

«струной», энергия которой растет линейно с увеличением ее длины. При большой энергии разлетающихся кварков струна разрывается, причем на новых «концах» вновь образуются кварки, и так возникают наблюдаемые экспериментально адроны. Однако эти представления не нашли окончательного теоретического обоснования.

Проблема невылетания является тем более острой, что группа экспериментаторов Станфордского университета (США) сообщила о наблюдении дробного заряда, что естественно связать с кварками. Результаты эксперимента, однако, не являются общепризнанными. Так или иначе, но проблема невылетания кварков представляется сейчас чисто теоретической, и наиболее важный вопрос состоит, по-видимому, в том, какие новые масштабы масс и расстояний предлагает теория и каковы перспективы их экспериментального исследования.

Запланированной сенсацией является открытие промежуточного бозона Z_0 , обмен которым по существующим представлениям приводит к событиям типа $\nu N \rightarrow \nu + +$ (адроны), где N — нуклон. Масса Z_0 предсказывается с очень хорошей точностью:

$$m_{Z_0} = \frac{37,3 \text{ ГэВ}}{\cos \theta_W \sin \theta_W} + (3,3 \pm 0,2) \text{ ГэВ},$$

где θ_W — так называемый угол Вайнберга, экспериментальное значение которого равно $\sin^2 \theta_W \approx 0,23 \pm 0,02$. В настоящее время сооружаются ускорители, на которых можно получить энергию, необходимую для рождения Z_0 -бозона. Предполагают, что он будет открыт в ближайше 3—4 года.

Стандартная теория требует также существования нейтральной скалярной частицы H^0 , масса которой, к сожалению, весьма неопределенна:

$$10 \text{ ГэВ} \leq m_{H^0} \leq 1 \text{ ТэВ}.$$

Сечение ее рождения также невелико (в адронных столкновениях порядка 10^{-34} см^2 при условии, что энергия намного больше массы m_{H^0}). Тем не менее поискам H^0 будет уделяться все большее внимание, поскольку без ее обнаружения нельзя говорить об окончательном подтверждении теории слабых и электромагнитных взаимодействий.

Следующий масштаб, который предлагает стандартная (лучше говорить минимальная) модель огромен: $M \approx 10^{14} \text{ ГэВ}$. В этом масштабе только одной константой описываются все известные взаимодействия: слабое, электромагнитное, сильное. Хотя такой масштаб никогда не будет доступен для экспериментального изучения на ускорителях, в теории возникают интересные следствия,

которые можно проверить при доступной для экспериментаторов энергии. В частности, предсказывается нестабильность протона: $\tau_{\text{пр}} \approx 10^{30-32}$ лет. В ближайшее время предполагаются эксперименты на установках, создаваемых для регистрации распадов протонов.

Существуют также идеи, согласно которым массы нейтрино обратно пропорциональны большой массе объединения всех взаимодействий:

$$m_{\nu} \approx \frac{m_e^2}{M} q.$$

Таким образом, изучение мельчайших масс расширит наше понимание физики огромных значений энергии.

Серьезный недостаток минимальной модели — отсутствие объяснения наблюдаемого спектра лептонов и кварков, который выглядит довольно причудливо: массы меняются от 0,5 МэВ (электрон) до 5000 МэВ (b -кварк).

В последнее время развиваются модели, основывающиеся на том, что на расстояниях порядка 10^{-17} см существует новое сильное взаимодействие. Массы наблюдаемых кварков и лептонов связываются с этой «сердцевичей». Модели интересны также тем, что в них предсказывается большое число новых частиц с массой порядка 100 ГэВ, которые при переданных импульсах менее 1 ТэВ будут выглядеть как точечные.

Таким образом, сложилась альтернатива: или «великая пустыня» от m_{Z_0} до 10^{14} ГэВ, где нет никаких новых явлений, или новое сильное взаимодействие при 1 ТэВ (и возможное повторение картины с переходом к 10—100 ТэВ).

Выбор правильной теории поможет, видимо, только эксперимент на следующем поколении ускорителей. Выход в область значений энергии, составляющих тераэлектрон-вольты, планируется в ряде лабораторий. В частности, Д. Д. Соловьев рассказал о планах создания ускорительно-накопительных колец на энергию 3 ТэВ и ИФВЭ. В США появился проект «Пентавак», предусматривающий создание ускорителя $2 \times 5 \text{ ТэВ}$ (проект, впрочем, не имеет пока официального одобрения). Об интересе к созданию подобных установок и принципиальным новшествам в экспериментальной методике свидетельствует и то, что серию рапортерских докладов на конференции открыл акад. А. Н. Скринский, который подвел итог развитию этой области физики высоких энергий за прошедшие два года.

Опыты в новой области энергий позволят выяснить происхождение масс известных частиц и могут привести к открытию новых стабильных частиц. Физики с оптимизмом смотрят в будущее.

ЗАХАРОВ В. И.

Радиохимия на Тихоокеанском химическом конгрессе

Конгресс, организованный Американским химическим обществом и Химическим обществом Японии при участии Австралийского института химии и химических институтов Канады и Новой Зеландии, проходил в апреле 1979 г. в Гонолулу (США). В нем участвовали около 8000 специалистов, среди которых были известные ученые-химики и инженеры крупнейших университетов, фирм и промышленности США и Японии, а также специалисты из многих стран мира. На конгрессе работало 28 секций, было представлено около 5000 докладов. В рамках секции

«Промышленная и инженерная химия» состоялся симпозиум «Разделение актиноидов», материалы которого и вошли в рецензируемую книгу.

Симпозиум был организован с ориентацией на обсуждение новых концепций, систем и разработок в методологии разделения актиноидов. Наибольшее внимание было уделено регенерации отработавшего ядерного топлива энергетических реакторов и выделению транслютоновых элементов (ТПЭ). Интенсивно исследуется возможность использования электрохимических методов для стабилизации актиноидов соответствующих состояний окисления при проведении пурекс-процесса. Этому вопросу были посвящены четыре доклада (два из США, по одному из ФРГ и КНР). При электрохимическом восстановлении плутония и урана непосредственно в процессе экстракции отпадает необходимость в введении посторонних химических реактивов, что существенным образом уменьшает объем сбросных сильнорадиоактивных растворов. Разрабо-

Actinide Separation. (Разделение актиноидов). Ed. I. Navratil, W. Schulz. IAEA, RF Hanford Operation, Based on the Symposium sponsored ICS, Division of Industrial and Engineering Chemistry at ACS/CSJ. Chemical Congress (117 ICS National Meeting), Honolulu, Hawaii, April 3—5, 1979. ACS Symposium-Series 117. Washington, D. C., 1980.

таны промышленные образцы электропульсационных колонн и смесителей-отстойников, которые предполагается использовать в США и ФРГ для регенерации больших партий отработавшего топлива.

Подробно обсуждаются вопросы выделения и разделения актиноидных элементов, главным образом Am и Cm, а также ^{237}Np и ^{238}Pu . Наибольший интерес в этой связи представили исследования французских специалистов из Центра ядерных исследований в Фонтене-о-Роз. Ими предложена схема переработки Pu — Al-мишеней, облученных в высокопоточном реакторе, где для выделения Cf, Am и Cm вместо экстракции применен экстракционно-хроматографический метод. Разработка новой схемы выделения была связана с тем, что при экстракционном выделении ТПЭ с использованием триаураламина или трибутилфосфата образуются устойчивые эмульсии, а это значительно затруднило проведение процесса.

Эффективный метод разделения весовых количеств Am и Cm в центробежных экстракторах описан в одном из сообщений французских специалистов. Метод основан на экстракции шестивалентного америция после его окисления перульфат-ионами в присутствии небольших количеств фосфат-ионов с помощью диалкилфосфорных кислот или смеси триоктилфосфиноксида с ди-(2-этилгексил) фосфорной кислотой. Достигнуты высокие коэффициенты очистки Cm от Am — (35) и Am от Cm — ($6 \cdot 10^3$).

Две главы книги посвящены сорбционным и экстракционным методам выделения актиноидов. В обзорной статье Дж. Навратила (США) описано использование органических ионов для разделения U и Pu, Pu и Np и их очистке. Здесь же содержатся интересные данные о новых типах макро- и микропористых сорбентов, их емкости по отношению к актиноидам, кинетике сорбции и десорбции и другим свойствам.

Глава об экстракции открывается обзором Р. Шоуна (Ок-Ридж, США) об основных классах экстрагентов, используемых для извлечения и разделения актиноидов как в аналитическом, так и в технологическом планах.

Особое внимание обращено на бидентатные нейтральные экстрагенты (тетраалкилкарбамилметилфосфонат и тетраалкиламилфосфонат), которые позволят извлекать трехвалентные актиноиды даже из сильноокислых растворов.

Еще одним важным направлением, детально обсуждаемым в книге, является извлечение долгоживущих α -радиоактивных нуклидов актиноидов из сбросных технологических растворов после регенерации отработавшего ядерного топлива. Эта проблема представляется весьма актуальной и важной с точки зрения решения вопросов «вечного» захоронения радиоактивных отходов. Исследования в этом направлении сейчас интенсивно проводятся в ФРГ, Франции, Италии. В США успешно выполняется финансируемая Департаментом энергетики специальная программа, в рамках которой созданы отдельные полупромышленные установки в Ок-Риджской национальной лаборатории и на заводах в Айдахо и Рокки-Флэттс, занимающихся извлечением Pu, Am и Cm из сбросных растворов и различных технологических отходов экстракционным методом с использованием дигексилдиэтилкарбамилметилфосфоната. Исследованию свойств этого экстрагента посвящено четыре сообщения американских специалистов.

На специальном заседании симпозиума рассматривались пиро- и фотохимические методы разделения актиноидов. В сообщении К. Бинна (Аргоннская национальная лаборатория) изложена национальная программа США в области сухих методов переработки разного типа ядерного топлива. Исследуется около 10 способов, включающих процессы с использованием расплавов солей, пирометаллургические процессы с экстракцией жидкими металлами, возгонку хлоридов. Интересные сведения о возможности использования лазеров для фотохимического разделения актиноидов содержатся в статье Г. Денуртера (Лос-Аламос, США).

Материалы книги представляют несомненный интерес для специалистов-радиохимиков.

МЯСОЕДОВ Б. Ф., РОДИН С. С.

Новые книги

Петросьянц А. М. *Атомная наука и техника — народному хозяйству*. М., Энергоиздат, 1981. 160 с. 45к.

Всякий раз, когда выходит новая книга этого автора, к ней проявляется повышенный интерес и некоторая напряженность, объясняемые хотя бы тем, что авторская активность может служить поводом для подозрений в повторении приемов, стиля изложения и т. д., словом, в появлении шаблона и нудной стереотипности, как неизбежностей повторяемой тематики. Именно с таких позиций рецензент и приступил к ознакомлению с книгой, обыденность названия которой дополнительно убеждала в справедливости отмеченной предвзятости. Но по мере чтения это настроение быстро изменилось, так как сразу же стали ясны ее идея и назначение, заметно отличающие книгу от предыдущих изданий.

Если прежние книги характеризовались подробным изложением, справочностью, своего рода фундаментальностью, придававшим им монографический характер, то здесь налицо заметное «облегчение», с книги снят «груз детализации», уменьшено количество материала для того, чтобы придать ей популяризаторскую направленность, которая, как известно, достигается качеством изложения, отточенностью мысли и тщательным языково-стилевым исполнением. Отсюда вырисовывается ее назначение — рекомендовать в значительной мере лекторам и пропагандистам. И это тоже знамение времени. Несмотря на огромные успехи и расширение масштабов использования, применение атомной энергии ввиду сложности и специфич-

ности вопросов в значительной мере оставалось не всегда понятным даже многочисленной армии лекторов и пропагандистов, занимающихся освещением достижений науки и техники. Теперь, когда опубликованы «Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года», в которых приведены поразительные масштабы планируемого развития и использования атомной энергии в нашей стране, роль лекторской и пропагандистской работы в выполнении указанных задач становится весьма важной. Поэтому снабдить лекторов и пропагандистов грамотной, толковой и интересной книгой об атомной энергии — благородная и актуальная задача.

Автор хорошо понимает это, в связи с чем тематическое построение книги, отбор материала и, главное, его изложение тщательно продуманы. Как и следовало ожидать, основное внимание уделено ядерной энергетике (энергетические реакторы, атомное теплоснабжение, термоядерные установки, атомные двигатели на морских судах, ядерные установки для опреснения соленых вод, радиационная безопасность и сопутствующие, а также сопряженные с ними проблемы). Введены разделы, освещающие новые направления энергетического использования реакторов. К ним, например, относится атомное теплоснабжение, МГД-генераторы. Усиlena глава о радиационной безопасности. Более подробно (в расчете на предполагаемых читателей) изложены нейтронно-физические принципы работы активной зоны.

Вторая часть книги дает широкую панораму внеак-