

слабых взаимодействий было бы важно, конечно, обнаружить на опыте промежуточные бозоны и частицы Хиггса. Если свойства векторных бозонов можно предсказать достаточно хорошо, то свойства хиггсовских частиц остаются в значительной степени неопределенными.

Обратимся теперь к кварковой части таблицы элементарных частиц. Наиболее важной новостью здесь является наблюдение новых узких мезонов Υ , Υ' :

$$m(\Upsilon) = 9,46 \text{ ГэВ}, \quad \Gamma(\Upsilon \rightarrow e^+e^-) \simeq (1,4 \pm 0,3) \text{ кэВ},$$

$$\Gamma_{\text{tot}}(\Upsilon) < 50 \text{ кэВ}, \quad m(\Upsilon') = 10,01 \text{ ГэВ},$$

$$\Gamma(\Upsilon' \rightarrow e^+e^-) / \Gamma(\Upsilon \rightarrow e^+e^-) \simeq 1/3.$$

Эти мезоны наблюдались в процессах $pN \rightarrow \Upsilon(\Upsilon') X$ и $e^+e^- \rightarrow \Upsilon(\Upsilon')$. Опытам первого типа принадлежит честь открытия явления (группа Ледермана, США), а второго — доказательного и детального исследования свойств новых объектов (DESY). Однозначной интерпретацией новых мезонов является гипотеза о том, что они представляют связанные состояния новых тяжелых кварков заряда $-1/3$:

$$\Upsilon, \Upsilon' \sim (\bar{b}b)$$

(b — начальная буква в слове beautiful, «прекрасный или прелестный» кварк). Для читателя, знакомого с историей открытия J/Ψ -частицы массой 3,1 ГэВ, такая интерпретация не является удивительной. История в известном смысле повторяется. Ожидается, конечно, что вслед за открытием Υ , Υ' последует наблюдение и частиц с новым квантовым числом типа $(\bar{b}u)$, $(\bar{u}b)$, $(\bar{b}d)$, $(\bar{d}b)$... Отметим, кстати, что аналогичные ожидания в случае s -кварка (очарованные частицы) подтвердились. В настоящее время получены детальные сведения о спектроскопии очарованных мезонов и их свойствах. Не перечисляя результатов, скажем, что все они находятся в согласии с теоретическими ожиданиями.

Наконец, в таблице со знаком вопроса упомянут еще один (t)-кварк (от слова top, верхний). Никаких прямых указаний на его существование пока нет. Это ожидаемый партнер b -кварка по дублету в модели Вайнберга — Салама. Пока что трудно сказать, какова масса частиц, содержащих t -кварки, но нет сомнений, что их поиски будут интенсивными на вступающих в действие ускорителях встречных e^+e^- -пучков высокой энергии.

Как кварки, так и глюоны непосредственно не наблюдаемы. Это так называемые «цветные» частицы, которые проявляются только на малых расстояниях, а при попытке их изолировать становятся (скорее всего — бесконечно) тяжелыми. Поэтому уверенность в их реальности принципиально основана только на успехе теоретических расчетов. Соответствующая теория сильных взаимодействий — квантовая хромодинамика — находится в центре внимания многих теоретиков и экспериментаторов. Квантовой хромодинамике было уделено много внимания на конференции. Не все еще понятно. Не решена одна из центральных проблем — почему цветные частицы не наблюдаются в свободном состоянии. Но эти нерешенные вопросы не затрагивают, на наш взгляд, уверенности в реальности их существования.

Мы остановились в основном на успехах теории и эксперимента, что, видимо, отвечает объективному состоянию дел. Читатель мог отметить, однако, некоторые «ядовитые» вопросы, которых мы не касались. В частности, теория не умеет вычислять спектр лептонов и кварков. Таким образом, число элементарных частиц берется теорией пока как данное, но не предсказывается ею, причем это число оказывается довольно большим. Вероятно, существует синтез не только слабого и электромагнитного, но и сильного взаимодействий. При более высокой энергии или на еще меньших расстояниях к ним, возможно, присоединяется гравитационное. Теория такого синтеза пока не известна, хотя делаются попытки ее построить. На эти и другие вопросы предстоит ответить будущим опытам, теориям и конференциям.

ЗАХАРОВ В. И.

Всесоюзный семинар «Электронные (автоматические) методы обогащения полезных ископаемых»

На семинаре, состоявшемся в октябре 1978 г. в Москве, впервые в общесоюзной практике были заслушаны и обсуждены доклады (всего 41) различных институтов, предприятий и ведомств о состоянии и перспективах развития автоматических методов сортировки руд цветных, черных, редких металлов, углей и других твердых полезных ископаемых и проведен обмен научно-техническим и производственным опытом.

Автоматические методы сортировки основаны на использовании различий в физических свойствах отдельных кусков или порций руды. Сортируют их на специальных сепараторах — рудосортировочных автоматах. При этом признаком, по которому разделяются куски, могут быть естественная или искусственная радиоактивность, цвет и люминесценция минералов и пород, их электро- и теплопроводность, магнитная восприимчивость и др. Соответственно этому выделяются различные методы (радиометрический, активационные, абсорбционные, фотометрические, люминес-

центные, кондукто- и магнитометрические, радиоволновые и т. п.).

Автоматические методы открыли новые широкие возможности в решении сложных и разнообразных задач технологии переработки полезных ископаемых. Они с наибольшим эффектом могут применяться к классам крупности от 300 (100) мм до 25 (5) мм. Их использование позволяет еще на начальных стадиях технологических схем выводить в отвал значительное количество хвостов (до 20—35% от исходной руды), а в некоторых случаях выделять и богатые концентраты, не прибегая к дорогостоящему измельчению руд и не расходуя реагентов.

Применение этих методов обеспечивает более высокую эффективность и рентабельность добычи и переработки минерального сырья. Большое внимание на семинаре было уделено состоянию и развитию ядерно-физических методов сортировки руд, основанных на применении различных источников ионизирующих

излучений (изотопы, рентгеновские установки, реакторы и ускорители), а также радиометрическому методу сортировки естественных радиоактивных руд. Эти вопросы были отражены в 32 докладах.

Радиометрический метод широко используется в промышленности нашей страны и за рубежом. Часть методов разрабатывается на основе применения изотопных источников. Фотонейтронный метод сортировки бериллиевых руд на базе использования ^{124}Sb внедрен в промышленность. Близки к внедрению или осваиваются гамма-абсорбционный метод сортировки железных и хромовых руд, а также нейтронно-абсорбционный метод сортировки борных руд. Ведутся разработки рентгенорадиометрического метода сортировки руд цветных и других металлов, а также метода сортировки щебня и других строительных материалов по рассеянному излучению. На основе применения рентгеновских излучений в промышленных условиях осуществляется рентгенолюминесцентная сортировка алмазсодержащих руд. Разрабатывается этот метод применительно к рудам цветных и редких металлов. Достигнуты успехи в разработке активационных методов сортировки полезных ископаемых. Создана и эксплуатируется опытная нейтронно-активационная обогатительная установка СО-2. Руды перед сортировкой облучаются в нейтронном

размножителе, работающем в подкритическом режиме. Установка предназначена для отработки технологии облучения и сортировки нерадиоактивных руд, в частности содержащих такие элементы, как фтор, марганец, ванадий, золото, медь, алюминий и др.

На семинаре отмечалась возможность широкого использования для сортировки полезных ископаемых высокоэнергетических ускорителей электронов.

Практика подтвердила высокую экономическую эффективность новых методов обогащения полезных ископаемых. При стоимости сортировки 0,5—1 руб. на 1 т исходной руды годовой экономической эффект по отдельным предприятиям в зависимости от конкретных условий и масштабов применения автоматической сортировки обычно составляет сотни тысяч—несколько миллионов рублей.

Участники семинара разработали рекомендации по дальнейшему развитию автоматических методов сортировки полезных ископаемых, в частности определили наиболее перспективные направления дальнейших работ, признали целесообразным создать специальное научно-производственное объединение по разработке и изготовлению рудосортировочного оборудования и приборов.

НЕВСКИЙ В. В., СКРИНИЧЕНКО М. Л., ТАТАРНИКОВ А. П.

9 радиохимическая конференция в Чехословакии

В работе конференции, состоявшейся в сентябре 1978 г. в Пиштани, участвовали более 140 специалистов, заслушано около 90 докладов на секциях экстракции, аналитической химии в цикле переработки ядерного топлива, экстракционной хроматографии, физико-химических проблем цикла переработки ядерного топлива, ионного обмена и сорбции, радиационной химии.

Три обзорных доклада специалистов Чехословакии посвящены проблемам, возникающим при эксплуатации АЭС: радиационной безопасности, дезактивации оборудования, регенерации, утилизации и захоронению отходов (жидких, твердых и газообразных), охране окружающей среды, регенерации отработавшего топлива с выгоранием до 30 000 МВт·сут/т, анализу радиоактивных сбросов и т. п.

Часть докладов касалась химии технеция и палладия. В обзорном докладе А. Ф. Кузиной (СССР) приведена информация о технеции, которая может быть использована при решении некоторых аналитических проблем его концентрирования и определения, описаны состав и свойства большого числа комплексных соединений. Эти свойства могут быть применены для качественного и количественного его анализа, идентификации соединений и окислительного состояния, а также выделения и отделения от присутствующих в растворах металлов хроматографическими и экстракционными методами. В нескольких докладах чешских специалистов (Ф. Мацашек и др.) подробно рассмотрена экстракция технеция и палладия из нитратных сред растворами три-*n*-октиламина (ТОА) и ТБФ в различных разбавителях. Технеций и палладий могут быть количественно отделены от продуктов деления экстракцией из 0,5—1 М HNO_3 , рекстракцию их проводят водным аммиачным раствором. Установлено, что наличие палладия в системе 30% ТБФ—додекан—азотная кислота (0,5—3 М), а также повышение температуры системы в его присутствии существенно воздействуют на радиолитическую деградацию

экстрагента. Другой продукт деления — молибден — при этом не оказывает какого-либо влияния (З. Новак, Польша). Подробно исследована деградация экстрагента и влияние продуктов деградации на поведение некоторых металлов в химии процесса регенерации твэлов. В части работ описано применение в качестве экстрагентов солей различных металлов с органическими соединениями. Как показано в докладах чехословацких специалистов (И. Райс, М. Кирш и др.), дикарбоид кобальта $\text{H}^+\text{C}_4\text{V}_{18}\text{H}_{15}\text{Cl}_7\text{Co}^-$, растворенный в нитробензоле, является селективным экстрагентом для иона Cs^+ , что позволяет эффективно выделять этот катион из смеси продуктов деления. Реагент весьма устойчив к γ -радиолизу и воздействию азотной кислоты.

Представляют интерес доклады, в которых рассмотрено применение третичных бензилдиалкиламинов и четвертичных солей бензилтриалкиламмония для решения технологически важной задачи — экстракции РЗЭ и америциев из азотнокислых сред (имитаторов водно-хвостовых растворов от регенерации твэлов). Показано, что эти экстрагенты позволяют эффективно отделять РЗЭ и америциев от цезия, стронция, циркония, железа и других продуктов деления и коррозии. Изученные экстрагенты устойчивы к γ -радиолизу (В. Единакова и др.). Экстракционный метод выделения и разделения РЗЭ с помощью нового экстрагента тетрафенилимидофосфоната описан специалистами из ГДР (Е. Германи и др.).

На секции аналитической химии в цикле переработки ядерного топлива были заслушаны интересные сообщения о различных методах количественного определения урана, плутония, нептуния и др.

В одном из докладов специалистов Чехословакии приводились итоги работы по исследованию отработавшего топлива АЭС А-1 радиохимическим, масс-спектрометрическим и γ -спектрометрическим методами. При этом первые два применялись для калибровки неразрушающего γ -спектрометрического метода, кото-