



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

ТАДЖИКСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени академика М.С. Осими

734042, Душанбе, просп. академиков Раджабовых, 10, Тел.: (+992 37) 221-35-11, Факс: (+992 37) 221-71-35,

E-mail: [rector.ttu@mail.ru](mailto:rector.ttu@mail.ru), Web: [www.ttu.tj](http://www.ttu.tj)

от «23» 01 2023г. № 02/885

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор Таджикского  
технического университета  
им. акад. М.С. Осими,  
д.э.н., профессор  
Давлатзода К.К.  
2023 г.



### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Махмудова Хасанбой Ахматджоновича

**на тему: «Технологические основы переработки упорных золотосодержащих руд месторождения «Иккижелон»», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7 - технология неорганических веществ.**

Диссертационная работа Махмудова Хасанбой Ахматджоновича на тему: «Технологические основы переработки упорных золотосодержащих руд месторождения «Иккижелон»», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук выполнена в лаборатории «Обогащении руд» Института химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана и лаборатории «Обогащения полезных ископаемых» Горно- металлургического института Таджикистана.

На сегодняшний день более 80 % золотосодержащих руд в мире перерабатывается методом цианидного выщелачивания, однако существует особый вид руд, извлечение драгоценных металлов из которых цианированием затруднено, их называют «упорными». Как известно, к наиболее распространенным упорным золотосодержащим рудам относятся золотомышьяковые руды, в которых золото содержится в виде тонкой,



доходящей до эмульсионной вкрапленности в арсенопирите, они напрямую не поддаются цианидному выщелачиванию. На сегодняшний день запасы таких руд составляют более 30% от общих запасов золота в земной коре.

На большинстве месторождениях золотосодержащих сульфидных руд сосредоточено значительное количество арсенопирита, в которой мышьяк является вредной примесью. Тесная ассоциация золота микро- и субмикроскопической крупности, с сульфидами мышьяка и железа, почти полное отсутствие свободного золота, наличие в некоторых рудах углерода сорбционноактивного по отношению к золотоцианистому комплексу, а также сложный минеральный состав, делают концентраты, полученные из указанных руд, весьма упорными при извлечении из них золота традиционными технологиями. Вскрытие подобных золотосодержащих сульфидно-мышьяковых концентратов за рубежом осуществляется в основном окислительным обжигом. Однако, это связано с выделением в окружающую среду значительных количеств сернистого газа и мышьякосодержащей пыли, что недопустимо с экологической точки зрения. Кроме того, степень извлечения благородных металлов из огарков составляет всего 75-85 %. Учитывая вышеизложенное, вовлечение упорных золотосодержащих руд в промышленное производство значительно расширило бы сырьевую базу цветной металлургии.

Диссертационная работа Махмудова Х.А. посвящена обогащению упорных золотосодержащих руд месторождения «Иккижелон», автоклавное окисления сульфидных концентратов, цианидного и тиокарбамидного выщелачивания золота, кинетики и моделированию процесса тиокарбамидного выщелачивания золота из кеков автоклавного окисления и расчетам термодинамических параметров процессов автоклавного окисления.

**Во введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследования, а также отражены актуальность темы, научная новизна и практическая значимость.

**В первой главе** рассматриваются имеющиеся в литературе данные о природе упорности золотосодержащих руд и концентратов, известные способы вскрытия упорных руд и концентратов автоклавным окислением, окислительным обжигом, бактериальным выщелачиванием, переработки и извлечение золотосодержащего сырья, на основании которых намечаются направления собственных исследований. Рассмотрены практические аспекты использования тиокарбамидного выщелачивание золота и серебра. На основе литературного обзора сделаны соответствующие заключения и обоснования по выбору темы диссертационной работы.

**Во второй главе** приведена краткая характеристика упорных руд месторождения Иккижелон, а также методика проведения экспериментов.



**В третьей главе** изложены результаты цианидного выщелачивания руды, флотационного обогащения, автоклавного окисления сульфидного флотоконцентрата, цианидного и тиокарбамидного выщелачивания золота и серебра из кеков автоклавного окисления, расчет термодинамики автоклавного окисления, кинетики тиокарбамидного выщелачивания и математическое моделирование процесса тиокарбамидного выщелачивания. Также приведена предложенная технологическая схема переработки упорного концентрата месторождения Иккижелон.

**Цель работы** - является разработка технологии переработки упорных золотосодержащих руд и концентратов месторождения «Иккижелон» с получением сплава «Доре».

Наиболее важными результатами диссертационной работы Махмудова Х.А., обеспечивающие **новизну исследований** являются:

- впервые установлены физико-химические закономерности автоклавного окисления сульфидных концентратов.

- исследована термодинамика, кинетика и механизм выщелачивания золота и серебра из кеков автоклавного окисления. На основании проведённых термодинамических и кинетических расчётов установлен механизм протекания процесса тиокарбамидного выщелачивания золота и серебра из кеков автоклавного окисления, а также разработана принципиальная технологическая схема переработки упорных золотосодержащих руд месторождения Иккижелон.

#### **Практическая значимость**

- разработана технология автоклавного окисления сульфидного флотоконцентрата в условиях высокого давления и температуры и определены оптимальные условия протекания процесса;

- разработана технология переработки упорных золотосодержащих руд месторождения Иккижелон, включающее флотационное обогащение, автоклавное окисление сульфидного флотоконцентрата, тиокарбамидное выщелачивание золота и серебра из кеков автоклавного окисления с последующим извлечением из него золота и серебра;

- проведены исследования процесса извлечения золота и серебра из кеков автоклавного окисления методом тиокарбамидного выщелачивания. На основании проведённых исследований найдены оптимальные условия тиокарбамидного выщелачивания золота и серебра из кеков автоклавного окисления месторождения Иккижелон.

Результаты диссертационной работы Махмудова Х.А. могут быть использованы при промышленном испытании золотосодержащих руд на ряде предприятий и при чтении лекций, проведении лабораторных работ в вузах Республики Таджикистан.



## **Методология и методы исследования**

Обоснованность результатов и научных выводов работы обеспечена большим объемом выполненных экспериментов с применением современных методов исследования: условий цианидного и тиокарбамидного выщелачивания, физико-химического состава исходной и продуктов флотации, а также адсорбцией активированным углем. Испытаны физико-химические методы выщелачивания кеков автоклавного окисления в лабораторных условиях.

Теоретической и методологической основой исследования являлись работы современных отечественных и зарубежных учёных в области гидрометаллургии и технологии переработки золотосодержащего сырья.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, трех глав, посвященных обзору литературы, технике эксперимента и экспериментальным исследованиям, а также выводов и списка использованной литературы. Диссертационная работа изложена на 110 страницах, включает 21 таблиц, 19 рисунков и 98 библиографических ссылок.

**Личный вклад автора** заключается в нахождении способов и решений поставленных задач, планировании и проведении лабораторных испытаний, применении экспериментальных и расчётных методов для достижения намеченной цели, обработке, анализе и обобщении результатов эксперимента и расчётных результатов работы, также их публикации, формулировке и составлении основных положений и выводов диссертации. Данные, полученные соискателем, являются новыми и завершёнными, выводы сформулированы и аргументированы. Основные положения диссертационной работы отражены в автореферате, а опубликованные труды, действительно, отражают основное содержание диссертации. Диссертантом проведён большой объём работы, результаты имеют как теоретическое, так и практическое значение. Данные, полученные автором, без сомнения, составляют определенный вклад в технологию неорганических веществ.

Вместе с тем по диссертационной работе Махмудова Х.А. имеется ряд замечаний.

1. Некоторые литературы оформлены не по ГОСТ-у.
2. В работе не приведено экономическое сравнение процессов цианидного и тиокарбамидного выщелачивания кека автоклавного окисления.
3. В диссертации описана технология обогащения руд флотационным методом, но при этом не приведены данные о степени извлечения золота и серебра во флотоконцентрате.
4. Автором проведен цианидный и тиокарбамидный выщелачивание



кеков автоклавного окисления, но в диссертации отсутствует данные с экономической точки зрения, тоест неприведен экономический эффект двух вариантов выщелачивания.

5. На странице «51» встречается несоответствия в названии процесса «Окислительный окисление» которого нужно было заменит на «Окислительный обжиг».

Однако сделанные замечания не умаляют основные достоинства выполненной работы. Диссертационная работа Махмудова Хасанбой Ахматджоновича представляет собой завершенное научное исследование. Полученные результаты имеют как теоретическое, так и прикладное значение. По своему содержанию и объему диссертационная работа Махмудова Хасанбой Ахматджоновича «Технологические основы переработки упорных золотосодержащих руд месторождения «Иккижелон»», отвечает критериям пунктов 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7 – технология неорганических веществ.

**Публикации автора** Результаты работы отражены в 16 научных публикациях, из которых 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

#### **Соответствие автореферата основному содержанию диссертации**

Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертации. Диссертационная работа Махмудова Хасанбой Ахматджоновича «Технологические основы переработки упорных золотосодержащих руд месторождения «Иккижелон»», соответствует паспорту научной специальности 2.6.7 – технология неорганических веществ (технические науки) в частности по: 2-4 Положения о порядке присуждения ученых степеней (утв. Постановлением Правительства России от 24.09.2013 г., №842 (ред. от 28.08.2017)).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Диссертационная работа Махмудова Хасанбой Ахматджоновича «Технологические основы переработки упорных золотосодержащих руд месторождения «Иккижелон»», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7.-технология неорганических веществ (технические науки), является самостоятельным исследованием, данные достоверные, содержат новые научные результаты, что говорит о научном вкладе соискателя в технологию неорганических веществ.

По своему содержанию, объему, актуальности, теоретической и практической значимости диссертационная работа Махмудова Х.А. отвечает



критериям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 28 августа 2017 г. № 1024, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель присуждения ему искомой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7- технология неорганических веществ (технические науки).

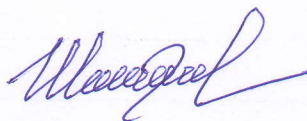
Диссертация, автореферат и отзыв обсуждены на расширенном заседании кафедры Технология химических производств Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими протокол № 5 от «17» января 2023 года.

Председатель, Заведующий кафедрой  
«Технология химических производств»  
Таджикского технического университета  
им. ак. М.С. Осими,  
кандидат химических наук, доцент



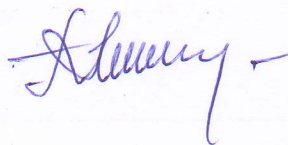
Хакимов А.Х.

Секретарь, к.т.н., стар.  
преподаватель.



Шодиев Г.Г.

Эксперт, кандидат химических наук,  
доцент кафедры «Технология  
химических производств»  
ТТУ им.ак. М.С. Осими



Гайбуллоева З.Х.

Почтовый адрес: Республика Таджикистан, 734042, г. Душанбе, проспект академиков Раджабовых, 10. Таджикский технический университет им. ак. М.С. Осими.

Тел.: (+992-372) 21-35-11

E-mail: info@ttu.tj, www.ttu.tj

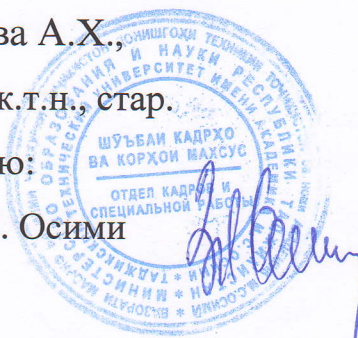
Подлинность подписей кандидата

химических наук, доцента Хакимова А.Х.,

к.х.н., доцента Гайбуллоевой З.Х. и к.т.н., стар.

преподаватель. Шодиева Г.Г. заверяю:

Начальник ОК и СР ТТУ им.ак. М.С. Осими



Шарипова Д.А.