

Международный коллоквиум по бетатронам

В июне 1964 г. в Технико-физическом институте Венского университета (ГДР) проходил III Международный коллоквиум по бетатронам. В работе коллоквиума приняли участие делегации ГДР, Польши, Румынии, СССР, ФРГ, ЧССР и Швейцарии; было заслушано 30 докладов.

Проф. Р. Видероз (Швейцария) и проф. М. Штеенбек (ГДР) сделали доклады по истории развития бетатрона.

К. Рытина (Институт физики плазмы, ЧССР) сообщил об исследовании и разработке бетатронов в Чехословакии с 1954 г. Первый бетатрон на энергию 3,5 Мэв работал на частоте 500 гц. Был разработан серийный бетатрон на 17 Мэв с интенсивностью до 40 р/мин·м; уже изготовлено 10 машин (семь для медицины и три для промышленной дефектоскопии). Бетатрон имеет неразъемный О-образный электромагнит, в котором при помощи резиновых наддуваемых подушек уплотняется единый блок, состоящий из полюсных наконечников, центральных вкладышей и камеры. Началось изготовление качающегося ($60 \div 240^\circ$) бетатрона на 18 Мэв с выводом электронного пучка. После попадания электронов в область $n > 1$ они выводятся за 20—30 оборотов при эффективности до 50%; мощность дозы излучения 300—400 р/мин·м. В бетатроне промышленного назначения предполагается применить внешний инжектор на 100 кэ.

М. Сейдл (Институт физики плазмы, ЧССР) доложил теоретическую работу по механизму захвата электронов в режим ускорения и рассказал об экспериментальных исследованиях, подтверждающих эти теоретические выводы. По его мнению, электроны формируются в сгустки, в процессе их формирования значительная часть электронов теряется и возникают высокочастотные колебания. В результате наблюдается сжатие мгновенных орбит и оставшаяся часть электронов мигнет инжектор.

Проф. А. А. Воробьев (СССР) отметил, что эта теория, по-видимому, может объяснить многие эксперименты по захвату электронов в ускорение.

К. К. Илеску (Институт атомной физики — ИАФ, Румыния) рассказал о румынском бетатроне на 25 Мэв. Радиус равновесной орбиты бетатрона равен 25 см, апертура зазора $6,74 \times 7,8$ см², $n = 0,75$. При энергии инжекции 30 кэв мощность дозы излучения составляет 42 р/мин. Бетатрон используется для исследований взаимодействия ядер вещества с электронами и для неразрушающего анализа веществ.

Л. Шмальц и Э. Бургер (Технико-физический институт — ТФИ, ГДР) рассказали о конструкции бетатрона на 30 Мэв. В этом бетатроне используется усовершенствованный инжектор типа Керста. Для уменьшения напряженности поля проводники, идущие к нити накала, заключены в металлические трубки, изготовленные вместе с цилиндром Венельта. Нить и цилиндр

Венельта заменяются как единый узел. Для изготовления электромагнита бетатрона была применена сталь с повышенными потерями, что потребовало применения воздушно-водяной системы охлаждения, которая обеспечивает непрерывную работу бетатрона в течение 6 ч. Водой охлаждаются детали центральной части полюсов бетатрона.

Проф. С. Новицкий (Институт электроники, Польша) описал конструкцию бетатрона на 30 Мэв, работающего с 1956 г. Бетатрон обеспечивает мощность дозы излучения до 65 р/мин·м. Энергия ускоренных электронов стабилизируется и может плавно регулироваться. Для электромагнита использована холоднокатаная сталь с максимальной индукцией 17 000 гс вдоль и 14 000 гс поперек проката. Вакуумные камеры изготавливаются из фарфора или эпоксидной смолы.

Проф. А. А. Воробьев (Томский политехнический институт — ТПИ, СССР) доложил о разработках малогабаритных и сильноточных бетатронов, а также бетатронов для дефектоскопии толстостенных изделий в промышленных условиях. Малогабаритные бетатроны (разработанные под руководством Л. М. Ананьева) и практика их применения вызвали большой интерес.

В. А. Москалев (НИИЯФ, ТПИ, СССР) сообщил о разработке сильноточных двухкамерных стереобетатронов и бетатронов для физических исследований. В импульсном стереобетатроне на 25 Мэв ускоряется до 10^{12} электронов за счет увеличения апертуры зазора электромагнита (220×290 мм) и высоковольтной внешней инжекции (350 кэ). Интенсивность запускаемого сейчас бетатрона на 25 Мэв, работающего на частоте 50 гц, уже при 15 Мэв составляет 780 р/мин·м, а при полной энергии ожидается в несколько раз больше.

Сильноточный малогабаритный стереобетатрон на 3 Мэв рассчитан на частоту до 1000 гц. Его магнит намотан из тонколистовой холоднокатаной стали. Предполагается, что его интенсивность составит около 10 р/мин·м от каждой ускоряющей системы на частоте 400 гц.

М. Ф. Филипов (ТПИ, СССР) доложил методику инженерного расчета электромагнита бетатрона и выбора оптимальных размеров камеры по заданным энергии и мощности дозы излучения.

В. А. Воробьев (ТПИ, СССР) сообщил о применении малогабаритных бетатронов на 3—5 Мэв для контроля сварных швов в промышленных условиях, а также об изменении коэффициента поглощения. Докладчик предложил способ расчета чувствительности методов радиационной дефектоскопии в неоднородных материалах.

В. Полит (Институт биофизики, ФРГ) доложил о методах измерения интенсивности и энергии γ -излучения. Были описаны конструкции калориметров, проходных и экстраполяционных ионизационных камер

позволяющих производить абсолютные измерения как интенсивности, так и энергии γ -излучения.

Доклад Ф. Клашпера (ТФИ, ГДР) был посвящен вопросам измерения интенсивности γ -излучения с энергией 7—30 Мэв с толстостенной камерой. Показано, что при толщине стенки ионизационной камеры, равной 4,5 мм, зависимость тока камеры от энергии в диапазоне 7—30 Мэв не превышает 1%.

Я. Слаба (НИИ материалов и технологии, ЧССР), И. Лейбовичи (ИАФ, Румыния), Г. Нитша (ТФИ, ГДР), Ф. Клашпер (ТФИ, ГДР) посвятили свои доклады бетатронной дефектоскопии толстостенных изделий. Я. Слаба рассказал, что для повышения производительности и чувствительности методов бетатронной радиографии были разработаны усиливающие экраны из мономолекулярных пленок флуоресцирующего вещества, наносимого на металл. Из-за малой толщины такого экрана резкость получаемого изображения значительно выше, чем при применении экранов на картонной подложке.

В докладе Г. Нитша рассказано о первых работах в области дефектоскопии, проведенных на бетатроне ТФИ. Оказалось, что применение усиливающих экранов из тантала дешевле за счет его долгого срока службы. Увеличение интенсивности бетатрона с 80 до 140 р/мин позволило контролировать толстостенные изделия с приемлемыми экспозициями. В докладе И. Лейбовичи рассказано об уменьшении размеров фокального пятна при применении мишени с выступом.

Проф. Р. Видероз сообщил, что фирмой Броун-Бовери поставлен в разные страны мира (США, Японию, Италию, Нидерланды, ФРГ, Англию и др.) 31 медицинский бетатрон. Эти бетатроны дают пучок γ -излучения или выведенный электронный пучок; они снабжены диагностической рентгеновской трубкой на 90—100 кВ. Фирма поставила семь бетатронов для промышленной дефектоскопии (один из них поставлен в СССР). В последнее время в инжекторах бетатронов используются пропитанные вольфрамовые катоды, обеспечивающие при температуре 1050—1080°С ток эмис-

сии, равный 250—300 мА, и имеющие большой срок службы: отдельные катоды уже проработали по 23 000 ч.

Проф. Р. Видероз считает, что радиоактивные источники излучения должны быть заменены малогабаритными бетатронами, поскольку за последние 5 лет только в ФРГ было утеряно около 3000 изотопов.

В. Полит, сообщая некоторые результаты лечения больных с помощью бетатрона, отметил, что кроме высокой проникающей способности бетатронного γ -излучения, их малого рассеяния за пределы коллимированного пучка и т. п. имеется психологический фактор, состоящий в том, что бетатронное облучение не вызывает признаков лучевой болезни (тошнота, рвота, головные боли), являющихся обязательным спутником рентгенотерапии. Поэтому больные охотно принимают процедуры по облучению, что повышает эффективность лечебного процесса. Полит рассказал, что в различных городах ФРГ работает семь бетатронов на энергии от 10 до 50 Мэв, на которых проводятся эксперименты по единому плану. Все лаборатории имеют общую систему технической профилактики и обслуживания, осуществляемую поставщиком.

Коллоквиум показал, что бетатрон пользуется широким спросом; основной задачей является упрощение эксплуатации и повышение его интенсивности и надежности.

Отмечено, что повышение энергии электронов свыше 30 Мэв нецелесообразно. Было решено ежегодно создавать коллоквиум в одной из стран — участниц Инского коллоквиума.

Коллоквиум продемонстрировал наличие творческого контакта социалистических стран в области разработки и применения индукционных ускорителей.

В состав оргкомитета коллоквиума (как и двух предыдущих) входят представители всех социалистических стран, работающих с бетатронами, кроме СССР. Нам представляется, что официальное участие СССР в этом объединении было бы желательным.

А. А. Воробьев, В. А. Москалев,
М. Ф. Филиппов, В. А. Воробьев

Совещание по физике и технологии сцинтилляторов на основе щелочных галогенидов

В апреле 1964 г. в Харькове во Всесоюзном научно-исследовательском институте монокристаллов состоялось совещание по физике и технологии сцинтилляторов на основе щелочных галогенидов. Целью совещания были поиски путей повышения сцинтилляционной эффективности и разрешающей способности таких монокристаллов.

Э. Р. Пильмес и др. (Институт физики и астрономии — ИФА АН ЭССР) в докладе «Механизм фото- и радиолуминесценции ионных кристаллов» указали на то, что достигнутые в настоящее время в СССР и за рубежом сцинтилляционные эффективности ниже теоретических оценок (таблица).

Причиной столь низкой сцинтилляционной эффективности является наличие больших инерционных и отчасти миграционных потерь.

А. Б. Лыскович (Львовский государственный университет) сообщил об изучении влияния качества затравки при выращивании кристаллов NaJ(Tl) по методу Киропулоса. Была установлена корреляция между

разрешающей способностью кристаллов и медленной компонентой затухания сцинтилляций. Результаты исследований подтверждают двойкий (экситонный и электронно-дырочный) механизм передачи энергии в NaJ(Tl).

Эффективность радиолуминесценции щелочных галогенидов

Вещество	Эффективность радиолуминесценции, %	
	Теоретические расчеты	Экспериментальные данные
KJ(Tl)	31	3
CsJ(Tl)	25	6
NaJ(Tl)	33	15