

СГ-1. Максимальная сорбция урана на этих смолах из растворов, содержащих 1 н. раствор азотнокислого натрия, наблюдается при $\text{pH}=2 \div 2.5$. Такие ионы, как натрий, кальций, медь, никель, редкоземельные элементы, в этих условиях не сорбируются. Интересным результатом этой работы является экспериментальное доказательство с помощью Na^{22} существования в смоле комплекса $[\text{UO}_2(\text{RCOO})_3]$. Причем в катионтах КБ-2 \times 5 и СГ-1 содержание этого комплекса выше, чем в других. Карбоксильные смолы с успехом могут применяться для извлечения небольших количеств урана из сложных по составу растворов.

Были проведены опыты в динамических условиях по выделению Cs^{137} из сбросных растворов и показана возможность отделения его от других элементов для изготовления источников излучения. Отработана методика получения нового модифицированного сорбента на основе фосфорнокислого ионита и молибдата аммония, с помощью которого осуществляется избирательное извлечение Cs^{137} из сбросных растворов низкой удельной активности; ионы цезия десорбируются с этого сорбента концентрированными растворами хлористого аммония. При 20°C на десорбцию требуется пять-шесть колоночных объемов, для горячих растворов количество элюента может быть уменьшено до двух колоночных объемов.

Ионообменное разделение редкоземельных элементов может быть осуществлено элютивным и вытеснительным методами. Первый из них применяют в аналитических целях и для разделения радиоактивных элементов, второй — для выделения веществ в препаривших целях.

В описываемых исследованиях разделение радиоактивных редкоземельных элементов (РЗЭ) проводили методом вытеснения с целью изучения возможности получения Pm^{147} из суммы осколочных РЗЭ, выделяемых из сбросных растворов. В этом методе разделя-

емые катионы сорбируются относительно однородной полосой в колонке, из которой затем отдельные элементы из суммы РЗЭ элюируются соответствующим агентом и снова сорбируются в последующих колонках, но уже раздельно. Наиболее эффективными элюентами показали себя этилендиаминетрауксусная (ЭДТА) и диэтилентриаминпентауксусная кислоты (ДТПА). ДТПА позволяет хорошо отделять Nd от Pm и Sm, но не обеспечивает хорошего разделения Pm и Y. При использовании ЭДТА наблюдается хорошее отделение Pm также и от Y. С другой стороны, коэффициент разделения легких РЗЭ, достигаемый с помощью ДТПА, выше, чем для ЭДТА. Кроме того, ДТПА обладает большей растворимостью в кислой среде, чем ЭДТА. При использовании смеси ДТПА и ЭДТА были получены наилучшие результаты: полное разделение всех осколочных РЗЭ, а также Pm от Y.

Полученные и переданные в МАГАТЭ результаты исследований могут быть использованы любой страной, ведущей работы в области применения атомной энергии в мирных целях.

Для развивающихся стран особый интерес может представить метод захоронения цементированных отходов низкой удельной активности в бетонных траншеях. Этот метод позволяет использовать стандартное оборудование (бетономешалки), обладает малой трудоемкостью и, следовательно, достаточно экономичен.

Б. С. КОЛЫЧЕВ

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет ИФХ АН СССР по контракту МАГАТЭ № 339/RI/RB (Москва, 1968).
2. Отчет ИФХ АН СССР по контракту МАГАТЭ № 340/RI/RB (Москва, 1968).
3. Отчет ИФХ АН СССР по контракту МАГАТЭ № 341/RI/RB (Москва, 1968).
4. То же, предварительный отчет, 1967 (Москва, 1967).

I Международная конференция по диэлектрическим детекторам

В мае 1969 г. в Клермон-Ферране (Франция) состоялась I Международная тематическая конференция по вопросам регистрации следов ядерных частиц в твердых диэлектриках и применения этих методов регистрации. В работе конференции приняло участие около 150 специалистов из 24 страны. Было проведено 9 заседаний по проблемам механизма образования следов в минералах и полимерных детекторах, по процессам химической обработки и травлению детекторов после экспозиции, идентификации частиц космического излучения, применению метода диэлектрических детекторов в дозиметрии, геофизике, археологии, а также в физических исследованиях и экспериментальной технике.

На конференции была принята система обзорных докладов. Наиболее интересные работы были представлены авторами в виде коротких сообщений.

Рассмотрению механизмов образования следов частиц в органических и неорганических твердых диэлектриках были посвящены доклады М. Морета (Франция) и Е. В. Бентона (США). Морет развел модель теплового механизма образования следов в неорганических детекторах. Электронномикроскопические исследования повреждений структуры, производимых частицами в слюде и таком низкочувствительном детекторе, как оливин, свидетельствуют об одинаковом масштабе

повреждений в обоих детекторах. Однако травление вдоль следа в оливине не происходит из-за наличия больших флуктуаций зон повреждений. Высказано предположение, что в образовании следа в диэлектрике играет роль не только величина первичной ионизации, но и ионизация, производимая в зоне прохождения частицы вторичными электронами с энергиями вплоть до нескольких килоэлектронвольт. Вдоль траектории частицы в области около одного атомного расстояния кристаллической решетки происходит нагревание среды. При $T > T_{\text{крит}}$ (температура разрушения данного вещества) образуется след, который может быть протравлен. Морет подверг критике модель ионовзрывного механизма образования следов. Показано, что этот механизм может играть лишь вспомогательную роль.

Результаты опытов по исследованию стабильности следов тяжелых ионов и осколков деления в слюде и фосфатном стекле при нагревании были представлены в сообщении В. Перельгина и др. (ОИЯИ). Показано, что применение контролируемого отжига позволяет добиться устранения фона от ионов Ag и Ca до $10^{10} - 10^{11}$ следов/ см^2 при одновременной регистрации осколков деления. Методика контролируемого отжига эквивалентна контролируемому снижению чувствительности данного детектора.

Эти разработки, выполненные в ОИЯИ, были использованы М. Моретом в опытах по устранению фона следов ионов железа в минералах из метеоритов при одновременной регистрации следов от ядер тяжелее железа.

Е. В. Бентон в докладе о механизме образования и травления следов в высокополимерных материалах также отмечает необходимость учета вторичной ионизации, создаваемой δ -электронами. При прохождении частицы в полимере первоначально происходит электронное смещение (10^{-16} сек), затем устанавливается тепловое равновесие (10^{-8} — 10^{-9} сек) и, наконец, химическое равновесие, которое зависит от характера химических связей. В районе повреждения уменьшается молекулярный вес, образуются ненасыщенные связи и свободные радикалы, газообразный водород, изменяются плотность и оптические свойства диэлектрика. Было выяснено влияние различных факторов на скрытое изображение в полимерных детекторах. Установлено, что кислород воздуха и обработка облученных пластиков в растворах H_2O_2 , облучение их у-лучами и ультрафиолетовым светом существенно увеличивают скорость травления вдоль следа. Следы частиц в полимерах отличаются высокой термической стабильностью и не устраняются даже при температурах, близких к температуре плавления данного пластика.

Разработка и применение новых пластмассовых детекторов обсуждались в докладе М. Моннина (Франция). Он сообщил о разработке целого ряда новых пластмассовых детекторов, обладающих различной чувствительностью к заряженным частицам. В частности, следы заряженных частиц были обнаружены в полистилене, амбролите, полиметакрилате, полимида. Эти успехи были достигнуты благодаря применению новых травителей, таких, как $K_2Cr_2O_7$ и $KMnO_4$. Сообщено также о наблюдении следов α -частиц с энергией до $6,5$ МэВ в оргстекле с помощью последовательной обработки пластика в 70%-ном спирте и горячей воде.

Процедура проявления следов легких частиц в пластиках была подробно обсуждена в обзорном докладе Л. Медвецки (ВНР). Он сообщил также о возможностях использования нитрата целлюлозы для измерения энергии α -частиц вплоть до 9 МэВ по диаметру проправленных следов.

П. Прайс (США) доложил о применении пластиковых детекторов для идентификации тяжелых заряженных частиц, в частности об экспериментах по поискам сверхтяжелых релятивистских частиц в первичном космическом излучении, проводившихся Р. Л. Флейшером, П. Б. Прайсом, Р. М. Уокером и П. Фаулером (Великобритания). В этих экспериментах использовались стопки детекторов ($S = 24$ м²), составленные из слоя эмульсии, слоя нитрата целлюлозы толщиной 150 мк и слоя поликарбоната толщиной 250 мк. Нитрат целлюлозы, имеющий порог регистрации релятивистских ядер в области $Z \geq 33$ МэВ, использовался для быстрых поисков сквозных следов от релятивистских ядер тяжелее As. Калибровка детекторов из поликарбоната производилась по результатам, полученным Фаулером с ядерными эмульсиями в области $Z = 80 \div 82$. Дискриминация сверхтяжелых частиц производилась по длине проправленного следа, которая, как показала калибровка в районе $Z = 40 \div 82$, зависит линейно от dE/dx релятивистской частицы. Однако, как подчеркнул Прайс, результаты, полученные с помощью полимерных детекторов, не подтверждают заключения Фаулера об идентификации частицы

с $Z = 108$. Согласно данным Прайса и др., эта частица имеет заряд $Z = 92 \pm 4$.

В области геофизики следует отметить работу Р. Флейшера и др. по измерению возраста горных пород (вулканические стекла) в районе большой впадины на дне Атлантического океана. Измерения возраста таких стекол, взятых на разных расстояниях от этой впадины, показывают, что скорость перемещения дна Атлантического океана достигает $1\text{--}2$ см в год.

В обзорном докладе Р. Уокера (США) была изложена программа исследований образцов минералов с поверхности Луны. Предполагается, что в распоряжении экспериментаторов будет до 20 кг таких образцов. Минералы, находящиеся на поверхности Луны, должны содержать следы от частиц солнечного ветра (область энергий частиц $\sim 0,01$ МэВ/нуклон) и частиц от солнечных вспышек, спектр энергий которых $N(E) \sim \frac{C}{E^y}$. Следы таких частиц в минералах могут

иметь длину до 100 мк. Предполагается, что будет возможно получить сведений, во-первых, об истории солнечного излучения, во-вторых, установить временную историю лунной поверхности.

В докладе Г. Н. Флёрёва и В. П. Перельгина (ОИЯИ) были приведены результаты опытов по поискам далеких трансуранных элементов — химических аналогов свинца или элементов, сопутствующих свинцу. Сообщено о наблюдении эффекта деления в свинце и в стеклах, содержащих свинец. Проведенный авторами анализ всевозможных источников фона показывает, что этот эффект не может быть обусловлен делением урана или тория, содержащихся в образцах, или делением свинца космическими частицами.

В заключительном слове Р. Уокер отметил эту работу как одну из наиболее интересных и особенно подчеркнул фантастическую чувствительность метода, позволяющего зарегистрировать ничтожные концентрации далеких трансуранных элементов. Выступившие в дискуссии Прайс и Уокер сообщили о начале аналогичных экспериментов с некоторыми минералами, содержащими свинец. Они обнаружили следы от деления ядер в этих минералах, однако до последнего времени им не удалось определить содержание урана в исследовавшихся образцах.

С помощью диэлектрических детекторов Прайсом и др. производились поиски монополя Дирака в железомарганцевых конкрециях, извлеченных со дна Атлантического океана. Результат поисков отрицательный. Новый предел для сечения образования монополей Дирака в протон-нуклонных соударениях меньше 10^{-42} см², если масса монополя равна одной протонной массе, и меньше 10^{-34} см², если масса достигает 1000 протонных масс. Оценка потока монополей космического происхождения, достигающих поверхности океана, дает величину, меньшую $4 \cdot 10^{-18} 1/\text{см}^2\text{сек}$.

Интересные результаты были представлены в докладах от Лаборатории корпускулярной физики профессора П. Кюера (Франция). М. Дебове и Р. Штайн сообщили об исследованиях тройного и двойного деления ядер под действием быстрых протонов ($E_p = 0,6 \div 23$ ГэВ) и начале исследований деления ядер под действием тяжелых ионов, проводимых в сотрудничестве с ОИЯИ. В докладе Р. Шмидта сообщалось о разработке и применении детекторов из нитрата целлюлозы в экспериментах по исследованию тяжелой компоненты космического излучения и при наблюдении образования ядер He^8 , Li^8 и B^8 на ускорителях.

В докладе Л. Медвецки и Г. Шомоги (Венгрия) сообщалось об исследованиях тройного деления ядер урана под действием тепловых нейтронов и об угловых распределениях α -частиц, генерируемых в ядерных реакциях.

На конференции были представлены также доклады о применении диэлектрических детекторов для измерения потоков нейтронов и индивидуальной дозиметрии, для определения геологического возраста и исследования тепловой истории Земли, по исследованию происхождения следов частиц в минералах из метеоритов, по применению метода диэлектрических детекторов в биологии и медицине.

Ротационный гамма-терапевтический аппарат

Во Всесоюзном научно-исследовательском институте радиационной техники был изготовлен экспериментальный ротационный гамма-терапевтический аппарат РАД-1* (рис. 1). Он заряжен источником γ -излучения с изотопом Co^{60} активностью 4 тыс. кюри, который создает на оси ротации (75 см от источника) мощность экспозиционной дозы 110 р/мин. Кинематическая схема (рис. 2) и конструкция аппарата позволяют проводить ротационное, секторное, тангенциальное, статические одно- и многопольное облучения. Размеры полей облучения на расстоянии 75 см от источника можно устанавливать в пределах от 4×4 до 20×20 см. Скорость обращения радиационной голов-

ки вокруг больного можно плавно регулировать от 0,6 до 6 град/сек.

В целом конференция продемонстрировала широкие возможности применения метода диэлектрических детекторов в различных областях научных исследований. Официально конференция в Клермон-Ферране — первая конференция, целиком посвященная данной проблеме. Однако методика диэлектрических детекторов неоднократно обсуждалась ранее, начиная с 1965 г. Создание такой представительной конференции отражает возросший интерес экспериментаторов к разработке и применению этого перспективного метода.

В. П. ПЕРЕЛЫГИН, В. М. СИДОРОВ

ки вокруг больного можно плавно регулировать от 0,6 до 6 град/сек.

Аппарат состоит из радиационной головки с источником излучения, закрепленной в вилке на маятнике, напольного штатива, высоконадвижного лечебного стола-манипулятора, основного и дополнительного пультов управления. Повороты головки в вилке, вместе с вилкой и маятником, подъем и опускание опорной панели стола, повороты ее вокруг двух вертикальных параллельных осей создают значительные удобства при укладке больного, выборе и проведении той или иной методики облучения. Правильность укладки больного обеспечивается и контролируется по шкалам и с помощью дальномерного устройства, боковых, заднего и лугового центрирования. Врач связан с больным двухсторонним переговорным устройством и может вести наблюдение по телевизору. Для обеспечения

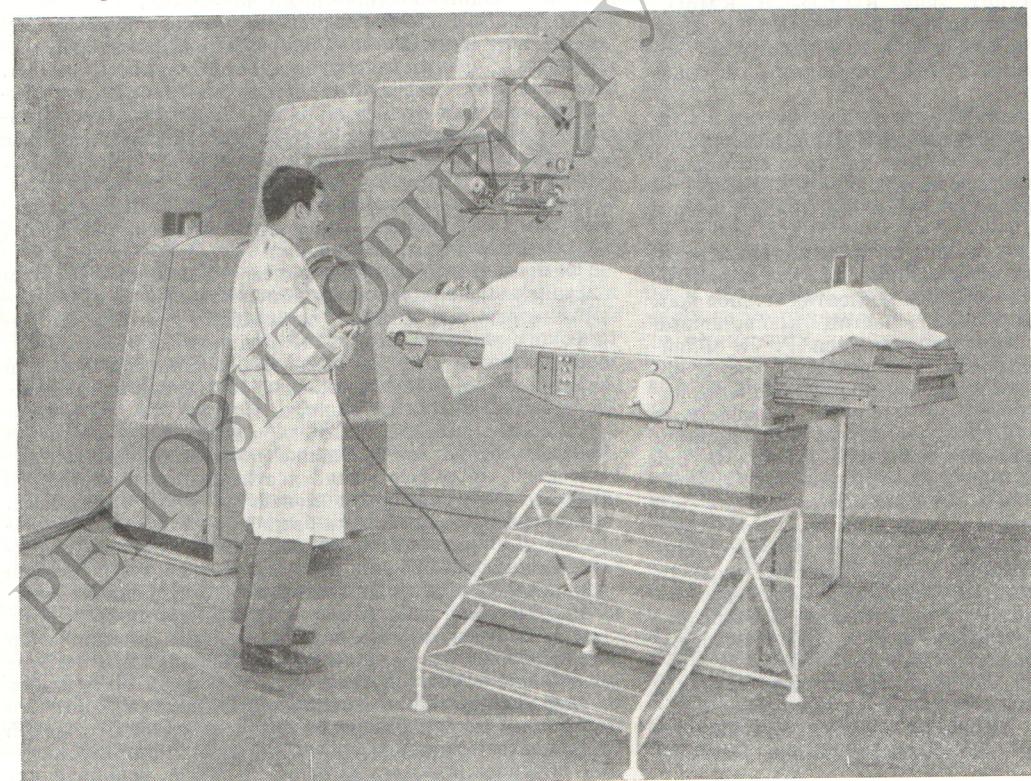


Рис. 1. Ротационный гамма-терапевтический аппарат РАД-1.