

РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕ-
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

НАВОИЙСКИЙ ГОРНО – МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ НАВОИЙСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Химические технологии »

РЕФЕРАТ

По предмету: «Основы биотехнологической переработки
минерального сырья».

Тема: Добыча урана основа переработки и обогащения руд

Выполнила: ст. гр. 12-10 ХТ
Хикматова Малика

Принял: Тагаев И. А.

Навои-2014

План:

Введение

1. Важнейшие минералы и руды урана
2. Технология урана
 - 2.1. Характеристика урановых руд
3. Дробление и измельчение руд
4. Выщелачивание урановых руд и концентратов
 - 4.1. Кислотное выщелачивание
 - 4.2. Карбонатное выщелачивание
5. Сорбционный метод концентрирования урана

Заключение

Список использованной литературы

Введение

Обогащение урана — физический процесс увеличения соотношения содержания изотопа урана ^{235}U к ^{238}U . Изотоп ^{238}U , несмотря на радиоактивность, является стабильным изотопом, не способным к самостоятельной цепной ядерной реакции на тепловых нейтронах, в отличие от редкого ^{235}U , интенсивно используемого в атомной энергетике и ядерном оружии. В настоящий момент ^{235}U является основным ядерным топливом, без него невозможно получение оружейного плутония, используемого для создания ядерного и термоядерного оружия. Однако доля изотопа ^{235}U в природном уране мала (0,72 %) и подготовка ядерного топлива обычно включает стадию обогащения урана.

Обогащение урана осуществляется двумя основными методами разделения изотопов: газодиффузионным методом и методом газового центрифугирования. В России, Великобритании, Германии, Нидерландах и Японии применяется метод центрифугирования, при котором газ UF_6 приводится в очень быстрое вращение и из-за разницы в массе молекул происходит разделение изотопов, которые затем переводятся обратно в металл. В отходах (обедненном уране) содержание изотопа ^{235}U составляет около 0,2-0,3 %.

Помимо двух основных методов известно много других способов разделения изотопов урана. Некоторые из них ограниченно использовались в промышленных целях, например электромагнитное (масс-спектрографический метод) разделение или аэродинамическая сепарация. Другие ещё только в стадии исследований, как, например, лазерное разделение изотопов. Термодиффузионный метод самостоятельно не применяется, но используется для увеличения эффективности газовых центрифуг.

Важнейшие минералы и руды урана

В настоящее время известно около 150 минералов, включающих уран как основной компонент, и еще около 50 других минералов, содержащих незначительные количества урана в качестве примесей. Урановые минералы можно разделить на две большие группы - первичные и вторичные.

Первичными называются минералы, образовавшиеся при формировании земной коры (как правило, магматического происхождения). Вторичные минералы - те, которые образовались на более поздних стадиях под действием природных факторов.

Основными минералами как первичных, так и вторичных месторождений являются уранинит и настуран.

Уранинит - содержит уран в виде оксида урана (IV) и имеет формулу UO_2 , хотя практически всегда содержит некоторое количество оксида урана (VI) UO_3 . Цвет минерала - черный; плотность 7,6 - 10 г/см³; содержание урана 62 - 95 %. В кислотах растворяется с трудом, лучше всего в концентрированной соляной кислоте, азотной кислоте, в серной кислоте - в присутствии окислителя.

Настуран (урановая смолка, смоляная обманка). Обычно минералу приписывают формулу U_3O_8 , его состав переменен и более точная формула отвечает составу xUO_2-yUO_3-zPbO . «Обманкой» минерал называют за то, что он меняет цвет от черного до светло-серого, а смолкой - за то, что его зерна похожи на капли застывшей смолы.

Плотность настурана составляет 4,5 - 7,7 г/см³; содержание урана в нем 66 - 85 %. Как и уранинит, в кислотах настуран растворяется также с трудом: лучше всего в концентрированной соляной кислоте, азотной кислоте, в серной кислоте в присутствии окислителя.

Во вторичных месторождениях, наряду с уранинитом и настураном, часто встречаются гидратированные оксиды и соли урана - сульфаты, силикаты, фосфаты и др. Наибольшее практическое значение из них имеют: отенит - желто-зеленый гидратированный уранилфосфат кальция ($Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$), карнотит - желтый уранилванадат калия ($K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$) и коффинит - гидратированный силикат урана (IV) ($USiO_4 \cdot nH_2O$) черного цвета.

Оценка мировых ресурсов урана (по состоянию на 1990 г.)

Страна	Разведанные месторождения урана, тыс. т U_3O_8	Доля от общих запасов, %
Австралия	889	27
Казахстан	558	17
Канада	511	15
ЮАР	354	11
Намбия	256	8
Бразилия	232	7
Россия	157	5
США	125	4
Узбекистан	125	4
Всего в мире	3 340	100

При существующих мировых ценах на уран экономически рентабельна разработка месторождений с содержанием > 0,1 % урана. Свыше 90 % известных дешевых резервных месторождений урана находятся на территории Австралии, Канады, ЮАР, США, Франции. Два месторождения конгломератных пород охватывают ~ 50 - 60 % запасов этих стран. К ним относятся месторождение в районе озера Эллиот, расположенное на севере от озера Гурон в Канаде, и

золоторудные поля Ранда в ЮАР. Дополнительно от трети до четверти мировых запасов расположено в западных штатах США в виде отложений песчаника, основные массы которых распределены примерно поровну между плато Колорадо и бассейном Вайоминг и широко рассеяны по этим регионам. Важные залежи жильного типа расположены в Заире (ранее Бельгийское Конго), Канаде и в США

Технология урана

Основной задачей технологии урана является получение урана в форме, пригодной для использования его в ядерных реакторах. Такими формами могут быть: уран металлический, диоксид урана, тетрафторид урана. В каждом конкретном случае, в зависимости от вида конечного продукта, выбирается своя технологическая схема переработки урановых руд.

Важным фактором, определяющим выбор технологической схемы, является требование ядерной чистоты урана, предназначенного для использования в ядерных реакторах. Содержание некоторых элементов в ядерном топливе (Cd, В, Р.33. и др.) не должно превышать 10^{-6} - 10^{-5} % масс. Для достижения такой чистоты ядерных материалов требуются специальные методы очистки.

Специфику технологических схем переработки урановых руд определяют состав и свойства сырья. Обычно содержание урана в рудах колеблется от десятых до сотых долей процента. Из-за тонкой вкрапленности минералов урана в рудах последние не поддаются механическому обогащению и извлечение урана из руд в большинстве случаев проводится химическим путём.

Таким образом, химико-технологические схемы переработки урановых руд с учётом выше перечисленных условий представляют собой довольно сложные и многостадийные процессы.

Характеристика урановых руд

Основными технологическими характеристиками урановых руд являются:

химический состав нерудной составляющей (вмещающей породы);

«контрастность» руды;

крупность зёрен урановых минералов и их агрегатов.

По химическому составу вмещающей породы урановые руды подразделяются на следующие разновидности:

- а) силикатные, состоящие в основном из силикатных минералов;
- б) карбонатные, содержащие более 15% карбонатов;
- в) железо-окисные, представляющие собой комплексные железоурановые руды;
- г) сульфидные, содержащие более 20 % сульфидных минералов;
- д) фосфатные, содержащие более 8 % P_2O_5 и др.

Химический состав нерудной составляющей играет решающее значение при выборе способа их химической переработки. Из силикатных руд уран выщелачивают кислотами; из карбонатных - содовыми растворами; сульфидные руды предварительно подвергают обжигу; железо-окисные руды подвергают переплавке, а затем уран выщелачивают из шлака и т.д.

Другой важной характеристикой урановых руд является «контрастность» - степень неравномерности содержания урана в кусковой фракции горной массы. По «контрастности» руды подразделяются:

а) «контрастные» - смесь богатых штуфов, содержащих основную массу урана и породы с низким содержанием урана, содержание урана в штуфах превышает в десятки раз среднее содержание урана во всей горнорудной массе;

б) «слабоконтрастные» - руды с более или менее равномерным распределением урана по всей горнорудной массе; могут быть руды с небольшим превышением урана в штуфах (в 3 - 5 раз).

«Контрастность» руд играет важную роль при выборе метода их обогащения: «контрастные» руды обогащают исключительно радиометрическим методом; для «слабоконтрастных» руд

радиометрический метод обогащения непригоден, их обогащают либо гравитационным, либо флотационным методом.

По размерам зёрен урановых минералов и их агрегатов руды подразделяются на следующие разновидности:

крупнозернистые - с размером зерен 25-300 мм;

среднезернистые (3-25 мм);

мелкозернистые (0,1-3 мм);

тонкозернистые (0,015-0,1 мм);

субмикроскопические (0,001-0,015 мм);

коллоидно-дисперсные (< 0,001 мм).

Размеры зёрен и агрегатов определяют, в основном, степень измельчения руд при их обогащении и гидрометаллургической переработке.

Общая технологическая схема получения урана из руды представлена на рис. Рассмотрим отдельные стадии общей схемы.

Дробление и измельчение руд

Урановые руды добывают либо открытым способом, либо шахтным. С рудников на дальнейшую переработку поступают куски руды размером до 1 метра. В исходной руде минералы урана очень сильно рассеяны. В большинстве случаев размер зёрен урановых минералов в руде составляет от 0,01 до 1 мм. Минералы в руде практически полностью экранированы минералами пустой породы. Поэтому первой стадией переработки руд является их дробление и измельчение.

В зависимости от специфики последующей переработки руды дробятся и измельчаются до определенных размеров частиц:

для радиометрического обогащения - до 25 - 300 мм;

для гравитационного обогащения - до 1 - 10 мм;

для обжига - до 0,3 - 3 мм;

для флотационного обогащения - до 0,07 - 0,13 мм;

для выщелачивания - до 0,07 - 0,6 мм.

На сырьевых урановых заводах принято стадийное дробление и измельчение, чаще всего в 3 стадии: крупное дробление, среднее дробление и тонкое измельчение.

Рис.. Общая схема переработки урансодержащих руд

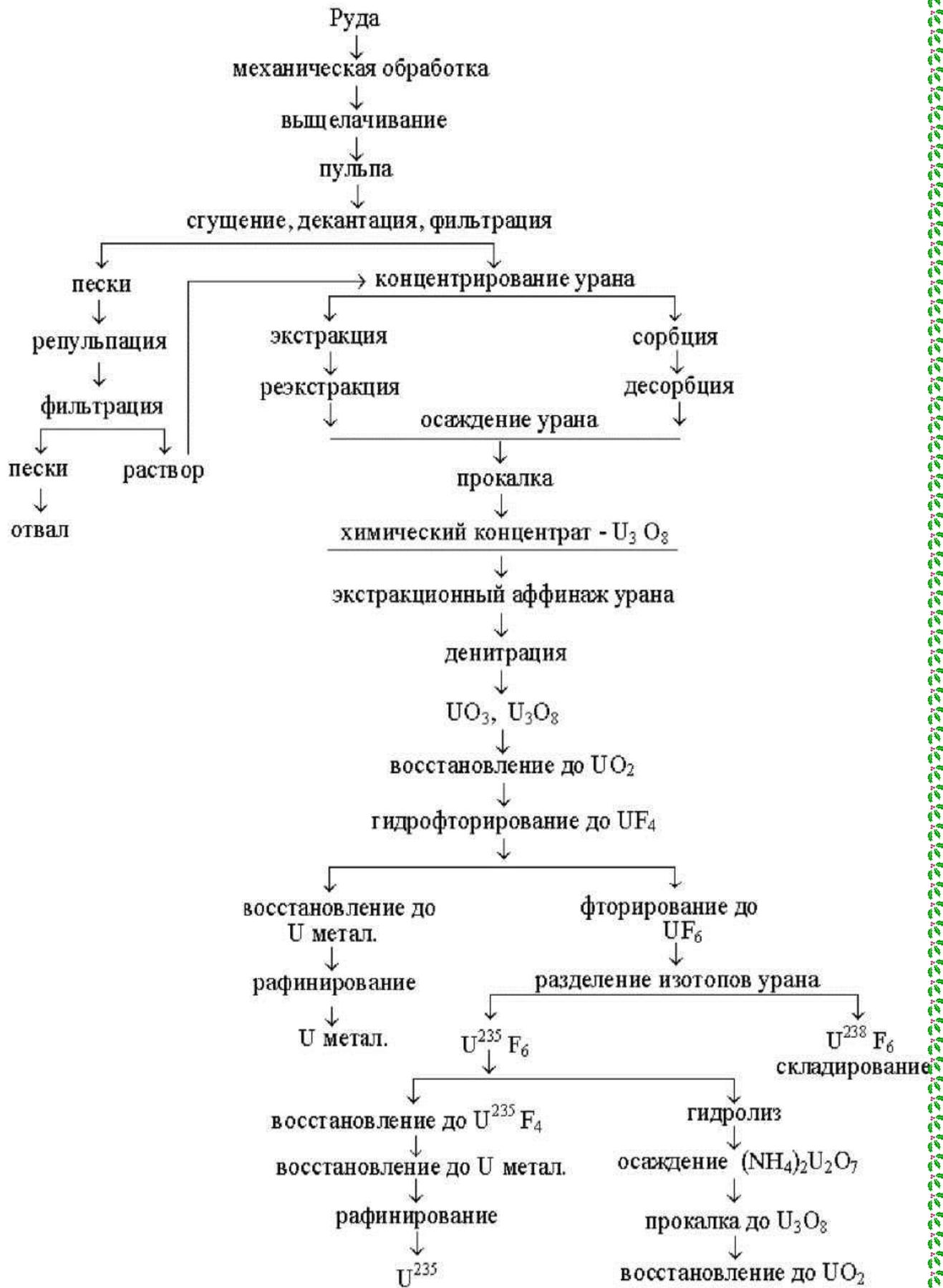


Рис.. Общая схема переработки урансодержащих руд

Основным показателем дробления и измельчения является степень дробления (измельчения), которая определяется как отношение диаметров кусков до и после дробления (измельчения):

Крупное дробление руд проводится в щековых и конусных дробилках. Дробление в указанных дробилках происходит путём раздавливания кусков руды. Принципиальная схема щековой дробилки представлена на рис.

Подвижная щека 2 (рис.) совершает качательные движения: при движении подвижной щеки к неподвижной 1 (рабочий ход щеки) происходит дробление материала, при движении щеки в

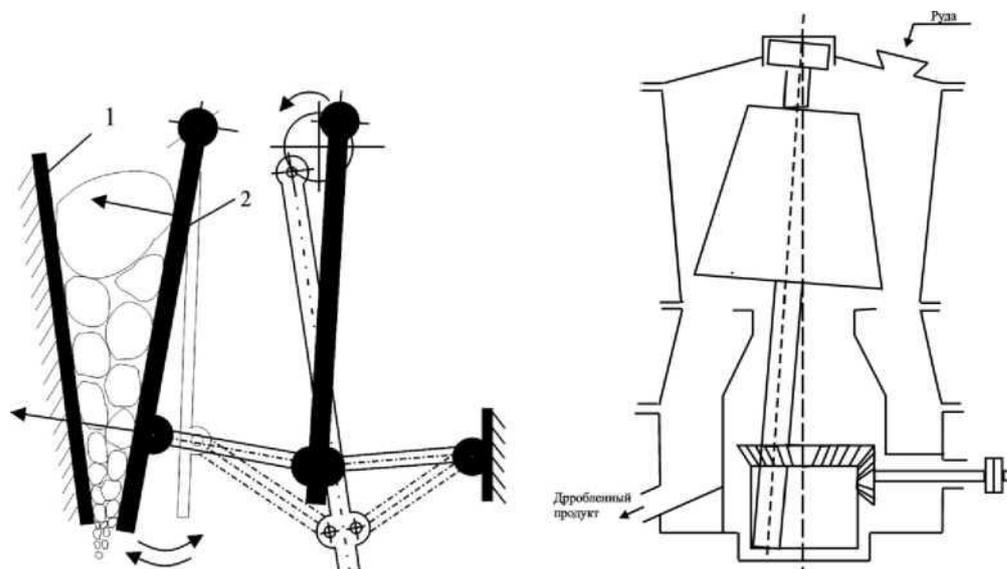


Рис.1 Схема щековой дробилки

Рис 2 Схема конусной дробилки с подвесным валом

обратном направлении (холостой ход щеки) происходит разгрузка дроблёного продукта. Если щеки гладкие, то дробление происходит за счет раздавливания, если с пазами - то за счет раскалывания кусков руды. Частота полных качаний подвижной щеки 150 - 200 мин⁻¹. Производительность щековых дробилок сравнительно высокая - от 100-5

до 400 м руды/ч.

Схема конструкции конусной дробилки для крупного дробления с подвесным валом изображена на рис. 5.3. Вал в верхней части шарнирно подвешен на крестовине, нижним концом свободно входит в эксцентриковый стакан. На валу жестко закреплен усеченный конус. Через зубчатую передачу вращательные движения от электродвигателя передаются стакану и оси вала. Ось описывает вращательные движения, а дробящий конус совершает круговое гирационное движение, приближаясь и отстраняясь от стенок корпуса. Дробление руды в конусных дробилках производится непрерывно. Исходный материал загружается в дробилку сверху. Раздавливание кусков руды происходит между коническими поверхностями корпуса и дробящего конуса. Зоны дробления и разгрузки в течение оборота конуса перемещаются по кругу. Максимальная величина загружаемого куска руды определяется размером загрузочного отверстия, равным расстоянию между дробящим конусом и корпусом дробилки в верхней части. Крупность дроблёного продукта зависит от размера разгрузочной щели дробилки, определяемого расстоянием между дробящим конусом и корпусом дробилки в нижней части. Оно регулируется путём поднятия или опускания подвижного дробящего конуса.

Выщелачивание урановых руд и концентратов

Главная цель выщелачивания урана из руд и рудных концентратов - селективное растворение урановых минералов.

Эффективность этого процесса определяется степенью извлечения урана в раствор, а также расходом химикатов на вскрытие минералов. Полного обнажения минералов при этом не требуется. Для количественного извлечения урана при выщелачивании достаточно, чтобы минерал был вскрыт лишь в одной плоскости.

Несмотря на многообразие типов урановых минералов и руд, все методы химической переработки сводятся к разложению их кислотными или карбонатными растворами. Выбор реагента, прежде всего, зависит от:

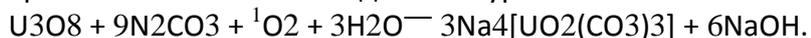
- типа руды,
- характера урановых минералов,
- состава пустой породы,
- стоимости реагента для выщелачивания.

Такие урановые минералы как уранинит, настуран, в состав которых входят труднорастворимые оксиды, вскрываются только кислотами, чаще всего концентрированными. В случае же карбонатных руд выгоднее применять для вскрытия карбонатные растворы.

Важную роль при выборе реагента для выщелачивания играет стоимость реагента. Если сравнить стоимости химических реагентов, пригодных для выщелачивания урана, то окажется, что самая дешёвая - серная кислота H_2SO_4 . По сравнению с ней HNO_3 дороже в 1,5 раза, HCl - в 2,5 раза, Na_2CO_3 - в 1,5 раза, $NaHCO_3$ - в 2 раза и $(NH_4)_2CO_3$ - в 4 раза.

Карбонатное выщелачивание

Применяется для карбонатных руд и основано на взаимодействии урана с водными растворами карбонатов в присутствии кислорода как окислителя с образованием хорошо растворимых комплексных соединений урана:



Карбонатные растворы почти не взаимодействуют с минералами пустой породы, поэтому для успешного извлечения урана требуется механическое вскрытие урановых минералов.

Нежелательными примесями при карбонатном выщелачивании являются сульфаты кальция и магния, т.к. они реагируют с содой, что резко увеличивает ее расход.

Применение карбонатного выщелачивания определяется рядом факторов.

Во-первых, карбонатное вскрытие значительно более «мягкое», чем кислотное, т.к. большинство примесей не образуют карбонатные комплексы и не переходят в раствор. Чем «мягче» вскрытие, тем меньше расходуется реагент, и тем чище получаются технологические растворы, что упрощает их дальнейшую переработку.

Во вторых, карбонатные растворы коррозионно неактивны для аппаратов, что продляет срок их работы.

Но широкому применению карбонатного выщелачивания препятствует ряд недостатков:

карбонатное выщелачивание требует аэрации и более высокой тонины помола руд, т.к. оболочка из пустой породы практически не вскрывается карбонатными растворами;

стоимость соды выше, чем серной кислоты (карбоната натрия Na_2CO_3 - в 1,5 раз; карбоната аммония $(NH_4)_2CO_3$ - в 4 раза);

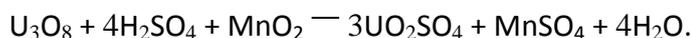
карбонатное выщелачивание протекает гораздо медленнее, чем кислотное выщелачивание; степень извлечения урана при вскрытии кислотой гораздо выше.

Это приводит к тому, что более распространено кислотное выщелачивание.

Кислотное выщелачивание

Основная масса урана из добываемых руд выщелачивается серной кислотой. Основным недостатком серной кислоты при вскрытии урановых руд является необходимость добавления окислителя. В качестве окислителя можно применять HNO_3 , MnO_2 , KClO_3 и др. Чаще всего в промышленной практике применяют очищенный природный минерал пиролюзит (MnO_2).

При выщелачивании урана из руд, содержащих минералы группы уранинита - настурана, серной кислотой в присутствии MnO_2 протекает следующая реакция:



Наряду с простым сульфатом в кислой среде образуются комплексные сульфатные анионы уранила $[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_2]$ и $[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3]$ Простой сульфат существует в растворах, pH которых больше двух. Константа устойчивости простого сульфата $K = 50$. Дисульфатный комплекс уранила образуется в растворах, pH которых находится в пределах от 1 до 2. Константа устойчивости этого комплекса $K = 350$. Трисульфатный комплекс образуется при $\text{pH} < 1$, т.е. в сильноокислых средах. Константа устойчивости трисульфатного комплекса $K = 2500$. Это значит, что в сильноокислых средах уран находится преимущественно в виде трисульфатного комплекса, мало вероятно существование дисульфатного комплекса и практически отсутствуют простые сульфаты.

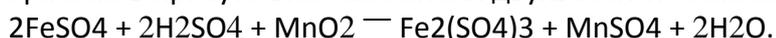
В процессе выщелачивания урана из кремнистых руд при повышенных температурах примерно 1 % кремнезёма вскрывается серной кислотой с образованием труднофильтрующейся кремневой кислоты, что в значительной степени затрудняет дальнейшую переработку пульпы и растворов:



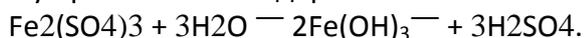
Глинозём в количестве 3 - 5 % от исходного количества переходит в раствор в виде хорошо растворимого сульфата алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$:



Железо в рудах может содержаться в виде оксидов или карбонатов. Из оксидов железа в серной кислоте легко растворяется Fe_2O_3 , труднее Fe_3O_4 . Карбонат железа FeCO_3 легко растворяется. В присутствии окислителя двухвалентное железо окисляется до трёхвалентного:



Таким образом, в пульпе железо будет присутствовать в виде $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. Растворимость $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ вследствие гидролиза ограничена. В горячей воде растворимость не превышает 5 - 7 г/л, поэтому при большем содержании железа оно будет выпадать в осадок в виде $\text{Fe}(\text{OH})_3$:



При выщелачивании других типов руд (фосфатных, ванадатных) фосфор, ванадий и другие элементы количественно переходят в раствор.

Сорбционный метод концентрирования урана

Сорбционный метод извлечения урана из пульп и растворов начал внедряться в промышленности с 1952 г. Сорбция - это поглощение растворённых веществ твёрдыми материалами (сорбентами). Сущность сорбционного метода состоит в следующем. Сорбент контактируется с раствором или пульпой, содержащими извлекаемый металл. При этом происходит сорбция металла на сорбенте. Раствор или пульпа, после извлечения металла (рафинат), сбрасывается. Сорбент, насыщенный извлекаемым металлом, промывается водой для удаления трудно- сорбируемых ионов и твёрдых механических примесей. После промывки проводится десорбция металла с сорбента. Десорбцию (элюирование) проводят раствором реагента, содержащим катион или анион, который входит в состав исходного сорбента. При десорбции происходит вымывание извлекаемого металла и регенерация сорбента до первоначального его состояния. После десорбции сорбент снова возвращается на сорбцию металла. Общая схема сорбционного концентрирования урана представлена на рис. 5.12.

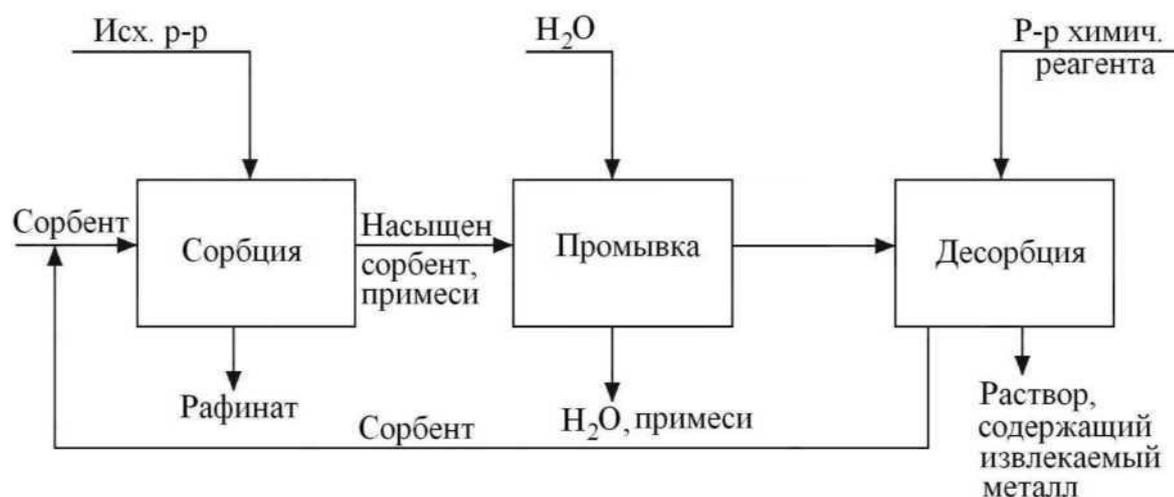


Рис. Общая схема сорбционного концентрирования металлов

Сорбенты, применяемые в ионообменных процессах, должны отвечать следующим основным требованиям:

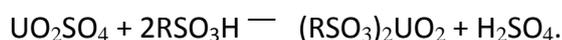
- быть максимально селективным (избирательным) по отношению к извлекаемому металлу;
- обладать высокой химической стойкостью к действию растворов солей, кислот, оснований как при обычной, так и при повышенной температурах;
- должен легко регенерироваться.

В урановой промышленности наибольшее распространение получили синтетические ионообменные смолы. Обычно ионообменные смолы представляют собой сферические частицы различного зернения. Их каркас, так называемая матрица, состоит из неправильной высокополимерной пространственной сетки углеводородных цепей. В матрице закреплены группы, несущие заряд, - фиксированные ионы. Например, в смоле марки КУ (катионит универсальный), имеющей несколько бензольных колец, соединённых метиленовыми мостиками,

функциональной группой является $-SO_3H$, в которой SO_3^- - фиксированный ион, а H^+ - противоион.

В процессе сорбции смола обменивается своими противоионами с другими катионами в стехиометрических количествах.

Например, процесс сорбционного извлечения урана в виде катиона уранила из сернокислого раствора смолой КУ можно представить уравнением:



В данном уравнении символом R обозначена матрица смолы.

Процесс является обратимым, равновесие достижимо с обеих сторон. При равновесии количественные соотношения противоионов А и В в ионите обычно другие, чем в растворе. Как правило, ионит предпочтительнее поглощает один из противоионов и обогащается им. Данное явление называется селективностью. Наша задача и состоит в том, чтобы выбрать ионит, селективный по отношению к урану.

Расчет константы равновесия сложен из-за трудности определения термодинамических потенциалов компонентов системы в фазе ионита, причем многое здесь зависит от выбора стандартных состояний.

Но даже определенная константа равновесия сама по себе не дает никаких сведений о положении ионообменного равновесия при определенных условиях опыта.

Заключение

В настоящее время ядерная энергетика вступила в новую фазу своего развития. Это связано в первую очередь с тем что, несмотря ни на что в России, как и во многих других странах, утвердилось отношение к атомной промышленности как к надежному и дешевому источнику производства электроэнергии.

Управление человеком термоядерной энергией и использовании возобновляемых источников энергии - солнечной, ветровой, океанической это лишь перспектива будущего.

В то же время увеличение темпов развития атомной промышленности требует создания технологически эффективных процессов. Это касается не только получения ядерного горючего, но и его переработки и регенерации с учетом современных требований охраны окружающей среды.

В изложенном выше материале, касающемся химии и технологии урана, рассмотрены лишь сведения общего характера, которые позволяют судить, что только благодаря использованию урана и его соединений в атомной промышленности, химию урана и его технологию можно считать одними из самых изученных.

В то же время и на сегодняшний день требуются некоторые усовершенствования технологического характера, например, наиболее полное извлечение урана на стадии переработки руд и концентрирования, получение ядерного горючего высокой степени чистоты и др.

Важную роль в решении данных проблем играют знания химии и технологии урана, и в то же время рассмотрение этих вопросов можно осуществлять в разных направлениях.

Список использованной литературы

1. Тураев Н.С., Жерин И.И. Химия и технология урана. - М.: Руды и металлы, 2006.
2. Шевченко В.Б., Судариков Б.Н. Технология урана. - М.: Госатомиздат, 1961. -
3. Судариков Б.Н., Раков Э.Г. Процессы и аппараты урановых производств. - М.: Машиностроение, 1969.
4. Галкин Н.П., Судариков Б.Н., Верятин У.Д., Шишков Ю.Д., Майров А.А. Технология урана. - М.: Атомиздат, 1964..
5. Галкин Н.П., Майров А.А., Верятин У.Д. и др. Химия и технология фтористых соединений урана. - М.: Изд-во литературы в области атомной науки и техники, 1961.
6. Раков Э.Г., Хаустов С.В. Процессы и аппараты производства радиоактивных и редких металлов. - М.: Metallurgy, 1993.
7. Харрингтон Ч., Рюэле А. Технология производства урана. - М.: Госатомиздат, 1961.- 586 с.
8. Марков В.К., Виноградов А.В., Елинсон С.В. и др. Уран, методы его определения. - М.: Атомиздат, 1960.
9. Химия актиноидов. / Под ред. Дж. Кац, Г. Сиборг, Л. Морсс - М.: Мир, 1999.
10. Зеликман А.Н., Вольдман Г.М., Беляевская Л.В. Теория гидрометаллургических процессов. - М.: Metallurgy, 1993..
11. Захаров Е.И., Рябчиков Б.Е., Дьяков В.С. Ионообменное оборудование атомной промышленности. - М.: Электроатомиздат, 1987.
12. Вольдман Г.М. Основы экстракционных и ионообменных процессов в гидрометаллургии. - М.: Metallurgy, 1982. -
13. Громов Б.В. Введение в химическую технологию урана. - М.: Атомиздат, 1978