

ный ресурс было проведено три испытания отдельных пятиэлементных ЭГК. Один из них к началу марта проработал уже свыше 3000 ч при среднем уровне мощности $1,7 \text{ вт/см}^2$. Испытан также шестиэлементный ЭГК повышенной мощности с эмиттером из вольфраморенневого сплава и коллектором из ниобия. Продолжительность испытаний составила 2670 ч при среднем уровне мощности в начале испытаний 7 вт/см^2 . Получены новые результаты по физике преобразования, в частности по исследованию нестационарных свойств цезиевой плазмы.

Во Франции продолжается разработка экспериментального прототипа подводного реактора на 20 кВт (эл.). Очень серьезное внимание уделяется вопросам радиационной безопасности и совместимости реактора с морской средой и подводной биосферой. В качестве промежуточных этапов будут проведены два групповых реакторных испытания систем трехэлементных ЭГК с расчетной полной электрической мощностью для каждой системы 10 кВт. Для первого опыта начато изготовление электрогенерирующих каналов. В реакторных испытаниях эмиттера с керметным ядерным горючим (60% двуокиси урана и 40% молибдена) показана хорошая геометрическая стабильность эмиттера в течение 3600 ч при тепловыделении, вдвое превышающем номинальное. В области фундаментальных исследований большой интерес представляют сравнительные измерения работы выхода систем металл — кислород — щелочной металл с одновременным анализом по смещению Оже-пииков факта образования тех или иных химических соединений. Получены следующие результаты по минимальной работе выхода, эв:

| Щелочной металл | Для чистого металла | При наличии кислорода |
|-----------------|---------------------|-----------------------|
| Цезий | 1,6 | 0,9 |
| Стронций | 2,4 | 1,7—1,8 |
| Барий | 2,1 | 1,2 |

Эти результаты (для их получения потребовалось использовать последние достижения высокотемпературной сверхвысоковакуумной технологии) представляют несомненный интерес и могут явиться основой для разработки низкотемпературных ТЭП, в которых температура эмиттера не будет превышать, например, 1200°C , а температура коллектора будет соответствовать минимуму его работы выхода. Такой подход в настоящее время анализируется и в ФРГ, где разрабатывается портативная термоэмиссионная энергетическая установка некосмического назначения на мощность 1—2 кВт (работы по созданию космического термоэмиссионного реактора в ФРГ в настоящее время прекращены в связи с трудностями обоснования его целевого назначения). Такие установки, работающие, например, на сжиженном газе, могут найти достаточно широкое применение в полевых условиях. Предварительные результаты, полученные при использовании керметного эмиттера (вольфрам и двуокись урана) и коллектора из смеси вольфраматов бария и кальция, обнадеживающие.

Международная группа связи по ТЭП функционирует уже пять лет. При рассмотрении отчета о ее деятельности отмечено, что группа связи активно способствует установлению контактов и обмену информацией по ТЭП между специалистами разных стран. Были подготовлены и успешно проведены Международные конференции по ТЭП в 1968 и 1972 гг. Улучшению взаимопонимания между специалистами способствовала имеющая большое научное значение работа по составлению глоссария, изданного в настоящее время на русском языке. Группа связи считает, что развитие термоэмиссионного метода преобразования достигло такого уровня, при котором в течение ближайших пяти лет основные параметры преобразователей (мощность, ресурс, к. п. д.) могут быть примерно удвоены.

Д. В. КАРЕТНИКОВ

Национальная конференция США по инженерным проблемам ускорителей заряженных частиц

Национальная конференция США по ускорителям заряженных частиц — одна из наиболее представительных конференций такого профиля и, пожалуй, единственная конференция, охватывающая все типы ускорителей. Она проходила в Сан-Франциско с 5 по 7 марта с. г. В ней приняли участие свыше 600 специалистов.

Утреннее заседание 5 марта и вечернее заседание 7 марта были проведены как пленарные. На них были заслушаны сообщения о проекте новых ускорительных комплексов ПЕП, «Изабелла» и ускорителя ЦЕРНа на 300 Гэв , а также о некоторых возможных применениях ускорителей в радиотерапии и технологии. Наибольший интерес вызвал доклад об ускорительно-накопительном комплексе протон-электрон-позитронов (ПЕП). Эта установка рассчитана на получение пучков электронов с энергией 15 Гэв и протонов с энергией $\sim 150 \text{ Гэв}$. В ней предусматривается возможность столкновения этих пучков с очень высокой светимостью ($\sim 10^{22} \text{ см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$).

В остальное время работали три параллельные секции по различным вопросам ускорителей. Всего было проведено 12 секций: по сверхпроводящим резонаторам, ускорителям тяжелых ионов, усовершенствованию существующих ускорителей, коллективным ускорителям и сильноточным электронным пучкам, инжекции и источникам питания, транспортировке пучка и выводу, контрольным системам, сверхпроводящим магнитам, накопительным кольцам, динамике, линейным ускорителям, использованию ускорителей.

Необходимо отметить большую работу, которая проводится на действующих ускорителях по увеличению интенсивности ускоренного пучка. Основные направления этих работ — замена существующих инжекторов инжекторами большей энергии и интенсивности или использование бустерных ускорителей с большой повторяемостью цикла ускорения. Такие изменения инжекционных систем в ближайшие годы дадут возможность на основных ускорителях перейти к интенсивности 10^{13} частиц в одном цикле. Улучшаются условия захвата и на самом большом (400 Гэв) ускорителе, расположенном вблизи Чикаго.

Отдельно следует сказать об ускорителе на 6 Гэв в Беркли. Этот ускоритель предполагается и в дальнейшем широко использовать для ускорения тяжелых

ионов. В качестве инжектора будет использоваться ускоритель тяжелых ионов «Суперхилак». Ускоренные ионы предполагается использовать в ядерной физике, для радиобиологических исследований, а также для других целей (например, для калибровки ядерной аппаратуры искусственных спутников).

Существенный результат, представленный на конференции — новая технология изготовления сверхпроводящих резонаторов. В настоящее время на таких резонаторах получены рекордные результаты: добротность 10^{10} , напряженность поля 300 кВ/см ; эти резонаторы не бояться нарушения вакуума. Таким образом, в настоящее время появилась возможность широко использовать сверхпроводящие резонаторы в ускорительной технике. Уже сейчас существует около 15 проектов различных ускорителей электронов, протонов и тяжелых ионов, использующих сверхпроводимость.

По накопительным кольцам наиболее интересными были сообщения о протон-протонных встречных пучках ЦЕРНа, где практически достигнуты предельные расчетные параметры (протонный ток в накопительном кольце 12 а), а также о встречных электрон-позитронных пучках в Станфорде (светимость для встречных электронных пучков $10^{32} \text{ см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$).

Большой прогресс за последние годы достигнут в системах диагностики пучка частиц на ускорителе, а также в использовании ЭВМ для контроля и управления. Все последние ускорители в США уже оснащены полуавтоматическими системами управления, для чего используется стандартная электронная аппаратура и ЭВМ.

Впервые на широкой конференции докладывалось о новых установках сильноточных электронных пучков. Было рассказано об установках «Аврора» и «Гидра». Первая из них дает электронный пучок с энергией 15 Мэв с током в импульсе $1,6 \text{ млн а}$. Вторая имеет более низкие параметры. Эти установки, по-видимому, используются только для прикладных целей как источники γ -излучения очень большой мощности. Существует программа их использования для осуществления управляемых термоядерных реакций.

Значительное место в плане развития ускорителей в США занимают разработки по импульсным сверхпроводящим магнитам для кольцевых ускорителей на сверхвысокие энергии и сверхпроводящим магнитам постоянного тока для транспортировки пучков частиц. Исследуются возможности создания на основе NbTi магнитов с быстрым ($5-10 \text{ сек}$) и медленным (30 сек и более) нарастанием поля до $40-50 \text{ кэс}$. По-видимому, в 1973 г. удастся выяснить, насколько воспроизводимыми окажутся характеристики поля для двух идентичных магнитов. Это, безусловно, в значительной мере определит программу будущего использования импульсных сверхпроводящих магнитов.

Большое внимание уделяется применению ускорителей в медицине, в частности для борьбы с раком. В настоящее время созданы установки, позволяющие точно определять локализацию опухоли, что, безусловно, приведет к более эффективному использованию ускорителей для борьбы с внутренними опухолями.

В. П. САРАНЦЕВ, И. Н. СЕМЕНЮШКИН

В институтах и лабораториях

Экспериментальные ядерно-физические установки НИИ ЯФЭА ТПИ

Исследования по ядерной физике и физике элементарных частиц в Томском политехническом институте (ТПИ) начались в 1947 г., когда был создан и запущен один из первых в Советском Союзе бетатронов. В 1958 г. был создан Научно-исследовательский институт ядерной физики, электроники и автоматики при ТПИ (НИИ ЯФЭА ТПИ). В настоящее время этот институт имеет малогабаритные бетатроны на $4-6 \text{ Мэв}$, сильноточные бетатроны на 25 Мэв , микротроны на 6 и 10 Мэв , волноводные синхротроны на 10 и 30 Мэв , электронный синхротрон на $1,5 \text{ Гэв}$, циклотрон с диаметром полюсов 120 см , наносекундный ускоритель на 2 Мэв , электростатический генератор ЭСГ-2,5 и ядерный реактор ИРТ. На этих ускорителях сотрудники научно-исследовательских институтов и кафедр ТПИ проводят работы по физике элементарных частиц, ядерной физике, радиоактивационному анализу, радиационной физике, радиационной химии и дефектоскопии. Ниже приводятся характеристики различных установок.

Электронный синхротрон на $1,5 \text{ Гэв}$. В конце 1957 г. ТПИ была поручена разработка, сооружение и запуск электронного синхротрона на $1,5 \text{ Гэв}$ («Сириус»). Основные работы по его проектированию, изготовлению и запуску проводились в НИИ ЯФЭА ТПИ. В начале 1964 г. ускоритель был подготовлен к комплексной

наладке. В январе 1965 г. он был запущен в пониженном режиме, а в 1966 г. электроны ускорены до $1,36 \text{ Гэв}$ при интенсивности $\sim 5 \cdot 10^9 \text{ частиц/имп}$. Ускоритель (рис. 1) отличается следующими особенностями, определяемыми, с одной стороны, научными задачами, для решения которых создавалась установка, а с другой, — практическим осуществлением идей, возникающих при проектировании и сооружении синхротрона:

1. При слабой фокусировке синхротрон имеет высокую энергию, что наряду с большой длительностью ускорения позволяет исследовать влияние квантовых флуктуаций на движение частиц в циклических ускорителях.

2. Наиболее подходящим инжектором для синхротрона выбран микротрон. В настоящее время получаемая на нем энергия электронов равна $6,4 \text{ Мэв}$.

3. Использовалась инжекция на криволинейном участке. Показано, что трудности, связанные с проводкой пучка в рассеянном магнитном поле, могут быть преодолены; при этом высокое напряжение, подаваемое на инфлектор, можно снизить в три раза по сравнению с инжекцией на прямолинейном участке. Этот результат будет решающим при увеличении энергии инжекции. В частности, без изменений вводного устройства можно увеличить энергию инжекции до $12-15 \text{ Мэв}$.