

Исходниковой №. №. !

**МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ
ДИССЕРТАЦИОННЫЙ СОВЕТ
Д 02.99.90**

На правах рукописи

УДК 669.213.4:66.062.411.4-13:661.886.242.2(043.3)

ЧУКУЛОВА Уля Эшеновна

**КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА НЕКОНДИЦИОННЫХ
СУРЬМЯНЫХ РУД, СУРЬМЯНОГО И ПИРИТНОГО
КОНЦЕНТРАТОВ ХЛОРИРОВАНИЕМ СМЕСЬЮ
АРОВ ЧЕТЫРЕХХЛОРИСТОГО УГЛЕРОДА И ВОЗДУХА**

Специальность: 02.00.01 - неорганическая химия

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата химических наук**

Бишкек - 2000

Работа выполнена в Институте химии и химической технологии
Национальной Академии наук Кыргызской Республики

Научный руководитель: член-корреспондент НАН КР, доктор химических наук, профессор Усубакунов М.У.

Официальные оппоненты: доктор химических наук, профессор Баткибекова М.Б.

кандидат химических наук, доцент Молдобаев С.М.

Ведущая организация: Институт химических наук им. Бектурова А. МННВО Республики Казахстан

Защита диссертации состоится " 12 " января 2001 года в 9⁰⁰ часов на заседании Межведомственного диссертационного совета Д 02.99.90 при Институте химии и химической технологии НАН Кыргызской Республики по адресу: 720071, Бишкек, проспект Чуй, 267.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке Национальной Академии наук Кыргызской Республики (г. Бишкек, пр. Чуй, 265а).

Автореферат разослан " 7 " декабря 2000 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат химических наук

И.С. - Стрельцова И.Ф.

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Хлорный метод широко применяется для переработки разнообразных руд: от концентратов до руд с низким содержанием полезных компонентов, а также отходов обогатительных фабрик. Однако, хлорный метод не нашел применения в сурьмяном производстве. Это связано с тем, что в сурьмяном производстве, как правило, используют высококачественные сурьмяные руды, для переработки которых существуют более простые и эффективные технологии.

Уменьшение запасов высококачественного сурьмяного сырья способствует вовлечению в производство некондиционных сурьмяных руд. К ним относятся сульфидно-окисленные мышьяковисто-сурьмяные руды, переработка которых существующими в производстве методами, не представляется возможным.

К тому же, в последнее время резко уменьшается доля чистой высококачественной сурьмяной или золотосодержащей руды, поэтому часто встречаются руды, содержащие одновременно сурьму, мышьяк, золото и серебро, ряд других цветных металлов. Ввиду сложного минералогического состава таких руд применяют сложные технологические схемы как для извлечения сурьмы, так и для извлечения золота и серебра.

При цианировании золото-сурьмяных руд сульфиды сурьмы и мышьяка легко окисляются кислородом, в результате чего скорость растворения благородных металлов резко замедляется, что приводит к уменьшению извлечения этих металлов и увеличению расхода цианида. При цементации золота и серебра металлическим цинком наличие сурьмы в цианистом растворе создает определенную опасность выделения высокотоксичного стибнина. В настоящее время ведется интенсивный поиск способов переработки золото-сурьмяного сырья.

Наша республика располагает промышленным месторождением благородных металлов, где более 70% золота и серебра заключены в пиритной части руды.

По предварительным данным, полученным некоторыми научно-исследовательскими учреждениями, извлечение золота путем цианирования после окислительного обжига пиритного концен-

трата не превышает 60-70%.

В связи с изложенным является актуальным поиск нетрадиционного метода переработки вышеуказанных объектов.

Цель и задачи работы.

-Исследование хлорируемости оксидов и сульфидов сурьмы(III, V) с использованием в качестве хлорирующего реагента смеси паров четыреххлористого углерода и воздуха

-Выявление механизма хлорирования смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха

-Изучение условий хлорирования сульфидно-окисленных мышьяковистосурьмяных руд, золото-сурьмяного концентрата и пиритного концентрата, содержащего благородные металлы, смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха

-Подбор реагентов для улавливания и разделения хлоридных возгонов

-Изучение условий выщелачивания серебра из остатков после хлорирования сарылахского и кумторского концентратов

Научная новизна. Впервые предложен способ с применением в качестве хлорирующего реагента смеси паров четыреххлористого углерода и воздуха для комплексной переработки сульфидно-окисленных мышьяковистосурьмяных руд, золото-сурьмяного концентрата и пиритного концентрата, содержащего благородные металлы.

Механизм образования летучих хлоридов металлов в процессе хлорирования смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха состоит из двух стадий. Сначала четыреххлористый углерод гидролизует влагой, содержащейся в атмосферном воздухе, с образованием фосгена и хлористого водорода. Последние затем вступают во взаимодействие с соединениями с образованием соответствующих хлоридов.

Практическая ценность. На основании проведенных исследований разработаны три новые принципиальные технологические схемы по переработке кассанской сульфидно-окисленной руды, сарылахского золото-сурьмяного концентрата и кумторского пиритного концентрата, содержащего благородные металлы.

Апробация работы. Результаты работы докладывались на Всесоюзной конференции "Химия и технология редких, цветных металлов и солей" (Фрунзе, 1986г.), на конкурсе молодых ученых "Лучшая работа года" Института неорганической и физической химии АН Кирг.ССР (1988г.), на конкурсе молодых ученых "Лучшая работа года" Института химии и химической технологии НАН Кыргызской Республики (1999г.)

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 8 печатных работ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, литературного обзора, четырех глав и списка литературы из 80 наименований. Работа изложена на 97 страницах машинописного текста, содержит 26 таблиц, 24 рисунка.

Краткое содержание работы.

Первая глава содержит обзор литературы, в котором рассмотрены развитие хлорной технологии в промышленном производстве редких, рассеянных и тугоплавких металлов; применение в качестве хлорирующих реагентов хлора, хлористого водорода, четыреххлористого углерода и фосгена; приводится краткий обзор физико-химических свойств данных реагентов.

Во второй главе приведены результаты хлорирования соединений сурьмы(III, V) в оксидной и сульфидной формах в зависимости от температуры и времени с применением в качестве хлорирующего реагента смеси паров четыреххлористого углерода и воздуха. Хлорирующую смесь получали продуванием атмосферного воздуха (без предварительной его сушки) через четыреххлористый углерод при комнатной температуре с помощью компрессора АЭН-2. Установлено (рис. 1-4), что хлорирование оксидов и сульфидов сурьмы начинается при 200°C. С повышением температуры хлорируемость соединений сурьмы резко увеличивается и почти полностью заканчивается при 500°C. Полнота извлечения сурьмы составляет выше 99%. При указанной температуре за 30 мин. извлечение сурьмы из ее оксидов составляет 90%, а из сульфидов (III, V) - 77 и 80% соответственно.

Механизм образования летучих хлоридов в процессе хлор-

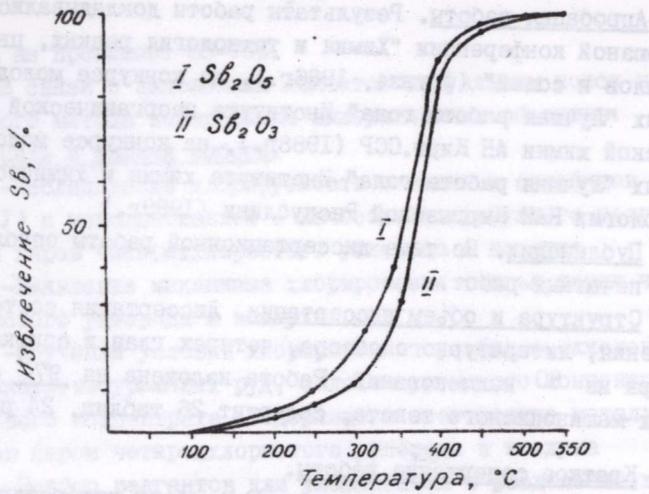


Рис.1 Хлорирование оксидов сурьмы(III,V) смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха в зависимости от температуры

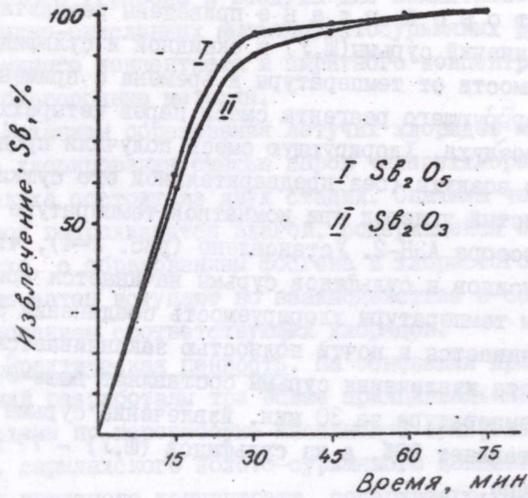


Рис.2 Хлорирование оксидов сурьмы(III,V) смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха в зависимости от времени при температуре 500°C

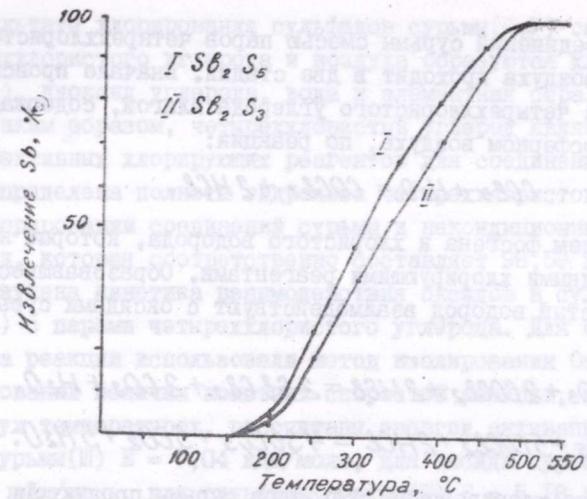


Рис.3 Хлорирование сульфидов сурьмы(III,V) смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха в зависимости от температуры

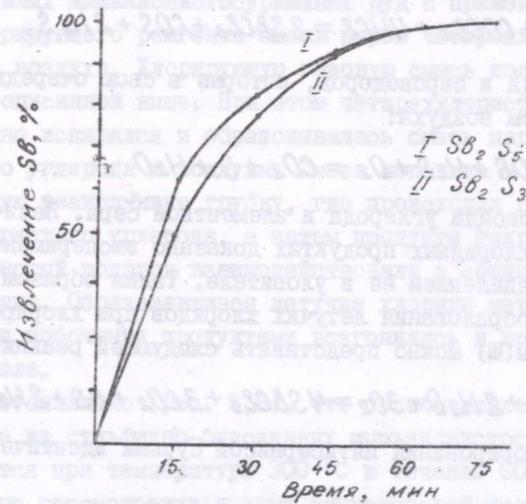
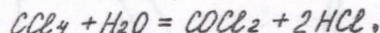
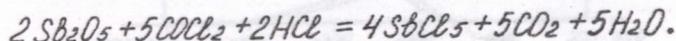
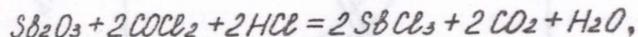


Рис.4 Хлорирование сульфидов сурьмы(III,V) смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха в зависимости от времени при температуре 500°C

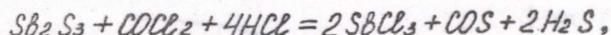
рирования соединений сурьмы смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха проходит в две стадии. Вначале происходит гидролиз четыреххлористого углерода влагой, содержащейся в атмосферном воздухе, по реакции:



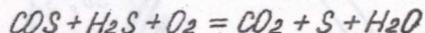
с образованием фосгена и хлористого водорода, которые являются превосходными хлорирующими реагентами. Образовавшиеся фосген и хлористый водород взаимодействуют с оксидами сурьмы(III, V) по реакции:



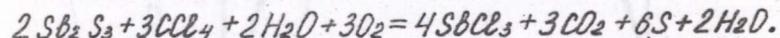
В случае хлорирования сульфидов сурьмы продуктами гидролиза четыреххлористого углерода, можно предположить, что помимо основных хлоридов сурьмы образуются также промежуточные продукты:



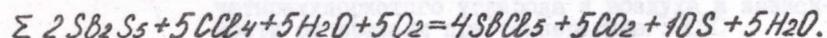
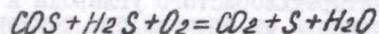
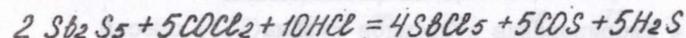
сероокись углерода и сероводород, которые в свою очередь окисляются кислородом воздуха:



с выделением диоксида углерода и элементарной серы. Наличие элементарной серы в хлоридных продуктах доказано экспериментальным путем, т.е. определением ее в уловителе. Таким образом, суммарный процесс образования летучих хлоридов при хлорировании сульфидов сурьмы(III) можно представить следующей реакцией:



Процесс хлорирования пентасернистой сурьмы идентичен предыдущему:



В результате хлорирования сульфидов сурьмы(III, V) смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха образуются хлориды сурьмы(III, V), диоксид углерода, вода и элементарная сера.

Таким образом, четыреххлористый углерод является одним из эффективных хлорирующих реагентов для соединений сурьмы.

Определена полнота гидролиза четыреххлористого углерода при хлорировании соединений сурьмы и некондиционных сурьмяных руд, которая соответственно составляет 98,59 и 96,62%.

Изучена кинетика взаимодействия оксидов и сульфидов сурьмы(III, V) с парами четыреххлористого углерода. Для определения порядка реакции использовали метод изолирования Оствальда. На основании величин констант скоростей реакции, полученных при двух температурах, рассчитаны энергии активации для оксида сурьмы(III) $E = 7,04$ кДж/моль, для оксида сурьмы(V) $E = 5,33$ кДж/моль, для сульфида сурьмы(III) $E = 5,18$ кДж/моль, для сульфида сурьмы(V) $E = 3,85$ кДж/моль.

В третьей главе приведены результаты, полученные при переработке местных некондиционных сульфидно-окисленных мышьяковистосурьмяных руд с применением в качестве хлорирующего реагента смеси паров четыреххлористого углерода и воздуха. Хлорирующую газовую смесь получали по методике, описанной выше. При этом четыреххлористый углерод постепенно испарялся и образовывалась смесь паров четыреххлористого углерода и воздуха. Смесь попадала в предварительно нагретую реакционную трубку, где происходил гидролиз четыреххлористого углерода, а затем продукты гидролиза: фосген и хлористый водород взаимодействовали с соединениями сурьмы и мышьяка. Образовавшиеся летучие хлориды металлов вместе с другими побочными продуктами возгонялись и поглощались в уловителе.

Установлено (рис. 5,6), что полное извлечение сурьмы и мышьяка из сульфидно-окисленных мышьяковистосурьмяных руд наблюдается при температуре $300^\circ C$ в течение 60 мин.

При рассмотрении кривых зависимостей извлечения сурьмы и мышьяка от температуры и времени обращает внимание одинаковый ход кривых и незначительное расстояние между ними. Это объясняется сходством химических свойств сурьмы и мышьяка и

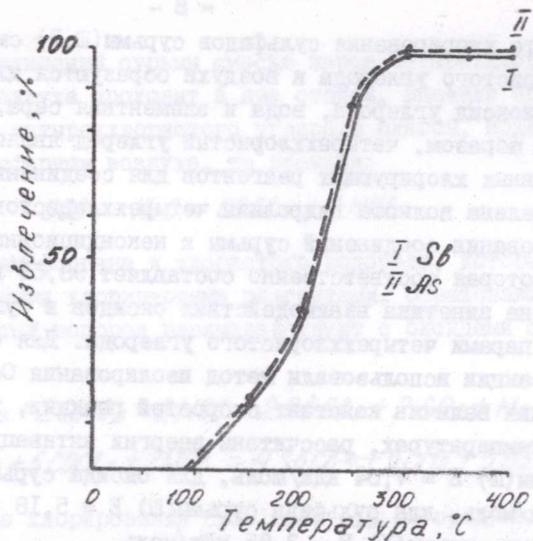


Рис.5 Хлорирование кассанокитовой руды смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха в зависимости от температуры

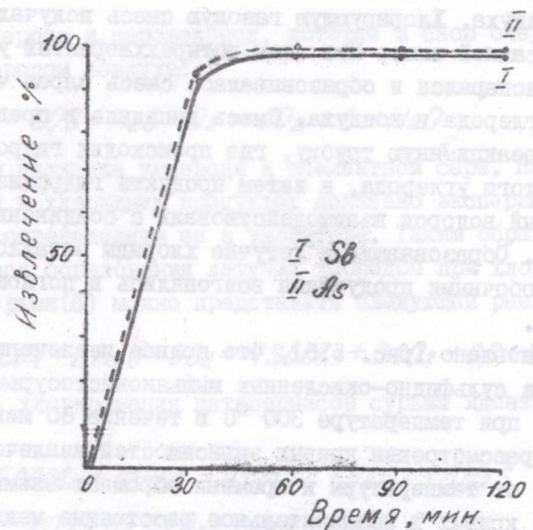


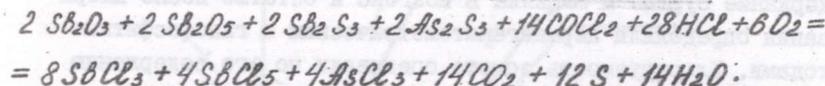
Рис.6 Хлорирование кассанокитовой руды смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха в зависимости от времени

их приближенными содержаниями в руде.

Изучено также извлечение сурьмы и мышьяка из кассанокитовой руды в зависимости от навески хлорируемого материала. При постоянном количестве четыреххлористого углерода увеличение навески хлорируемого материала в 2 раза не влияет на извлечение сурьмы и мышьяка. Дальнейшее увеличение навески ведет к снижению извлечения металлов, т.к. количество подаваемого хлорирующего реагента недостаточно для проведения полного хлорирования металлов, содержащихся в данной навеске.

Таким образом, при хлорировании кассанокитовой руды смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха извлечение сурьмы и мышьяка не зависит от формы их нахождения в исходной руде.

Хлорирование кассанокитовой руды также проходит в две стадии. Четыреххлористый углерод гидролизует влагой, содержащейся в атмосферном воздухе, с образованием фосгена и хлористого водорода. Последние вступают во взаимодействие с соединениями сурьмы и мышьяка (Sb_2O_3 , Sb_2O_5 , Sb_2S_3 , As_2S_3 и др.) Взаимодействие различных форм соединений сурьмы и мышьяка в исходном сырье с хлорирующими реагентами суммарно можно представить реакцией:



Для улавливания возгона с последующим разделением хлоридов сурьмы и мышьяка нами были использованы различные поглотители: дистиллированная вода, сернистый натрий в щелочном растворе, растворы едкого натра, соляной и азотной кислот.

При улавливании возгона водой хлориды сурьмы полностью гидролизуются и выпадают в осадок, мышьяк полностью остается в растворе.

Получены хорошие результаты при улавливании хлоридного возгона щелочным раствором сернистого натрия, где происходит полное улавливание сурьмы и мышьяка и количественное их разделение. По мере улавливания хлоридного возгона pH поглотителя становится кислым. В результате чего сернистый натрий разлагается с образованием сероводорода, который реагирует

с мышьяком и сурьмой с образованием нерастворимого сульфида мышьяка и растворимых хлористых тиосолей сурьмы.

В случае улавливания хлоридного возгона водным раствором едкого натрия происходит частичное разделение металлов. При улавливании хлоридных продуктов растворами соляной и азотной кислот сурьма и мышьяк полностью остаются в растворе.

Таким образом, для улавливания и разделения хлоридов сурьмы и мышьяка эффективнее использовать в качестве поглотителя дистиллированную воду или 6%-ный раствор сернистого натрия в 0,1%-ном растворе едкого натрия.

Результаты укрупненного лабораторного опыта подтвердили данные, полученные при исследовании хлорирования кассанской руды.

Четвертая глава содержит результаты исследований комплексной переработки сарылахского золото-сурьмяного концентрата, чистого пиритного концентрата и кумторского концентрата, содержащего благородные металлы.

Сарылахский концентрат содержит сурьму, мышьяк, золото и серебро. Для хлорирования золото-сурьмяного концентрата использовали смесь паров четыреххлористого углерода и воздуха. Содержание сурьмы и мышьяка в возгоне и остатке после хлорирования определяли перманганатометрическим и гипофосфитным методами. Хлорируемость золота оценивали по его содержанию в остатке после хлорирования. Определение золота проводили фотометрическим методом при чувствительности 0,5 г/т. Хлорирование золото-сурьмяного концентрата исследовали в зависимости от температуры и времени.

Результаты опытов (рис. 7,8) показывают, что хлорирование сурьмы и мышьяка, содержащихся в концентрате, начинается при 100°C. Температура полного извлечения сурьмы и мышьяка в виде летучих хлоридов составляет 250 и 300°C соответственно.

При хлорировании концентрата смесь паров четыреххлористого углерода и воздуха хлоридовозгонка золота в интервале температур 100-300°C идентична поведению хлоридовозгонки сурьмы и мышьяка, т.е. с повышением температуры процент извлечения золота в виде летучих хлоридов увеличивается. Мак-

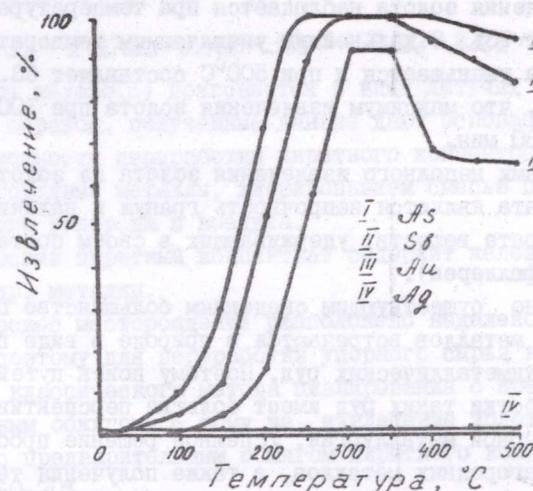


Рис.7 Хлорирование сарылахского концентрата смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха в зависимости от температуры

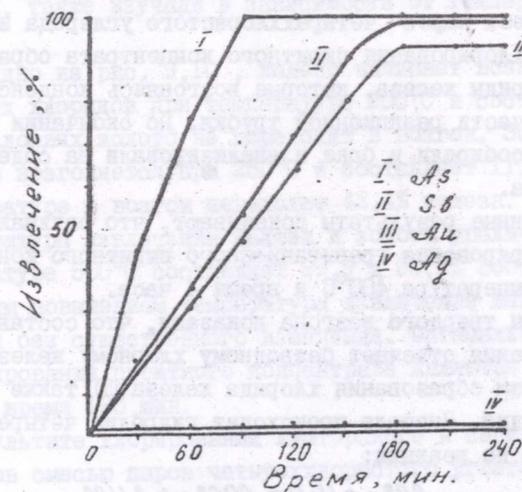


Рис.8 Хлорирование сарылахского концентрата смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха в зависимости от времени

симум извлечения золота наблюдается при температуре 300–350°C и составляет 93%. С дальнейшим увеличением температуры извлечение золота уменьшается и при 500°C составляет 63,9%. Также установлено, что максимум извлечения золота при 300°C достигается за 180 мин.

Причинами неполного извлечения золота из золото–сурьмяного концентрата являются непрочность гранул и наличие в исходном концентрате веществ, удерживающих в своем составе золото (например: флюллерен).

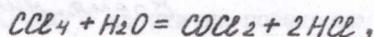
Согласно существующим сведениям большинство цветных и тугоплавких металлов встречаются в природе в виде пиритсодержащих полиметаллических руд. Поэтому поиск путей комплексной переработки таких руд имеет большие перспективы для цветной и черной металлургии. Успешное решение проблемы извлечения благородных металлов, а также получения технически важных соединений железа из пиритного сырья непосредственно связано с поведением пирита в процессе переработки.

Для исследований использовали гравитационный пиритный концентрат. Хлорирование пирита проводили в зависимости от температуры и времени с применением в качестве хлорирующего реагента смеси паров четыреххлористого углерода и воздуха. В процессе хлорирования пиритного концентрата образовывались летучие хлориды железа, которые возгоняясь конденсировались в холодной части реакционной трубки. По окончании опыта твердый возгон собирали в бюкс и анализировали на содержание железа и хлора.

Полученные результаты показывают, что оптимальными условиями хлорирования гравитационного пиритного концентрата являются температура 400°C и время 4 часа.

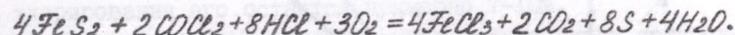
Анализ твердого возгона показали, что состав полученного соединения отвечает безводному хлорному железу (III).

Механизм образования хлорида железа(III) также состоит из двух стадий. Вначале происходит гидролиз четыреххлористого углерода по реакции:



с образованием фосгена и хлористого водорода, которые затем

взаимодействует с пиритом:



В результате железо(III) возгоняется в виде летучих хлоридов.

Таким образом, полученные данные дают основание полагать о возможности переработки пиритного концентрата, содержащего благородные металлы, хлорированием смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха.

Кумторский пиритный концентрат содержит железо, золото, серебро и др. металлы.

Кумторское месторождение расположено недалеко от курортной зоны, поэтому для переработки упорного сырья нежелательно применение классического метода цианирования с предварительным окислительным обжигом. К тому же, извлечение золота путем цианирования с предварительным обжигом пиритного концентрата не превышает 60–70%.

Поэтому нами была поставлена задача извлечения золота в виде летучих хлоридов из пиритного концентрата хлорированием смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха.

Хлорирование пиритного концентрата, содержащего благородные металлы, также изучали в зависимости от температуры и времени.

Как видно из рис. 9,10, железо начинает возгоняться в виде летучих хлоридов при температуре 200°C и составляет 1,89%. При этих условиях золото не переходит в возгон. Золото в виде хлоридов возгоняется при 250°C и составляет 11,3%, при этой температуре в возгон переходит 42,4% железа. С повышением температуры извлечение железа и золота увеличивается и при температуре 500°C составляет 99,9 и 90,2% соответственно. С дальнейшим повышением температуры извлечение железа и золота остается без существенного изменения. Оптимальными условиями хлорирования пиритного концентрата являются температура 500°C и время 120 мин.

В результате хлорирования кумторского и сарылахского концентратов смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха наблюдается неполная хлоридовозгонка золота. В остатке

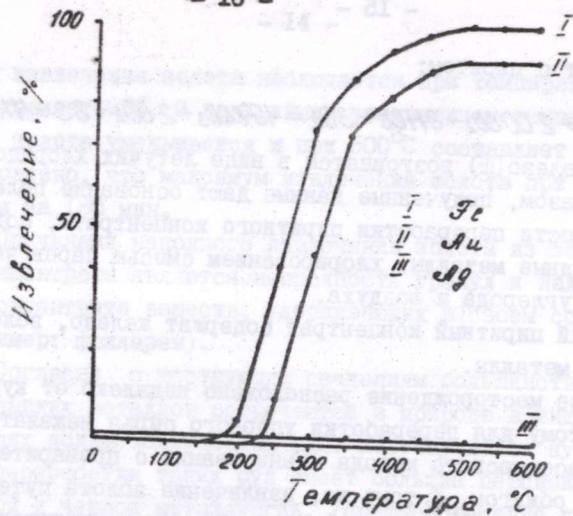


Рис.9 Хлорирование кумторского концентрата смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха в зависимости от температуры

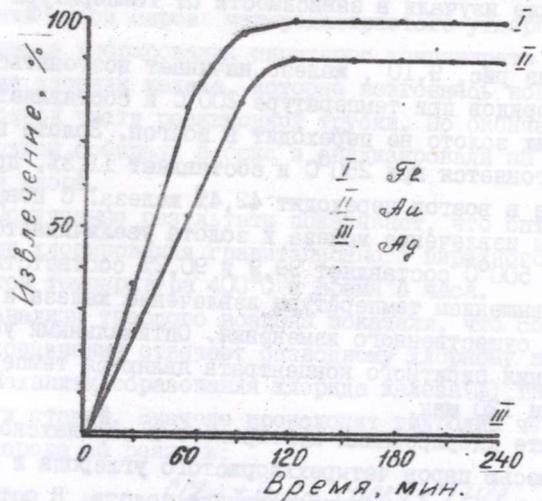


Рис.10 Хлорирование кумторского концентрата смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха в зависимости от времени

после хлорирования его остается примерно 7-10%.

Таким образом, метод хлорирования смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха оказался весьма эффективным для комплексной переработки сульфидных концентратов, содержащих благородные металлы. При этом сурьма, мышьяк, железо извлекаются полностью, а доизвлечение золота из остатков после хлорирования можно произвести тиосульфатным выщелачиванием вместе с серебром.

Для выщелачивания серебра применили метод просачивания. В ионообменную колонку загружали 1г. остатка после хлорирования и заливали 5 мл. раствора тиосульфата натрия различной концентрации. Продолжительность выщелачивания составляла 5 часов. Затем кран открывали и сливали раствор. После чего остаток промывали дистиллированной водой. Промывные воды объединяли с раствором и анализировали на содержание серебра.

Экспериментальными данными установлено, что для полного извлечения серебра из остатка после хлорирования кумторского концентрата достаточна концентрация раствора тиосульфата натрия 0,08%, а из остатка после хлорирования сарылахского концентрата - 0,2%. Полное извлечение серебра из остатка после хлорирования кумторского концентрата наблюдается при отношении Т:Ж равном 4, а из остатка после хлорирования сарылахского концентрата - равном 5. Максимальное извлечение серебра из остатка после хлорирования кумторского концентрата достигается в течение 3 часов, а из остатка после хлорирования сарылахского концентрата - в течение 4 часов.

Серебро из тиосульфатных растворов осаждается в виде сульфида, которое затем восстанавливается при прокаливании до металлического.

Таким образом, с применением в качестве хлорирующего реагента смеси паров четыреххлористого углерода и воздуха показана реальная возможность комплексной переработки местного некондиционного сурьмяного сырья, золото-сурьмяного концентрата и пиритного концентрата, содержащего благородные металлы, с одновременным разделением золота и серебра.

ВЫВОДЫ

1. Впервые изучена хлорируемость соединений сурьмы(III, V) и мышьяка(III), а также золота и серебра смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха в зависимости от температуры и времени.

На основании проведенных исследований выяснен механизм образования летучих хлоридов, который состоит из двух стадий: вначале четыреххлористый углерод гидролизуется влагой атмосферного воздуха при 300°C с образованием фосгена и хлористого водорода, которые в свою очередь взаимодействуют с соединениями сурьмы и мышьяка по типу реакций двойного обмена (кислород - хлор или сера - хлор).

2. Определена полнота гидролиза четыреххлористого углерода при хлорировании соединений сурьмы. Установлено, что выше 98% взятого количества четыреххлористого углерода гидролизуется с образованием фосгена и хлористого водорода, которые являются превосходными хлорирующими реагентами.

3. Изучены условия полного извлечения сурьмы и мышьяка из сульфидно-окисленных мышьяковистосурьмяных руд Кассанского месторождения хлорированием смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха. Установлены оптимальные условия, при которых сурьма и мышьяк полностью извлекаются в виде летучих хлоридов независимо от формы их нахождения в исходном сырье.

4. На основании проведенных исследований подобраны реагенты для количественного улавливания хлоридов сурьмы и мышьяка с одновременным их разделением. Таким реагентом является 6%-ный раствор сернистого натрия или дистиллированная вода.

5. Проведены укрупненные лабораторные испытания разработанной технологической схемы по хлорированию кассанской руды смесью паров четыреххлористого углерода и воздуха. Полученные данные полностью подтвердили данные лабораторных исследований.

6. С целью расширения возможности применения четыреххлористого углерода в качестве хлорирующего реагента изучена полнота извлечения сурьмы, мышьяка, железа, золота и серебра из сурьмяного и пиритного концентратов, содержащих благородные металлы. Установлены оптимальные условия, при которых сурьма, мышьяк, железо извлекаются полностью, золото извлекается до

93%. При этом серебро количественно остается в остатке.

7. С целью разделения хлоридов сурьмы и золота, хлоридов железа и золота возгон улавливали водой и раствором соляной кислоты. При улавливании возгона водой хлориды сурьмы полностью гидролизуются и вместе с золотом выпадают в осадок. Для разделения хлоридов железа и золота использован 5%-ный раствор соляной кислоты, из которого золото осаждено цементацией металлическим железным порошком.

8. Извлечение хлорида серебра из остатков после хлорирования сарылахского и кумторского концентратов осуществлено выщелачиванием раствором тиосульфата натрия в виде растворимого комплекса $Ag_2 S_2 O_3 \cdot Na_2 S_2 O_3$, из которого получено металлическое серебро.

9. С применением четыреххлористого углерода в качестве хлорирующего реагента разработаны три принципиально новые технологические схемы комплексной переработки некондиционных сурьмяных руд месторождения Кассан, золото-сурьмяного концентрата месторождения Сарылах, пиритного концентрата, содержащего благородные металлы, месторождения Кум-Тор. При этом получены сурьмяный кек без мышьяка, коллективный концентрат сурьмы и золота, металлические золото и серебро, безводное хлорное железо(III), сульфид мышьяка.

Основные положения диссертации изложены в следующих публикациях:

1. Усубакунов М.У., Чукулова У.Э., Сибиченкова Н.И. Изучение хлорируемости соединений сурьмы четыреххлористым углеродом // Известия НАН КР. - Бишкек: Изд-во Илим, 1994. - №1. - С. 40-42.

2. Турдукеев И.Д., Розживин О.Д., Чукулов Ж.Т., Чукулова У.Э. О создании нового в Кыргызстане промышленного горнорудного комплекса "Большой Кумтор" // Науч. тр. международной научно-практической конференции "Перспективы развития и использования минеральных ресурсов Кыргызской Республики". - Бишкек: 1995. - С. 50-51.

3. Усубакунов М.У., Чукулова У.Э., Базакеев Р.Ж., Сатвалдиев О. Комплексная переработка пиритного концентрата, содержащего благородные металлы // Сб. науч. тр. / ИХХТ НАН КР. - Бишкек:

Илим, 1995.-С.41-45.

4.Усубакунов М.У., Чукулова У.Э. Переработка окисленных мышьяковистосурьмяных руд хлорированием парами четыреххлористого углерода//Известия НАН КР.-Бишкек:Илим,1999.-№3-4.-С.102-104.

5.Усубакунов М.У., Чукулова У.Э. О механизме взаимодействия соединений сурьмы(Ш,У) с парами четыреххлористого углерода//Наука и новые технологии.-Бишкек:Департамент по науке и новым технологиям, 2000.-№1.-С.75-77.

6.Усубакунов М.У., Чукулова У.Э., Блешинский С.В. Комплексная переработка сурьмяного и пиритного концентратов, содержащих благородные металлы, хлорированием четыреххлористым углеродом//Наука и новые технологии.-Бишкек:Департамент по науке и новым технологиям, 2000.-№2.-С.102-105.

7.Усубакунов М.У., Чукулова У.Э. Блешинский С.В. Хлорный метод извлечения благородных металлов//Сб.науч.тр./ИХХТ НАН КР.-Бишкек:Илим,2000.-С.62-67.

8.Усубакунов М.У., Чукулова У.Э., Блешинский С.В. Извлечение серебра из остатков кумторского и сарылахского концентратов хлорированных парами четыреххлористого углерода//Известия НАН КР.-Бишкек:Илим, 2000,-№3.-С.105-107.

9.Предварительный патент №386. Способ переработки некондиционных сурьмяных руд/Усубакунов М.У., Чукулова У.Э.

А Н Н О Т А Ц И Я

КОМПЛЕКСУУ КАЙРАДАН ИШТЕП ЧЫГУУ КОНДЕНЦИОНСУЗ СУРЬМА РУДАЛАРЫНЫН, СУРЬМА ЖАНА ПИРИТ КОНЦЕНТРАТТАРЫНЫН ТӨРТ ХЛОРДУУ КЕМУРТЕК АБАНЫН АРАЛАШМАСЫ МЕНЕН ХЛОРДОУ

Бул диссертацияда конденционсуз сурьма рудаларынын, алтын-сурьма концентраттарынын жана асыл металлдары бар пирит концентраттарынын изилдөөсүнө төрт хлордуу кемуртект менен абанын аралашмасы хлорагент турундөө пайдаланылган. Сурьма, мышьяк, темир толук ажырашат. Кумуш хлордогондон кийин калдыкта калат, андан аны натрий тиосульфаттын 0,2%ту эритмеси менен ажыратып алса болот. Изилдөөнүн ушу негизинде комплекстуу кайрадан иштеп чыгуу жолу боюнча уч жаны принципиалдуу технологиялык схемалар иштелип чыккан.

А Н Н О Т А Ц И Я

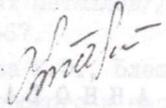
КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА НЕКОНДИЦИОННЫХ СУРЬМЯНЫХ РУД, СУРЬМЯНОГО И ПИРИТНОГО КОНЦЕНТРАТОВ ХЛОРИРОВАНИЕМ СМЕСЬЮ ПАРОВ ЧЕТЫРЕХХЛОРИСТОГО УГЛЕРОДА И ВОЗДУХА

В диссертации на основе предлагаемого способа с применением смеси паров четыреххлористого углерода и воздуха разработаны три принципиально новые технологические схемы комплексной переработки некондиционных сурьмяных руд, золото-сурьмяного концентрата и пиритного концентрата, содержащего благородные металлы. При этом сурьма, мышьяк, железо извлекаются полностью, золото - до 93%. Серебро количественно остается в остатках после хлорирования, которое извлекается 0,2%-ным раствором тиосульфата натрия.

A B S T R A C T

COMPLEX PROCESSING OF ANTIMONY AND PYRITE
CONCENTRATES BY TETRACHLOROMETAN STEAM CLORING

In the dissertetion on the basic of method with application tetrachlorometan steam was exploit new schemes for complex processing of gold-antimony concentrates and pyrite concentrates keeping noble mettals. Extract of antimony arsenic, iron make up 99%, gold - 93%. The silver from corinated resodua is fully extracted 0,2% solution natrium thiosulfate.



Подписано к печати 27.11.2000 Формат 60x84¹/₁₆.
Объем 1 п. л. Тираж 100 экз. Заказ/69.
720001, Бишкек ул.Пушкина, 144,
тип. НАН Кыргызской Республики