

ном определении отношения мощностей поглощенной дозы в различных материалах. Они же разработали квазиadiaбатный калориметр, сочетающий простоту изготовления и работы кинетических калориметров с высокой точностью адиабатических калориметров.

Группа докладов касалась проблемы хемоядерного синтеза. Измерения энергетических потерь осколков деления U^{235} в газах с эффективным порядковым номером $Z = 1 \div 18$ показали, что существующие теории торможения осколков деления в среде занижают действительные значения энергопотерь осколков (Ю. З. Буланцев и В. П. Луценко). Исследовался выход осколков деления урана в жидкость из тонких пленок закислорокси урана, нанесенных на алюминиевую фольгу (С. А. Ерин и др.). В то время как для рутения экспе-

риментально определяемые значения относительного выхода в зависимости от толщины пленки удовлетворительно совпадают с расчетными, для циркония, церия и иода эта зависимость заметно искажается наличием эффекта сорбции и диффузией осколков из пленки. Возможность удаления радиоактивного иода из органических продуктов изучалась на примере смеси этиленгликоля с метанолом (П. Т. Ткаченко и др.). Механизм ионного обмена в смесях этиленгликоля с метанолом описывается теми же закономерностями, что и в водной среде. Это позволяет надеяться на успешное применение ионообменных фильтров для очистки растворов спиртов от радиоактивного иода.

П. В. ВЕРЕЩИНСКИЙ

Вариации содержания радиоуглерода в атмосфере Земли

В последние годы в тематике радиоуглеродных лабораторий возникло новое направление. Кроме традиционных определений возраста различных органических образцов по содержанию в них радиоуглерода стали проводиться измерения концентрации C^{14} в образцах, возраст которых определен независимым образом. Такие исследования дают возможность определить вариации во времени содержания радиоуглерода в атмосфере Земли за интервал времени в десятки тысяч лет. Знание вариаций, в свою очередь, позволяет не только выяснить характеристики различных астрофизических и геофизических явлений, имевших место в прошлом, но и улучшить точность радиоуглеродной датировки образцов.

В 1965 г. по инициативе академика Б. П. Константинова были начаты работы по систематическим исследованиям вопросов, связанных с вариацией содержания радиоуглерода в атмосфере Земли. Были сформулированы [1] основные задачи и программа исследований, которая в своей экспериментальной части включает следующие этапы: 1) абсолютная датировка образцов; 2) специальная обработка образцов и определение содержания C^{14} и C^{13} в них (знание концентрации C^{13} необходимо для введения поправки на изотопное фракционирование); 3) составление временной шкалы содержания C^{14} в атмосфере и сопоставление полученных результатов с теорией.

В ноябре 1966 г. состоялось I Всесоюзное совещание по проблеме «Астрофизические явления и радиоуглерод». Обсуждение теоретических и экспериментальных аспектов проблемы позволило наметить конкретный план исследований. На следующем совещании, состоявшемся в апреле 1968 г. в Тарту, главное внимание было уделено обсуждению специфических проблем, возникших в связи с необходимостью измерения концентрации C^{14} с точностью до десятых долей процента в образцах с известным возрастом. (Обычно точность при радиоуглеродной датировке составляет не лучше 1%). Третье совещание состоялось в ноябре 1969 г. в Тбилиси. В работе совещания приняли участие 50 ученых. Заслушано и обсуждено 25 докладов.

О первых итогах и перспективах дендрохронологических исследований, проводимых в институте Ботаники АН Литовской ССР, рассказал Т. Т. Битвинкас. Для радиоуглеродных исследований подготовлены дендрохронологически датированные кольца деревьев за 1688—1712, 1593—1615 и 1564—1583 гг. Определение концентрации C^{14} в указанных образцах позволит выяснить связь между вспышками сверхновых звезд

(Сверхновая Кассиопея А вспыхнула в 1700 г., Кеплера — в 1604 г. и Тихо Браге — в 1572 г.) и содержанием радиоуглерода в атмосфере Земли. Изучаются возможности создания высоковозрастных дендрощагал по пням болотной сосны. По предварительным данным, разработка торфяного пласта залежи в районе Плуңгес толщиной до 2,5 м должна дать погодичную информацию за последние 2500 лет.

Необходимая для астрофизических исследований высокая точность измерений содержания C^{14} в образцах предъявляет жесткие требования к методам химической подготовки проб и измерительной аппаратуре. В радиоуглеродном методе ацетилен в качестве носителя радиоуглерода нашел широкое применение как для наполнения пропорциональных счетчиков, так и для синтеза бензола, необходимого для сцинтилляционного метода. В докладе Х. А. Арсланова и Н. И. Тертычного был рассмотрен синтез ацетилена из углекислого газа, получаемого сжиганием органических проб или разложением кислотой карбонатных проб. В результате детальных исследований реакции взаимодействия CO_2 с литием в интервале температур 500—900° С показано, что при относительно низких температурах (500—600° С) наряду с образованием карбида лития часть углекислого газа восстанавливается до элементарного углерода. С увеличением температуры до 800° С углерод всецело реагирует с литием, увеличивая выход карбида. Для уменьшения влияния возгонки лития реакцию поглощения следует начинать при температуре 600° С с последующим увеличением температуры в конце реакции до 800° С и выдерживанием смеси при этой температуре в течение 30 мин. В этих условиях выход ацетилена фактически не зависит от скорости поглощения углекислого газа и составляет 95%.

Для изучения процессов обмена воздушных масс между стратосферой и тропосферой северного и южного полушарий, перемешивания радиоуглерода в различных резервуарах (атмосфера, поверхностные и глубинные слои океана), перемешивания и циркуляции подземных вод и т. д. возникает необходимость выделения CO_2 из больших объемов воздуха и воды. Х. А. Арсланов рассказал о результатах исследований по использованию молекулярно-ситовых свойств цеолитов для отбора CO_2 . В результате изучения изотерм адсорбции отечественных образцов цеолитов NaA, CaA, NaX, CaX показано, что для поглощения CO_2 из атмосферы, подземных и океанических вод, а также для хранения измеренных образцов CO_2 лучше всего использовать цеолит CaA.

вспышке сверхновой PSR 1929 + 10 не превышала $4 \cdot 10^{50}$ эрг. Путем измерения содержания C^{14} в образцах с известным возрастом представляется в принципе возможным получение всего временного хода интенсивности космических лучей с момента вспышки до наших дней, что содержит информацию как об источниках космических лучей, так и о межзвездном пространстве. Существенно также отметить, что если действительно пульсар PSR 1929 + 10 представляет остаток сверхновой, то должен быть пересмотрен вопрос о радиоуглеродной датировке, так как одно из основных положений метода (постоянство скорости образования C^{14} в атмосфере Земли) оказывается несправедливым. В этом случае возраст, определенный радиоуглеродным методом, будет меньше истинного. Причем разни-

ца будет тем больше, чем ближе дата «смерти» образца к дате вспышки.

Труды совещания будут изданы Тбилиским государственным университетом в первой половине 1970 г.

Г. Е. КОЧАРОВ

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. П. Константинов, Г. Е. Кочаров. «Докл. АН СССР», 1965, 61 (1965). Препринт ФТИ 064, Л., 1967.
2. C. Cowan, C. K. Atluri, W. F. Libby. Nature, 206, 861 (1965).
3. Н. А. Власов. Антивещество. М., Атомиздат, 1966.

Англо-советский семинар в Харуэлле

В октябре — ноябре 1969 г. в Великобритании состоялся двусторонний семинар с участием советских и английских ученых на тему «Эксплуатация и использование исследовательских и испытательных реакторов».

Семинар проходил в атомном центре Харуэлл; кроме того, советская делегация посетила реакторные центры в Даунри и Уинфрите.

На семинаре было сделано около 50 докладов. Наибольшее внимание в докладах было уделено использованию ядерных реакторов и других исследовательских установок для испытания твэлов и конструкционных материалов, а также оптимизации параметров исследовательских реакторов и организации экспериментальных работ.

На семинаре в основном рассматривались методические вопросы разработки эксперимента, постановки и проведения реакторных исследований. С этой точки зрения обсуждались возможности АЭС и прототипов энергетических реакторов, экспериментальных материаловедческих реакторов и ускорителей. Все эти установки могут внести определенный вклад в исследование материалов, дополняя и расширяя результаты исследований, получаемые на каждой из них. Так, на АЭС могут проводиться эксперименты «глобального» характера: исследование загрузки активных зон, изучение режимов эксплуатации, формирование мощности и пр. с тем, чтобы определить возможности повышения к. п. д. и реальные условия работы материалов и конструкций в целом. Результаты этих экспериментов могут быть использованы для разработки последующих энергетических реакторов того или иного типа.

Прототипы энергетических реакторов, как правило, используются для выявления работоспособности всех реакторных систем (активная зона, первый контур, теплообменная аппаратура и др.). В то же время эти реакторы являются хорошей базой для массового исследования твэлов в рабочих условиях. Последнее обстоятельство англичане считают особенно важным, так как только путем массового испытания можно выявить статистику выхода твэлов из строя при реальных вероятностях нарушения герметичности.

Экспериментальные реакторы с более высокими потоками нейтронов являются инструментом для исследования топливных и конструкционных материалов ускоренным способом, моделируя в известной степени условия работы этих материалов в энергетических реакторах.

Ускоренные испытания материалов и изучение изменения их свойств под действием реакторного излучения в ампульных устройствах и каналах-зондах (с регулированием температурных условий облучения) являются наиболее распространенным методом исследования конструкционных материалов и топлива в Великобритании. Этим проблемам было уделено наибольшее внимание в английских докладах, а также в сообщениях ЦИИАР и ИАЭ.

Созданию и усовершенствованию многопетлевых материаловедческих реакторов, роли петлевых установок, принципов петлевых экспериментов и исследований, методикам испытания твэлов и материалов в петлях было посвящено несколько докладов ИАЭ им. И. В. Курчатова, которые весьма подробно обсуждались на семинаре, несмотря на то, что петлевые эксперименты в Великобритании развиты довольно слабо.

Создание АЭС с высокопоточными энергетическими быстрыми реакторами требует для испытания материалов значительно более высоких интегральных потоков нейтронов, чем может быть достигнуто за приемлемое время в экспериментальных реакторах. В этом случае может быть использована интенсификация облучения за счет высокого обогащения топливных материалов, введения в конструкционные материалы делящихся добавок, введения V^{10} для интенсификации накопления газов в конструкционных материалах и др.

Моделирование различных типов радиационных повреждений может быть достигнуто также путем облучения материалов в ускорителях заряженными частицами различной массы. В докладе Пью сделана попытка систематизировать типы радиационных повреждений материалов и дан краткий анализ возможностей различных экспериментальных устройств для исследования материалов.

Использование ускорителей для облучения материалов позволяет получить качественные представления о характере повреждения материалов при очень высоких интегральных потоках, которых практически невозможно достичь в экспериментальных реакторах, а также вести раздельное изучение различных повреждений. Но характер этих исследований только качественный, так как при облучении тяжелыми ионами могут быть использованы лишь некоторые методы (электронная микроскопия).