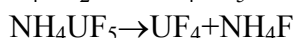
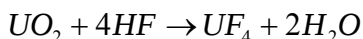


1. СОЕДИНЕНИЯ УРАНА

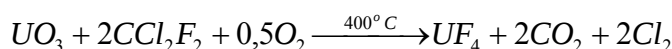
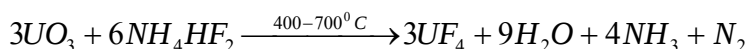
Для получения металлического урана и разделения изотопов урана необходимы UF_4 и UF_6 .

В результате отделения и очистки урана получают раствор урана (VI), из которого осаждают диуранат аммония. Последний при термическом разложении переходит в триоксид урана. Триоксид урана получается также при разложении нитратауранила. Триоксид урана восстанавливают до диоксида водородом. Диоксид урана фторируют действием HF или NH_4HF_2 :

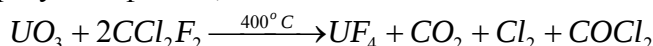


Обычно для получения тетрафторида UF_4 на диоксид урана UO_2 при температуре от 430 до 600 °C воздействуют сухим фтористым водородом.

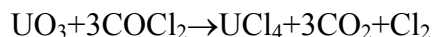
Тетрафторид урана можно получать непосредственным фторированием трехокси урана или диураната аммония при высокой температуре бифторидом аммония или фреоном-12. Процессы протекают по реакциям:



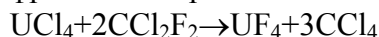
При более низких температурах образуется UO_2F_2 . Последняя реакция протекает в присутствии кислорода, без которого в газовой фазе образуется фосген, а затем UCl_4 :



Фосген реагирует с UO_3 :



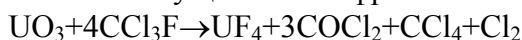
Тетрахлорид урана под действием фреона-12 переходит в UF_4 :



Закись-окись урана, образующаяся при разложении UO_3 в процессе реакции, также реагирует с фреоном-12:



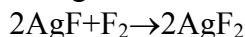
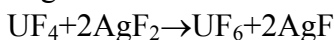
Фторирование триоксида урана можно осуществить и фреоном-11:



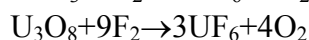
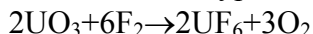
Гидраты тетрафторида урана могут быть получены осаждением урана (IV) из раствора плавиковой кислотой. В присутствии ионов натрия или аммония образуются безводные Na_2UF_5 или NH_4UF_5 . Трудность получения из гидратов тетрафторида безводной соли связана с гидролизом или прокаливанием на воздухе. В 20%-ной плавиковой кислоте получается $UF_4 \cdot \frac{1}{4}H_2O$. Вода удаляется при 270°C. Следы влаги удаляются в атмосфере водорода при 300°C.

Из сульфатных кислых растворов, содержащих уран (VI), электролизом на ртутном катоде в присутствии ионов фтора осаждается гидрат тетрафторида урана.

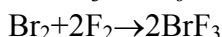
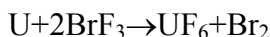
Из UF_4 действием элементарного фтора получается гексафторид урана. Фторирование UF_4 можно проводить такими фтористыми солями, как AgF_2 :



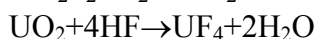
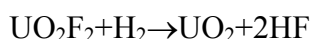
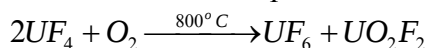
Фторирование урана (VI) ведётся после перевода солей урана в триоксид или окись-закись урана фтором:



Разработан также метод прямого фторирования металлического урана с помощью ClF_3 , BrF_3 или BrF_5 . Реакция протекает по схеме:



Удобным для производства методом является окисление тетрафторида урана кислородом с дальнейшей регенерацией урана из оксифторида восстановлением водородом:



В этом способе обходятся без применения фтора.

Промышленная технология фторирования в вертикальном плазменном реакторе включает производство чистого фтора, измельчение тетрафторида (UF_4) или оксида урана до состояния порошка с последующим его

сжиганием в факеле фтора. Затем производится фильтрация гексафторида урана и его конденсация в системе холодных ловушек.

Для преобразования оксида урана U_3O_8 в гексафторид урана UF_6 желтый кек обычно восстанавливают безводным аммиаком до UO_2 , из которого затем с помощью плавиковой кислоты получают UF_4 . На последнем этапе, действуя на UF_4 чистым фтором, получают UF_6 – твердый продукт, возгоняющийся при комнатной температуре и нормальном давлении, а при повышенном давлении плавящийся.

Конверсия концентратов урановой руды в UO_3 осуществляется растворением руды в азотной кислоте и экстракцией очищенного гексагидрата уранилдинитрата трибутилфосфатом. Затем гексагидрат уранилдинитрата преобразуется в UO_3 либо посредством концентрации и денитрации, либо посредством нейтрализации газообразным аммиаком для получения диураната аммония с последующей фильтрацией, сушкой и кальцинированием.

Конверсия UO_3 в UF_6 может осуществляться непосредственно фторированием. Для процесса требуется источник газообразного фтора или трехфтористого хлора.

Конверсия UO_3 в UO_2 может осуществляться посредством восстановления UO_3 газообразным крекинг-аммиаком или водородом.

Конверсия UO_2 в UF_4 может осуществляться посредством реакции UO_2 с газообразным фтористым водородом (HF) при температуре 300-500°C.

Конверсия UF_4 в UF_6 осуществляется посредством экзотермической реакции с фтором в реакторной башне. UF_6 конденсируется из горячих летучих газов посредством пропускания потока газа через холодную ловушку, охлажденную до -10°C. Для процесса требуется источник газообразного фтора.

Предприятия России по преобразованию оксида урана в гексафторид расположены в Верхнем Нейвинске (Свердловская обл.) и Ангарске (Иркутская обл.). Их совокупная производительность 20 - 30 тыс. т гексафторида урана в год. В промышленных масштабах производство гексафторида урана помимо России осуществляют в США, Великобритании, Франции и Канаде. Пять крупнейших производителей урана (Канада, Россия, Нигер, Казахстан и Узбекистан) вместе могут давать 65000 т UF_6 в год.