

захвате нейтрона U^{235} , сечений реакции (γ , n) спектров масс осколков при делении.

На Харуэллском фазотроне проводятся эксперименты по изучению реакций (p , p'), (p , $2p$), (p , pn), (p , $p\alpha$), (p , $3n$).

При проведении опытов широко используется техника измерения спектров частиц по определению времени пролета.

Практически во всех лабораториях экспериментаторы используют кремниевые детекторы заряженных частиц. Использование n -кремния с удельным сопротивлением до 17 000 ом·см позволяет изготавливать поверхностно-барьерные детекторы с большой глубиной чувствительного слоя, достаточной для регистрации протонов большой энергии. Кроме детекторов с большой глубиной слоя английские экспериментаторы также успешно изготавливают тонкие детекторы толщиной

в 100 мк, которые удобно использовать для измерения удельной ионизации частиц.

Говоря о методических разработках, следует упомянуть применение звуковых искровых камер, в которых место попадания частицы определяется по времени распространения звука от искры до детектора ультразвука. В настоящее время в Харуэлле проводятся работы по созданию таких камер для последующего использования их в магнитных спектрометрах вместо фотопластинок.

Следует отметить интенсивное использование имеющейся ускорительной техники. Как правило, на каждом ускорителе работают не только сотрудники данной лаборатории, но и сотрудники других научных центров.

С. М. Поликанов, Е. С. Лазуткин.

Энергетическая конференция в Мельбурне*

В октябре 1962 г. в Мельбурне состоялась шестая пленарная сессия Всемирной энергетической конференции (МИРЭК). Одно из заседаний было посвящено ядерной энергетике, причем в основном обсуждались вопросы эксплуатации атомных электростанций в трех странах — США, Великобритании и Канаде.

Опыт США. В первые два года эксплуатации Дрезденской АЭС коэффициент ее нагрузки (включая время перегрузки) составлял менее 40%, Шиппингпортской АЭС за 4,5 года — менее 50%, АЭС «Янки Атомик» за 2 года — 65%. При этом значительная часть времени простоя реакторов падает на полную перегрузку горючего. Для снижения потерь времени предполагается осуществлять частичную перегрузку и передвижку горючего, чтобы добиться квазистационарного состояния реактивности реактора.

Обстоятельством, улучшающим экономичность реактора АЭС «Янки Атомик», является увеличение его электрической мощности со 140 до 152 Мвт. Имеется разрешение о поднятии его мощности до 170 Мвт.

Опыт Великобритании. На сессии были представлены данные по эксплуатации первых двух гражданских атомных электростанций — в Беркли и Брадзуэлле. Опыт показал, что реакторы этих станций стабильны в работе на полной мощности и способны изменять мощность со скоростью 5 Мвт/мин. В настоящее время стало очевидным, что среднее выгорание в 3000 Мвт·сут/т может быть уверенно достигнуто в реакторах магноксового типа.

Опыт Канады. В сообщении об опыте эксплуатации реактора NPD (прототип реактора CANDU) указывалось, что потери тяжелой воды не превышают допустимых пределов и что в 1963 г. они будут доведены до 6,8 кг/сут или 3,5%/год. Опыт использования горючего оказался успешным, стоимость его изготовления будет снижена на 50%, и для станции в Дуглас-Поинт стоимость горючего в виде твэлов составит 65 долл./кг. Опыты в реакторе NRX показали, что горючее типа используемого в реакторе CANDU может обеспечить глубину выгорания более 10 000 Мвт·сут/т; средняя глубина выгорания, достигнутая в реакторе NPD, составила 500 Мвт·сут/т и из 11 000 твэлов этого реактора пока ни один не разрушился.

Большое внимание на сессии было уделено вопросам экономики ядерной энергетики. В частности, сообщалось, что стоимость установленного киловатта индийской атомной электростанции (в Тарапуре) мощностью 380 Мвт с двумя кипящими реакторами по сметным расчетам увеличилась с 81 до 96 ф. ст./квт. Стоимость энергии на этой станции при коэффициенте нагрузки 75% оценивается в 0,68 цент/квт·ч, что ниже стоимости энергии, получаемой от обычной станции, работающей на жидком топливе.

По американским данным, удельная стоимость мощных станций с реакторами кипящего типа в условиях США будет колебаться в зависимости от места расположения и других условий от 57 до 65 ф. ст./квт. При коэффициенте нагрузки 80%, проценте на капитал 14% и топливной составляющей 0,2 цент/квт·ч общая стоимость энергии составит от 0,55 до 0,6 цент/квт·ч.

Весьма сильное снижение топливной составляющей (с 0,5 до 0,2 цент/квт·ч) было достигнуто в США на реакторах типа BWR и PWR за счет резкого увеличения глубины выгорания горючего. Опыт работы горючего в реакторах Дрезденской АЭС и АЭС «Янки Атомик» говорит о том, что выгорание в 20 000 Мвт·сут/т может быть уверенно достигнуто. Это обстоятельство и увеличение размеров реакторов подтверждает мнение о том, что топливная составляющая стоимости энергии от водо-водяных реакторов может быть уменьшена в 2,5 раза.

Что касается английских реакторов магноксового типа, то и здесь наблюдается непрерывный процесс улучшения их экономических показателей. По сравнению с удельной стоимостью станции в Брадзуэлле, равной 170 ф. ст./квт, удельная стоимость станции в Сайзуэлле составит 105 ф. ст./квт, а при использовании бетонных корпусов реакторов, позволяющих получить единичную электрическую мощность 700 Мвт, она снизится до 85 ф. ст./квт. Сравнение реакторов магноксового типа, высокотемпературного реактора типа AGR, реакторов типа CANDU и BWR (см. таблицу) показывает, что стоимость электроэнергии, получаемой от них, будет примерно одинакова.

Канадский опыт работы над прототипами тяжело-водяных реакторов говорит о том, что стоимость энергии от них лежит в пределах 0,6—0,7 цент/квт·ч. Эта стоимость может быть снижена на 0,08 цент/квт·ч, если

* Nucl. Engng, 7, No. 79, 488 (1962).

Сравнительные характеристики будущих атомных электростанций мощностью 1000 Мвт (с двумя реакторами по 500 Мвт) *

Параметр	Магнетронного типа	Типа CANDU	Типа AGR	Типа BWR
Удельная стоимость, ф. ст./квт	93	95	82	75
Стоимость первой загрузки, ф. ст./квт	8	5	16	18
Общая стоимость, ф. ст./квт	101	100	98	93
Стоимость энергии, цент/квт.ч	0,048	0,049	0,048	0,047
Энергонапряженность горючего, Мвт (эл)/т	1,65	5,2	4,3	5,1
Обогащение, %	природн.	природн.	1,8	2,1
Глубина выгорания, Мвт.сут/т	3000	8000	12 000	16 500
Давление теплоносителя, ата	32	105	29	72
Температура теплоносителя (на входе и выходе), °С	245/410	249/293	290/616	281/290
К. п. д., %	33,6	29,3	40,6	34,2

* С точностью определения капитальных затрат $\pm 8\%$ и стоимости электроэнергии $\pm 4\%$.

реакторы будут строиться на тех же самых площадках.

Интерес к тяжеловодным реакторам проявляется в Австралии и Индии, где предполагается строительство станции с таким реактором в Раунувтавсагхате (Пакистан). Ожидается, что в этом районе АЭС окажется вполне конкурентноспособной.

В целом сессия, на которой обсуждение вопросов ядерной энергетики стало традиционным, показала, что ядерная энергетика как отрасль энергетической промышленности имеет неплохие технические и экономические перспективы.

Ю. К.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

♦ СССР. Научно-исследовательскими институтами Государственного комитета по использованию атомной энергии СССР разрабатываются различные установки — источники ионизирующих излучений. Так, например, в текущем году предполагается изготовить опытные образцы линейных ускорителей на 5 Мэв, малогабаритные нейтронные генераторы и мощные каскадные генераторы.

Линейный ускоритель на 5 Мэв, обеспечивающий получение дозы γ -излучения до 200 р/мин на расстоянии 1 м, предназначен для лечения злокачественных опухолей. Конструкция ускорителя даст возможность проводить как стационарное, так и ротационное облучение.

Малогабаритный нейтронный генератор с напряжением 160 кВ и током пучка ускоренных частиц

~ 100 мкА будет использован для проведения активационного анализа при получении чистых и сверхчистых веществ.

Мощный каскадный генератор, обеспечивающий получение электронных пучков с энергией до 2,5 мкА при токе 10 мА, предполагается использовать в химической промышленности. Радиационно-химические исследования показали целесообразность использования таких генераторов для полимеризации полиэтилена, модификации свойств полимеров, вулканизации резины и др.

♦ Великобритания. В Научно-исследовательском центре в Харуэлле установлено, что в процессе радиоактивного распада в кристаллических решетках соединений плутония самопроизвольно происходят изменения. Предполагают, что под действием испускаемых α -частиц некоторые атомы выбиваются со своих

мест в кристаллической решетке. Проведенные в течение года через каждые два месяца измерения постоянной решетки четырех соединений плутония (двух карбидов, нитрида и оксида) показали, что каждый образец расширяется с определенной, характерной для него скоростью. В случае двуокиси плутония эта скорость составляла 0,1% в год. Предполагается исследовать этот эффект в соединениях элементов с более короткими периодами полураспада, например Am²⁴¹ и Th²²⁸, в которых нарушения решеток будут происходить быстрее. Это даст возможность сравнить эффект саморазрушения с воздействием искусственного облучения.

♦ США. КАЭ опубликовала сообщение, в котором говорится, что группа физиков университета шт. Пенсильвания, работающая в Брукхейвенской национальной лабора-