозгонка, азотнокислотное выщелачивание. Рассмотрены физико-химические основы процессы кучного выщелачивания бедных золотосодержащих руд. Обоснована актуальность настоящего исследования.

Во второй главе настоящей работы представлены геохимические характеристики золотосодержащих руд и методика исследований, приведены результаты экспериментальных исследований химико-технологических основ процесса выщелачивания благородных металлов из различных руд месторождений методом цианирования. Показано, что для окисленных руд месторождения Таррор наиболее эффективным является процесс аммиачно-цианидного выщелачивания. Изучены физико-химические закономерности

процесса тиокарбамидного и тиосульфатного выщелачивания. Найдены оптимальные условия тиокарбамидного выщелачивания флотационных концентратов. По результатам исследований предложены принципиально новые технологические схемы извлечения металлов из золото-, медно-, мышьяксодержащих концентратов. По результатам исследований предложены принципиально новые технологические схемы переработки различных золотосодержащих руд Таджикистана.

Третья глава работы посвящена исследованию физико-химических основ технологии хлоридовозгонки флотоконцентратов в присутствии NaCl , CaCl_2 и их смесей. Проведены кинетические исследования. Изучены влияния температуры и продолжительности процесса хлоридовозгонки на степень извлечения благородных металлов из флотоконцентратов и определены оптимальных условия процесса. С целью определения лимитирующей стадии найдена кажущаяся энергия активации, свидетельствующая о протекании процесса в кинетической области. По результатам исследований разработана и предложена принципиальная новая технологическая схема переработки золотых и золото-, медно-, мышьяксодержащих концентратов методом хлоридовозгонки. Приведены результаты исследований по изучению химико-технологических основ процесса азотнокислотного выщелачивания золото-, медно- и мышьяксодержащих концентратов. Изучены кинетические закономерности азотнокислотного разложения флотационного концентрата месторождения Тарора. Найдены оптимальные условия вскрытия золотосодержащих, медно-, мышьяксодержащих концентратов азотной кислотой. Определена энергия активации процесса, которая свидетельствует о протекании процесса в диффузионно-кинетической области. Методами рентгенофазового анализа изучены состав исходных флотоконцентратов и продуктов их разложения азотной кислотой.

В четвертой главе приведены экспериментальные данные исследования процесса кучного выщелачивания бедных золотосодержащих руд. Представлены результаты полупромышленных и опытно-промышленных испытаний технологии кучного (отвального) выщелачивания.

руд различных месторождений. Разработана математическая модель процесса кучного (отвального) выщелачивания для руд различных месторождений, описывающая закономерности кинетики процесса, которая позволит прогнозировать и контролировать технологические параметры в реальном режиме времени.

Таким образом, диссертационная работа Самихова Ш.Р. посвящена изучению химико-технологических аспектов процесса извлечения благородных металлов из упорных руд и концентратов месторождений Таджикистана.

Вместе с тем работа Самихова Ш.Р. не лишена некоторых недостатков:

1. На рисунке 2.7, 2.33 диссертации использована неправильная терминология «цианирование методом уголь в пульпе» или «адсорбция на активированный уголь». Следовало бы использовать «сорбционное выщелачивание с применением.....». Имеются разнотечения в данных представленных в таблицах 2.23 и 2.24 по содержанию золота, серебра и других компонентов. На рисунке 2.28 «золота в оксидах и гидроксидах железа» ошибочно названо «ржавое».
2. Химизм процесса аммиачного цианирования представлен некорректно. Кроме того, отмечено, что в процессе выщелачивания при взаимодействии золота с аммиачно-цианисто-медиистым комплексом образуется низший аммиачный комплекс меди (реакция 2.3). Однако в соответствие с диаграммой «устойчивости аммиачных комплексов меди», в интервале pH выше 8,4, наиболее устойчивыми являются высшие аммиачные комплексы меди.
3. Как следует из предложенной технологической схемы, представленной на рисунке 2.21, фильтрат после аммиачно-цианидного выщелачивания подвергается обработке гипохлоритом. При этом происходит селективное осаждение меди, что подтверждено результатами исследований (таблица 2.17). Следовало бы подкрепить полученные результаты предложением соответствующих химических реакций и термодинамическими расчетами

вероятности их протекания, т.к. обнаруженное явление можно отнести к научной новизне.

4. Из текста работы не совсем ясно, с чем связано низкое извлечение меди при хлоридовозгонке с использованием смеси $\text{CaCl}_2+\text{NaCl}$ по сравнению CaCl_2 (таблица 3.9).

5. В процессе хлоридовозгонки часть хлоридов цветных металлов и непрореагировавшие хлорагенты остаются в огарке, что при последующем цианировании приводит к разложению цианида и цианидных комплексов золота. В этой связи целесообразно было бы перед процессом цианирования провести промывку водой с целью удаления соединений хлора из огарка (рисунок 3.5), а затем твердый остаток отправлять на процесс цианирования.

Приведенные замечания в целом не влияют на общее положительное впечатление о диссертационной работе. Материалы исследований изложены технически грамотным, научным языком. Заключение и выводы работы полностью обоснованы и соответствуют сформулированным целям, задачам, научной и практической значимости проведенных исследований.

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

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации.

В автореферате диссертации изложены основные положения и выводы, показаны вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость результатов исследования, обсуждены полученные данные. Автореферат в полной мере соответствует содержанию 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. Работа выполнена на современном научно-техническом уровне, в которой изложены химико-технологические основы принципиально новых технических и технологических решений в области извлечения благородных металлов из различных руд и флотоконцентратов месторождений Таджикистана, что вносит значительный вклад в развитие горнорудной промышленности.

Основные научные результаты диссертационной работы Самихова Ш.Р. опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

По своему содержанию, объёму, теоретической и практической значимости диссертационная работа Самихова Ш.Р. соответствует требованиям, «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26.11.2016 г. № 505, а ее автор Самихов Шонавруз Рахимович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.17.01. – технология неорганических веществ.

Официальный оппонент,
доктор технических наук,
директор Агентства по ядерной
и радиационной безопасности
АН Республики Таджикистан,

И.У. Мирсаидов

Адрес: 734003, Республика Таджикистан,
г. Душанбе, ул. Хамза Хакимзаде 17 «а»
Телефон:+992372247797 E-mail: i.mirsaidov@rsa.tj

Подпись д.т.н., Мирсаидова И.У. заверяю
Старший инспектор отдела кадров



Шосафарова Ш.Г.