

Третий симпозиум СЭВ по исследованиям в области переработки облученного горючего

Симпозиум проходил 22—26 апреля 1974 г. в Марианске Лазне (ЧССР). Он был организован Чехословацкой комиссией по атомной энергии. В нем приняли участие 136 представителей от НРБ, ГДР, ПНР, СРР, СССР, ЧССР, СФРЮ. Представлено 93 доклада. Работа проходила на пленарных заседаниях и четырех секциях: водные процессы и технологическое оборудование, неводные процессы и технологическое оборудование, аналитические проблемы переработки горючего, экономические вопросы переработки горючего.

Симпозиум открыл председатель КАЭ Чехословакии Й. Неуманн. Он, как и другие докладчики (В. Г. Воден, П. М. Асиновский (СССР), И. Пека, В. Шраэр (ЧССР)*, выступившие на пленарных заседаниях, отметил, что радиохимический процесс — важная составляющая топливного цикла и оказывает существенное влияние на его экономику; была подчеркнута необходимость синхронно-согласованного развития всех звеньев энергетического топливного цикла.

Основное внимание было уделено технологическим аспектам химической переработки твэлов. В последние годы в технологии регенерации ядерного горючего оформились два направления. Одно из них основано на применении водных сред и органических растворителей для выделения и очистки расщепляющихся материалов. Другое — на применении неводных процессов возгонки галогенидов тяжелых металлов.

Интерес к водной радиохимической технологии регенерации преобладал на конференции (40 докладов). Как известно, технологические достижения в этой области весьма высоки. А. А. Пушкин (МАГАТЭ) в обзорном докладе констатировал, что в ряде стран мира экстракционный процесс находится в стадии промышленного становления. Однако несмотря на достигнутые успехи продолжают исследования в целях улучшения технологии, изыскания более экономичных способов ее осуществления. Это касается как отдельных операций, так и более рационального их сочетания в самом процессе переработки облученного горючего.

Ученые стран СЭВ работают практически над всеми стадиями процесса, начиная от разделки твэлов до получения готовой продукции.

Каковы направления поисков?

Разделка твэлов. Разрабатывается метод термического оплавления оболочек (Т. П. Новоселов, СССР). Достигнутые результаты указывают на технологичность метода. Потери урана при оплавлении твэла нержавеющей стали не превышают 0,01—0,03%.

Растворение горючего. В СССР на операции растворения предложено применить избирательную отгонку рутения и тем самым сократить число экстракционных циклов очистки урана до двух (В. Г. Воден, Г. П. Никитина, СССР). Отрабатывается новая конструкция растворителя (П. Гофман, ПНР).

Экстракция урана и плутония. Классический экстрагент — трибутилфосфат — неизменно продолжает исследоваться во всех лабораториях (В. Шраэр, ЧССР; М. Новак, ПНР; С. Михалек, ЧССР). Наряду с этим изучаются и фосфиноксиды (Д. И. Скороваров, СССР; М. Мрнка, ЧССР).

Вызвал интерес процесс очистки урана после экстракции с применением гексафторида урана, что дает возможность сократить экстракционный передел и после дополнительной очистки гексафторида урана сразу направить его на корректировку изотопного состава. Доклад по экстракционно-фторидному методу сделал И. Пека (ЧССР).

Аффинаж плутония и непутия. В докладах освещались вопросы восстановления плутония четырехвалентным ураном, двухвалентным железом (В. С. Колтунов, М. Ф. Пушленков, СССР), подчеркивалась перспективность использования электрохимических методов восстановления. Об использовании четвертичных аммониевых солей для очистки плутония сообщалось в докладе Л. Куча (ЧССР). Схема очистки непутия при переработке облученных твэлов ВВЭР была изложена в докладе В. Б. Шевченко (СССР).

Научный уровень докладов достаточно высок. Тем не менее мало работ было посвящено совершенствованию методов очистки оборотного экстрагента, фильтрационному и другим видам очистки растворов, исследованию денитрации технологических продуктов и т. д. В выступлениях делегаты обратили внимание на необходимость исследований по всем указанным направлениям и в равной мере по совершенствованию комплексной схемы извлечения ценных компонентов, поиску более эффективных экстрагентов, сорбентов, разработчиков отходов радиохимической промышленности (В. В. Куличенко, СССР); обращено внимание на максимальное снижение солей в технологических растворах основного процесса, сокращение объема жидких растворов.

Вместе с тем развивающаяся ядерная энергетика выдвигает все новые требования к технологии регенерации ядерного горючего (требование малой продолжительности химического цикла, его способности перерабатывать высокообогащенные плутонием или ²³⁵U твэлы с малым временем выдержки). Возникает необходимость приспособить экстракционную технологию

* Здесь и далее указан первый автор доклада.

к этим требованиям. Возможность модернизации кроется в усовершенствовании экстракционных аппаратов, сокращении времени фазового контакта, снижении радиационного воздействия на экстракционную смесь, повышении безопасности критической массы. В связи с этим уделяется внимание центробежным экстракционным аппаратам (Т. Мияучи, СФРЮ; Г. И. Кузнецов, СССР).

Радикально разрешить эти задачи потенциально позволяет сухая, неводная технология переработки горючего.

Радиохимия неводных процессов была представлена в 12 докладах. В обзорном докладе (И. Пека, ЧССР) охарактеризовано состояние разработок по неводным методам. Атомная промышленность мира пока не имеет предприятий, работающих по неводной технологии регенерации горючего. Однако есть пилотные установки (Франция, СССР), на которых ведутся достаточно разносторонние исследования.

В настоящее время исследования направлены на регенерацию главным образом окисного ($UO_2 + PuO_2$) горючего (У. Д. Верятин, СССР). Его фторирование осуществляется в аппаратах с так называемым кипящим движущимся слоем таблетированной двуокиси урана в реакторе лопастного типа. Таблетированная двуокись урана предварительно диспергируется путем окисления в пылевидное состояние (Д. П. Мухин, СССР). Фторирование пылевидного уранового горючего в кипящем слое не всегда протекает устойчиво и может вызвать спекание слоя. Выяснению области устойчивого режима фторирования был посвящен доклад О. Г. Лебедева (СССР). Область надежного протекания процесса в зависимости от концентрации фтора, температуры установлена экспериментальным путем.

Исследованы реакции восстановления гексафторида плутония селективными химическими реагентами (Н. П. Галкин, СССР); подтверждены хорошие свойства двуокиси углерода как восстановителя; ее применение ($300-350^\circ C$), по-видимому, позволит осуществить технологическое разделение гексафторидов урана и плутония в газовом потоке.

При фторировании облученного уранового горючего вновь были продемонстрированы исключительные свойства твердых сорбентов как средства селективного поглощения газообразных продуктов деления из гексафторида урана (У. Д. Верятин, СССР, П. Новы, ЧССР). Наряду с этим изучаются свойства жидких сорбентов типа перфторированных соединений (А. Гавел, ЧССР).

Весьма интересное с точки зрения термодинамики и полезное в практическом отношении исследование было выполнено Х. Грюнбергом (ГДР). Он изучил фазовые процессы перехода гексафторида урана в двуокись при операции пиролизиса; сформулировал разнообразные условия этой реакции в зависимости от концентрации реагентов, температуры и т. д.

На секции неводных процессов было обращено внимание на радиохимический цикл переработки топливной смеси реактора-размножителя используемой в виде рас-

плава солей. Цикл отличается исключительной компактностью и дает малые объемы радиоактивных отходов. Он непосредственно включен в реакторную схему.

Можно ожидать, что исследования по всем разделам фторидной технологии будут интенсивно продолжаться. Особое внимание здесь должно быть уделено созданию специального оборудования и полной автоматизации дистанционно управляемого процесса.

На секции аналитических проблем было продемонстрировано возросшее внимание к вопросам технологического контроля (было прочитано 25 докладов на секции, три обзорных доклада на пленарных заседаниях). Основное внимание сейчас уделяется деструктивным и недеструктивным методам определения степени выгорания, а также разработке дистанционных методов контроля регенерации горючего. Работы в этой области ведутся практически во всех странах. При анализе выгорания исследуются конкретные твэлы и кассеты исследовательских и энергетических реакторов. Использование деструктивных методов дает точность 2—5%, недеструктивных — порядка 15%.

Были сделаны весьма интересные сообщения о методах и приборах дистанционного определения урана, плутония, нештуния и азотной кислоты, определения плотности растворов. Технический уровень разработки ряда приборов довольно высок. Однако отмечено, что необходимо создать приборы дистанционного определения малых концентраций урана в растворах.

Заслушаны доклады, касающиеся прецизионных и полуавтоматических лабораторных методов контроля. Заслуживают распространения прецизионные методы определения плутония, особенно кулонометрические и потенциометрические.

На секции, посвященной **экономическим вопросам переработки горючего**, заслушано шесть докладов. Работы в этой области указывают на большое стремление выяснить экономические аспекты проблемы (В. Фишер, ГДР; В. Франковский, ПНР).

В докладе Д. Тилье (ГДР) обсуждается возможность установления оптимальных сроков пуска заводов различной мощности для удовлетворения предполагаемого развития ядерной энергетики в зависимости от способа переработки горючего (водные методы, метод фторирования); рассмотрено влияние времени охлаждения твэлов и других факторов. Примерно те же вопросы, связанные с созданием радиохимической промышленности в ПНР, анализируются в докладе В. Франковского (ПНР). Для решения задач применен системный анализ. Показано, что затраты на строительство радиохимического предприятия для переработки твэлов тепловых реакторов по методу пурекс-процесса составляют несколько процентов от затрат на сооружение самих АЭС.

Симпозиум был хорошо организован; он показал, что в странах СЭВ ведется активная исследовательская работа в области переработки ядерного горючего, накоплен большой опыт, выросли научные кадры. Все это — залог успешного практического решения стоящих проблем.

СКОРОВАРОВ Д. И., ПРУСАКОВ В. Н.

Дневник сотрудничества

Пятое заседание КНТС по переработке облученного горючего АЭС состоялось 27—29 апреля 1974 г. в Клученице (ЧССР). Обсуждены предварительные итоги III

Симпозиума СЭВ по исследованиям в области переработки облученного горючего (22—26 апреля 1974 г., Марианске Лазне, ЧССР), отмечен высокий научно-