

Совещание консультативной группы МАГАТЭ по получению концентратов урана и фтористых соединений

Совещание состоялось в Париже (Франция) 5—9 июня 1979 г. На нем были рассмотрены химия и технология процессов получения уранового концентрата («желтого кека») из руд, а также технология дальнейшей переработки концентратов до фторидов урана (UF_4 и UF_6).

Совещание в таком плане МАГАТЭ проводило впервые. На нем присутствовали 43 специалиста из 17 стран, зачитано 20 докладов. Принятие заключительных документов не предусматривалось, совещание закончилось общей дискуссией по представленным докладам. Группа участников посетила завод по переработке концентратов в Малвези (Франция).

За последние 10 лет существенных изменений в общей структуре урановой промышленности ведущих капиталистических стран не произошло, не изменились значительно и мощности по производству урана. Около 50 заводов производят ~35 тыс. т в год концентрата урана в пересчете на уран и поставляют его на аффинажные заводы: два в США и по одному в Канаде, Франции и Великобритании. Планируют пуск завода по переработке концентратов в США, ЮАР и Канаде (расширение). В развивающихся странах производство урана невелико, но наблюдается тенденция к получению соединений урана ядерной чистоты, т. е. к созданию полного (дореакторного) этапа топливного цикла.

Наиболее ценные по содержанию доклады были представлены специалистами США, Канады, Франции, Великобритании и ЮАР.

В США около 30 заводов и опытных установок по получению концентратов. Намечено значительно увеличить производство: с 11 (в 1977 г.) до 22 тыс. т (в 1980 г.). Наиболее распространенной является следующая схема: сернокислотное выщелачивание руд, противоточная декантация, экстракция или сорбция урана, осаждение аммонийдиурната из реэкстрактов (десорбатов). Перспективной для новых заводов является сорбция урана из пламовой части пульпы, десорбция серной кислотой, экстракция урана из десорбатов и возврат серной кислоты в процесс, осаждение аммонийдиурната из реэкстрактов (десорбатов).

Концентраты (или пульпы) аммонийдиурната в США перерабатывают по двум основным схемам: растворение в HNO_3 , экстракция трибутилфосфатом (ТБФ), упарка реэкстракта и денитрация до UO_2 , восстановление UO_2 до UO_2 водородом и фторирование сухой HF в «кипящем слое» до UF_4 , сжигание UF_4 в токе F_2 в пламенном реакторе с получением UF_6 . Таким образом в 1977 г. произведено 4,5 тыс. т урана, в 1980 г. планируют получить 9 тыс. т; восстановление первичных («грязных») концентратов до UO_2 , гидрофторирование сухой HF до UF_4 , фторирование F_2 до UF_6 , очистка от примесей дистилляциями. В 1977 г. произведено 12 тыс. т урана.

Сложившаяся структура и взаимоотношения между фирмами устраивают как поставщиков, так и потребителей. Установлены стандарты на поставляемый концентрат для каждого завода и система штрафов за нарушение.

Структура канадской урановой промышленности близка к американской. Основное количество химических концентратов с рудных предприятий поступает на завод в Порт-Хоуп фирмы «Эльдорадо ньюклеар» и перерабатывается до ядерно-чистой продукции по первой схеме, позволяющей получать несколько видов продукции. В 1978 г. на заводе произведено (в пересчете на уран) UF_6 —2,9 тыс. т, керамической UO_2 —0,87 тыс. т, U_3O_8 —0,52 тыс. т. Намечено значительно расширить производство, однако строительство задерживается вследствие затруднений с утилизацией отходов и выбором площадки из-за протестов муниципалитета города.

В Великобритании нет собственной рудной базы: завод в Спрингфилде работает на концентратах ЮАР, Канады, США, Австралии и других стран. Мощность завода ~12 тыс. т урана в год (имеется резерв в 3—5 тыс. т). В 1977 г. произведено 5 тыс. т урана, в 1980 г. планируют получить 9 тыс. т. Технологическая схема очистки аналогична первой. В качестве последнего достижения обсуждался процесс восстановления и гидрофторирования во вращающихся печах вместо аппаратов «кипящего слоя», для которых необходима строгая однородность материала, поступающего на восстановление. Кроме UF_6 завод выпускает металлический уран (~1,5 тыс. т) и небольшое количество керамической UO_2 .

Особенностью производства урана в ЮАР является большое число заводов и установок, извлекающих уран из золотосодержащих руд и отвалов. Максимум производства был достигнут в 1960 г. (6 тыс. т/год), после чего последовал спад. Сейчас вновь наблюдается значительное увеличение производства. С рудных заводов пульпу аммонийдиурната в цистернах перевозят на центральный завод фирмы Nufcor (расстояние до 700 км). Там ее отфильтровывают, продавливают через фильтры и в виде «лапши» направляют на сушку при 500°C. Чистый концентрат затаривают в стальные емкости и экспортируют. В ЮАР проводят интенсивные исследования по производству UF_6 ядерной чистоты.

Во Франции производство урана из собственных руд под контролем фирмы SIMO составляет 2,3 тыс. т/год. На двух крупных заводах используют сорбцию из растворов и экстракцию из аллюатов. Концентраты направляют для перечистки и получения UF_4 и UF_6 в Малвези и Пьерладе, где их растворяют в HNO_3 , уран экстрагируется в ТБФ, из реэкстракта осаждается чистый аммонийдиурнат, который прокаливают до UO_2 . В аппарате с движущимся слоем UO_2 восстанавливают и гидрофторировывают до UF_4 . В 1977 г. было произведено 8 тыс. т урана, в 1980 г. предусмотрено получить 12,5 тыс. т.

В Австралии после закрытия старых заводов намечается новый резкий скачок в производстве урана, хотя и наблюдается заметное отставание от программы. Пока производится ~500 т/год на заводе «Mary Kathleen», к 1985 г. производство возрастет до 10 тыс. т. Уран экстрагируют из растворов третичным амином, реэкстрагируют аммиаком, осаждают аммонийдиурнат, который фильтруют на центрифугах, сушат, прокаливают при 900°C и экспортируют. Проводят работы по получению UF_4 и UF_6 , в частности обрабатывают «модифицированный» PNC-процесс.

Некоторые новые элементы этого процесса содержались в докладе специалистов Японии: из рудных растворов уран экстрагируют амином, экстрагент обрабатывают соляной кислотой, затем реэкстрагируют водой в виде уранил-хлорида, который восстанавливают электрохимически до UCl_4 . Из водного раствора плавиковой кислотой осаждают UF_4 , сушат, дегидратируют и направляют на получение гексафторида. Таким образом весь цикл (руда — UF_6) проводят в рамках гидрометаллургического завода.

Доклады специалистов Индии, Испании, Бразилии и других стран также дают достаточно полное представление о развивающейся промышленности по производству урана в этих странах.

В заключительной дискуссии был отмечен высокий уровень сделанных сообщений и высказаны пожелания о необходимости привлечения технико-экономических данных для сравнения эффективности технологических схем.

УЛЬЯНОВ В. С., ПОНОМАРЕВ Л. А.