

ческих исследований на встречных  $p\bar{p}$ -пучках. В середине 1982 г. завершится изготовление сверхпроводящих магнитов, а в 1983 г. планируется ускорить пучок до 1 ТэВ. Встречные  $p\bar{p}$ -пучки предполагается создать в 1984 г. Около ста сверхпроводящих диполей (из общего числа 774) уже размещены в кольцевом туннеле. Качество поля этих магнитов соответствует установленным допускам. Однако, как отмечалось в докладе А. Толлестрапа (FNAL), производство магнитов находится до сих пор на грани возможностей имеющейся технологии.

Ключевой проблемой при постановке экспериментов на основе  $p\bar{p}$ -взаимодействия является формирование достаточно плотного и интенсивного  $p$ -пучка. Основные схемные решения по  $p\bar{p}$ -проекту, предусматривающему светимость области взаимодействия  $10^{30}$  см<sup>-2</sup>.с<sup>-1</sup>, были представлены Д. Янгом (FNAL). В настоящее время функционирует экспериментальное магнитное кольцо, в котором изучается техника стохастического и электронного «охлаждения» протонного пучка. Заключается разработка устройств для генерации и фокусировки  $p$ -пучка, а также детекторов для исследования продуктов  $p\bar{p}$ -взаимодействия.

В Брукгейвской национальной лаборатории (BNL) сооружается установка ISABELLE для работы на встречных  $p\bar{p}$ -пучках энергией до 800 ГэВ в системе центра масс (с. ц. м.). Максимальная проектная индукция поля в сверхпроводящих магнитах составляет 5 Тл. Однако испытания серии таких магнитов, изготовленных в промышленности, показали, что проектное поле не достигается. Основной причиной сброса сверхпроводимости является тепловыделение при смещении отдельных секций обмотки магнитов во время цикла под действием сил Лоренца. Конструкция сверхпроводящих диполей нуждается в существенной доработке. В BNL развернута программа исследований, которая направлена на создание конструкции диполя, удовлетворительной с точки зрения магнитных характеристик и условий серийного производства. Большой интерес вызвал доклад В. А. Ярбы о разработке в нашей стране ускорительно-накопительного комплекса частиц сверхвысокой энергии. По проекту предусматривается получать протонные пучки энергией 3 ТэВ и создавать встречные  $p\bar{p}$ -пучки. Предполагается использовать сверхпроводящие магниты для обеспечения циклического движения частиц в кольцевой системе периметром более 20 км.

В последние годы в США введены в действие два больших  $e^+e^-$ -накопителя. Задача ближайшего будущего — доведение их параметров до проектных значений. В докладе Дж. Мак-Даниэля сообщалось о состоянии накопителя CESR, построенного в туннеле Корнеллского электронного синхротрона. Эта установка, рассчитанная на 8 ГэВ в каждом пучке и светимость  $10^{32}$  см<sup>-2</sup>.с<sup>-1</sup>, была построена за два года (1977—1979 гг.). В настоящее время достигнута энергия 5,5 ГэВ в каждом пучке, светимость составляет  $3 \cdot 10^{30}$  см<sup>-2</sup>.с<sup>-1</sup>. Время жизни накопленных пучков 6 ч. Дж. Рис (Станфордский линейный ускоритель SLAC) привел данные о  $e^+e^-$ -накопителе PEP, пущенном в 1980 г.

и рассчитанном на 18 ГэВ в каждом пучке, проектную светимость  $10^{32}$  см<sup>-2</sup>.с<sup>-1</sup>. Сейчас конечная энергия составляет 14,5 ГэВ и ограничивается возможностями ВЧ-системы. Достигнута светимость  $3 \cdot 10^{30}$  см<sup>-2</sup>.с<sup>-1</sup>. На обеих установках наблюдаются неустойчивости циркулирующих пучков. Кольцевые  $e^+e^-$ -установки имеют ограничения по предельной энергии, обусловленные интенсивным электромагнитным излучением. Физические исследования на  $e^+e^-$ -встречных пучках сверхвысокой энергии (100 ГэВ в с. ц. м. и более) сейчас все более определенно связывают с развитием линейной схемы сталкивающихся пучков. В докладе Г. Видемана (SLAC) приводились проектные данные линейной  $e^+e^-$ -установки на 100 ГэВ в с. ц. м. Проект еще не финансируется.

Широкое признание в США нашла идея И. М. Капчинского и В. А. Теплякова — высокочастотная квадрупольная фокусировка в начальной части линейных ускорителей. Она внедряется на многих ускорителях как построенных ранее, так и на создаваемых вновь. В частности, в 1982 г. будет переоборудована инжекционная секция мезонной фабрики в Лос-Аламосе.

Следует отметить серьезные усилия, предпринимаемые в целях создания условий для ускорения пучков самых тяжелых ионов до релятивистской энергии на Бэваллаке (Беркли). Первое мероприятие, проводимое на этом комплексе, состоит в сооружении нового высокоинтенсивного инжектора для Суперхайлака. Второе заключается в замене вакуумной камеры Бэватрона для достижения вакуума  $10^{-10}$  мм рт. ст. Осуществление этой программы позволит в начале 1982 г. получить на Бэваллаке тяжелые ионы, в том числе урана, энергией 2 ГэВ/нуклон.

Большое внимание в США уделяется автоматизации ускорителей. В автоматизации работы отдельных технологических систем крупных ускорителей главные функции возлагаются на микропроцессоры. Каждая технологическая система имеет свой микропроцессор и управляется в почти замкнутом цикле. Лишь в случае необходимости обращаются к большой управляющей машине.

Много докладов было посвящено разработкам и усовершенствованию отдельных систем ускорителей.

В заключение следует отметить, что применение сверхпроводимости в ускорительной технике стало реальным. Принципиальные проблемы, связанные с созданием синхротронных сверхпроводящих магнитов на индукцию 4—5 Тл, к настоящему времени решены. Сверхпроводящие магнитные системы положены также в основу многих проектов циклических ускорителей на малую и среднюю энергию (прежде всего компактные циклотроны для ускорения тяжелых ионов). В нескольких ускорительных центрах США и других стран развертываются работы, нацеленные на создание сверхпроводящих магнитов полем 8—10 Тл для циклических ускорителей и накопителей следующего поколения. В промышленности США разрабатывается технология производства сверхпроводников из Nb<sub>3</sub>Sn и NbTiTa. Начинает развиваться криогенная техника для охлаждения магнитных систем сверхтекучим гелием при температуре ниже 2 К.

ШУКЕЙЛО И. А.

## Научно-координационное совещание «Радиационная техника в сельскохозяйственном производстве»

В работе совещания, состоявшегося в марте 1981 г. в Минске, участвовали представители 17 организаций АН СССР, ВАСХНИЛ, академий наук союзных республик, ГНАЭ СССР, Министерства сельского хозяйства СССР, министерств сельского хозяйства Белоруссии и Литвы, учебных заведений Москвы, Ленинграда, Минска

и Харькова. Было заслушано и обсуждено 36 докладов по следующим направлениям: радиационная техника и ускорители электронов для обработки сельскохозяйственной продукции, отходов крупных свиноводческих комплексов и сточных вод; радиоизотопное приборостроение; ядерно-физические методы элементного анализа,

По первому направлению было сделано 14 докладов. Специалистами ЦНИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (ЦНИИМЭСХ) создан и эксплуатируется радиационный комплекс «Боровляны», являющийся в настоящее время основной базой для разработки и внедрения радиационной техники. Доклады специалистов института были посвящены исследованию обезвреживания навозных стоков животноводческих комплексов с использованием гамма-установок и ускорителей электронов, задачам технологической дозиметрии, выбору сенсibilизаторов, а также новым свойствам многоцелевой сельскохозяйственной радиоизотопной техники. По мнению многих специалистов, в настоящее время еще нельзя сделать вывод о том, какие установки лучше — гамма или ускорители. Главный недостаток последних заключается в их недостаточной надежности.

Проводимые в ЦНИИМЭСХ работы имеют хорошее математическое обеспечение, что также было отражено в докладах.

Группа институтов работает над технологией и экономикой обеззараживания сточных вод животноводческих комплексов на базе ускорителей ЭОЛ (0,4 МэВ). Н. А. Высоцкая привела обзор работ по радиационной обработке сточных вод в ФРГ.

Были заслушаны доклады о предпосевной обработке семян, в которых рассматривалось обоснование применения конкретного типа облучателя гамма-установки (Г. Т. Тычина), обсуждалась эффективность предпосевого облучения (Л. К. Страцкевич) и использование нейтронной радиации для стимуляции роста растений (Г. В. Пономарев) и др.

По радиоизотопному приборостроению было сделано 13 докладов специалистами ЦНИИМЭСХ, Литовского НИИ и Харьковского института механизации и электрификации сельского хозяйства. Приводились результаты разработки гамма-реле ГР-10 на ионизационных камерах для дискретного контроля уровней и основ теории радиоизотопной информационно-измерительной техники (М. Л. Гольдин); метод исследования сепарации высушиваемой массы в пневмобарабанных сушилках (Л. Ю. Венцос); оценка удельных потерь энергии электронов в веще-

стве (В. Д. Ткаченко); радиоизотопный газоанализатор, аэроионизатор и спектрометр аэроионов для системы регулирования микроклимата. С интересом участники совещания ознакомились с докладами и разработанными специалистами ЦНИИМЭСХ установками по обнаружению инородных предметов в потоках кормовых материалов (И. И. Гирудский), плотномером сенажа (А. М. Дмитриев), а также датчиками температуры и влажности.

Ядерно-физические методы анализа почвы и растений рассмотрены в докладах специалистов ВНИИ удобрений и агропочвоведения им. Д. Н. Прянишникова, а также ВНИИ ветеринарной санитарии. Обсуждены вопросы автоматизации массовых агрохимических анализов почвы и растений на основе ядерно-физических аналитических комплексов (Р. А. Срапенянец); система полной автоматической обработки  $\gamma$ -спектров в нейтронно-активационном анализе растений и кормов (А. И. Новиков); состояние и перспективы использования рентгено-флуоресцентного анализа для определения валового состава (П. Г. Марков). Особый интерес вызвал доклад И. Е. Замкова о принципах субстехиометрии в радиохимическом варианте активационного анализа.

В настоящее время внедрение нейтронно-активационного анализа почвы и растений сдерживается отсутствием соответствующей аппаратуры. Кроме того, определенное число элементов не контролируется не только нейтронно-активационным, но и рентгено-флуоресцентным анализом. Принципы субстехиометрии, основанные на использовании отечественных генераторов нейтронов и метода изотопного разбавления, позволяют определять около 50 элементов с точностью, не уступающей указанным двум видам анализа.

Участники совещания ознакомились с радиоизотопными лабораториями ЦНИИМЭСХ и посетили радиационный комплекс «Боровляны».

На заключительном заседании было принято решение, на основе которого будут координироваться работы по использованию радиационной техники в сельскохозяйственном производстве, а также на агропромышленных комплексах.

ГОЛЬДИН М. Л.

## В лабораториях

### Оценка технического состояния конструкции акустической эмиссией

В обеспечении эксплуатационной надежности ответственного оборудования АЭС на основе неразрушающих методов принципиально новые решения дает акустическая эмиссия. Преимущество перед известными методами неразрушающего контроля (ультразвуковым, рентгеновским, магнитографическим, капиллярным и другими) — в высокой чувствительности, позволяющей выявлять ранние стадии развития разрушений; возможности определять местоположение опасных зон разрушения неподвижно установленными датчиками, что исключает сканирование по поверхности контролируемого объекта и что особенно важно при затрудненном доступе к оборудованию; возможности на основе получаемой информации оценивать техническое состояние и прогнозировать ресурс конструкции путем сопоставления данных с проектными требованиями о допустимых условиях развития повреждений. Все это определяет повышенный интерес к использованию метода для контроля качества оборудования в процессе изготовления, монтажа и эксплуатации. Имеющиеся решения по схемам измерений и аппаратуре для регистрации эмиссии обеспечивают надежное выявление и определение

местоположения опасных зон в конструкции. Поэтому уже в настоящее время в некоторых случаях традиционными методами можно проводить лишь выборочный контроль в зонах, указанных акустической эмиссией, что дает значительный технико-экономический эффект.

Характерный пример результатов локализации акустической эмиссии на разных этапах гидравлического нагружения трубопровода диаметром 850 мм, толщиной стенки 48 мм из хромоникельмолибденовой стали с продольным сварным соединением и антикоррозионной наплавкой представлен на рис. 1. Показана схема участка трубопровода с расположенными на его поверхности у сварного соединения датчиками. Графическое изображение результатов представляет собой копии, полученные непосредственно с экрана многоканальной локационной аппаратуры акустической эмиссии.

Как следует из рис. 1, по мере возрастания давления точки (события акустической эмиссии) концентрируются в области сварного соединения и таким образом выявляются зоны расположения опасных дефектов. В лабораторных условиях отрезок трубопровода был нагружен до раз-