

соответственно пластинчатым и кожухотрубным поверхностям. Отмечается также большой вес всех теплопередающих поверхностей, составляющий в среднем ~25 т на 1000 кВт установленной электрической мощности фреоновой турбины.

Большое внимание семинар уделил докладам, посвященным термодинамическим, физическим и химическим свойствам низкокипящих веществ и диссоциирующих газов. В докладах Московского энергетического института говорилось о результатах исследования термодинамических свойств фреона-21 и об исследованиях физико-химических свойств фреона-21, доклад Института теплофизики был посвящен теплообмену при кипении и конденсации фреона-21. Вопрос термодинамических свойств этого и других рассматриваемых низкокипящих веществ затрагивался в каждом выступлении и был подробно изложен в отдельных сообщениях организаций, занимающихся энергетическими установками с низкокипящими веществами.

В дискуссиях участников семинара говорилось о необходимости проведения дальнейших работ по выбору рабочих тел с низкой температурой кипения для создания мощных каскадных энергетических установок.

Поездка советских физиков в Италию

В ноябре 1968 г. в Италию находилась делегация советских физиков, знакомившаяся с ведущими там работами в области ядерной физики низких и средних энергий. Делегация посетила научные центры во Фраскати, Касачча, вычислительный центр в Болонье, Физический институт Миланского университета, лаборатории «ЧИЗЕ» (Милан) и Национального института ядерной физики в Падуе и фирму «ЛАБЕН» (Милан), производящую радиоэлектронное оборудование.

В каждой из упомянутых организаций ведутся исследования по многим проблемам. В то время в каждой из них имеется одно-два основных направления исследований, которым и уделяется максимум внимания. Это физика высоких энергий и физика плазмы во Фраскати, ядерные реакторы в Касачча, физика ядерных реакторов в Болонье. Ниже пойдет речь лишь о тех работах, которые непосредственно касаются ядерной физики.

Во Фраскати такие работы ведутся на двух ускорителях: на электронном синхротроне (1000 Мэв) и линейном ускорителе электронов (400 Мэв). В принципе, оба эти ускорителя являются инжекторами накопителя встречных электронно-позитронных пучков, но часть времени используется и для работ по ядерной физике. Среди ведущихся на синхротроне исследований несомненный интерес представляют исследования реакции (e, e^+p). Эта реакция, подобно реакции ($p, 2p$), позволяет изучать импульсное распределение протонов в ядрах. По сравнению с реакцией ($p, 2p$) она обладает преимуществами: электроны не поглощаются ядром; отсутствие сильного взаимодействия налетающего электрона с ядром упрощает интерпретацию результатов. Были проведены первые измерения на ядрах C^{12} и S^{32} с энергетическим разрешением порядка 10 Мэв. Сейчас ведутся работы по усовершенствованию методики эксперимента и получению разрешения 5–3 Мэв. Другая работа — исследование фоторасщепления He^3 в диапазоне энергии γ -квантов 150–550 Мэв: $\gamma + He^3 \rightarrow p + d$. Предполагается провести измерения сечения реакции $\gamma + d \rightarrow p + n$. На пучке γ -квантов

Отмечалась недостаточность изученности термодинамических, физико-химических, токсичных и других свойств низкокипящих веществ, а также необходимость более широкого проведения экспериментальных и теоретических работ по изучению газодинамических свойств рабочих веществ турбин, вопросов коррозионной стойкости металлов при параметрах, соответствующих энергетическому циклу.

Были высказаны предложения по отысканию путей создания конкурентоспособных мощных каскадных установок, для которых возможно сохранение темпа роста единичных мощностей блоков в ближайшие десятилетия. К таким предложениям относились: уменьшение удельного веса турбин и теплообменной аппаратуры, увеличение единичной мощности блоков, совершенствование и определение оптимальных параметров каскадных циклов и другие мероприятия.

Было отмечено, что применение каскадных схем с низкокипящими рабочими телами особенно предпочтительно для ядерной энергетики, в первую очередь для АЭС с невысокими параметрами теплоносителя, но с большой единичной мощностью реакторов.

А. В. БАКАНОВ

тормозного спектра с граничной энергией 850 Мэв исследована реакция $\gamma + {}^{55}_{25}Mn = 2\pi^- + {}^{55}_{27}Co$. В подвергнутой облучению мишени обнаружен Co^{55} . Сечение этого процесса, приводящего к образованию ядра с изотопическим спином, отличающимся на две единицы от спина ядра-мишени, составляет 10^{-32} см^2 . На линейном ускорителе электронов в настоящее время ведется подготовка к исследованию упругого рассеяния π -мезонов. Ожидаемая интенсивность пучка мезонов после конвертера 10^6 пионов/сек .

В реакторном центре Касачча исследования по физике ядра ведутся, в основном, на двух установках: исследовательском реакторе РК-1 (мощность 1 Мвт, поток нейтронов $3 \cdot 10^{13} \text{ н/сек} \cdot \text{см}^2$) и ускорительной трубке на 400 кэв. Последняя используется как импульсный источник монохроматических нейтронов с энергией 14,5 и 3 Мэв (реакции dT и dd , соответственно). Основные направления работ: радиационный захват тепловых нейтронов и резонансное рассеяние γ -лучей. Регистрация γ -квантов ведется германиевыми детекторами объемом до 30 см^3 и с энергетическим разрешением 4–5 кэв в области 1 Мэв.

Хорошее впечатление производит вычислительный центр Национального комитета по атомной энергии в Болонье. В центре имеются две большие машины IBM-7094 и IBM-7040, которые могут работать как совместно, так и раздельно. С реакторным центром в Касачча машины связаны «радиомостом». Процесс поступления информации, ее обработки и отправки обратно полностью автоматизирован. В самом центре основной объем вычислений связан в настоящее время с программой разработки быстрых реакторов. Кроме того, большое внимание уделяется автоматизации обработки экспериментальных данных, получаемых на искровых и пузырьковых камерах.

В Физическом институте Миланского университета имеется изохронный циклотрон с переменной энергией. Параметры самого циклотрона (максимальная энергия протонов 45 Мэв, возможность ее изменения в интервале 20–45 Мэв, ток выведенного пучка $\approx 1 \text{ мкА}$)

вполне удовлетворительны. Однако энергетический разброс в пучке составляет $\approx 1\%$ и пока нет возможности монохроматизации. Кроме того, практически нет экспериментальных помещений, т. е. защищенных кабин. В ближайшие два-три года планируется строительство четырех кабин, одна из которых будет оборудована магнитом-монокроматором. Сам магнит ($\theta = 120^\circ$, $R = 2,5$ м, $n = 0,5$) уже куплен в Швеции и доставлен в институт. Физические работы на циклотроне ограничиваются пока исследованием механизма реакции (p, α) на легких ядрах. Планируется изучение неупругого рассеяния протонов, деления ядер под действием быстрых протонов и упругого рассеяния протонов на легчайших ядрах (например, на H^3).

В Милане находится также научный центр «ЧИЗЕ» (Centro Informazioni Studi Esperienze). Это название сохранилось с тех пор, когда основной функцией центра был сбор научно-технической информации. Сейчас это большой институт с собственной экспериментальной базой. В области ядерной физики работы велись на генераторе Ван де Граафа с энергией 3 Мэв. В настоящее время на месте этого генератора сооружается тандем на энергии 8 Мэв. Пуск этого ускорителя планируется на 1969 г. В течение последних лет ведется разработка источника поляризованных ионов, в основе которого лежит предложенный Е. К. Завойским метод использования метастабильного $2S_{1/2}$ -состояния атома водорода. Первые экспериментальные результаты выглядят обнадеживающе, но работа еще не завершена. На высоком уровне ведутся исследования в радиоэлектронной лаборатории центра «ЧИЗЕ» под руководством д-ров Коттини и Гатти. Основное внимание уделяется разработке быстрых преобразователей амплитуда — код и время — код. На основе прове-

денных в лаборатории разработок фирмой «ЛАБЕН» серийно выпускается преобразователь амплитуда — код на 4096 каналов с постоянным, не зависящим от амплитуды сигнала, мертвым временем 17 мксек и разбросом ширины каналов (дифференциальной нелинейностью) меньше 1%. Другой прибор, разработанный там же и выпущенный фирмой «ЛАБЕН», преобразователь время — код с шириной канала $5 \cdot 10^{11}$ сек и числом каналов 256 000. Здесь же следует сказать, что и остальная продукция фирмы: многоканальные амплитудные анализаторы и различные аналоговые устройства (усилители, дискриминаторы, схемы пропускания и т. д.) весьма высокого качества.

В лабораториях Национального института ядерной физики в Падуе основной установкой является генератор Ван де Граафа с энергией 5,5 Мэв. Генератор используется и в импульсном режиме (длительность импульса 2 нсек, частота повторения $1/2$ МГц, средний ток 1,5 мкА). Основные направления работ: исследование схем уровней ядер в реакциях ($p, p'\gamma$), ($d, p\gamma$), исследование схем уровней в реакциях типа (He^3, n), например, возбужденных состояний V^8 в реакции $Li^6(He^3, n)V^8$. Недавно выполнена работа по поиску дважды запрещенного по изотопическому спину резонанса в упругом рассеянии протонов на S^{32} (уровень $T=3/2$ Si^{32}). Кроме того, ведется большой цикл исследований неупругого рассеяния нейтронов ($n, n'\gamma$) в интервале энергии 0,8—4 Мэв.

В заключение хочется сказать, что советская делегация была доброжелательно принята как руководством и сотрудниками Национального комитета по атомной энергии Италии, так и сотрудниками всех лабораторий, которые она посетила.

В. П. РУДАКОВ

Переносный отражательный гамма-толщиномер ТОР-1

Во Всесоюзном научно-исследовательском институте радиационной техники разработан переносный отражательный гамма-толщиномер ТОР-1 (рисунк), предназначенный для измерения толщины стальных листов, толщины стенок труб и различных емкостей при наличии одностороннего доступа к контролируемому объекту.

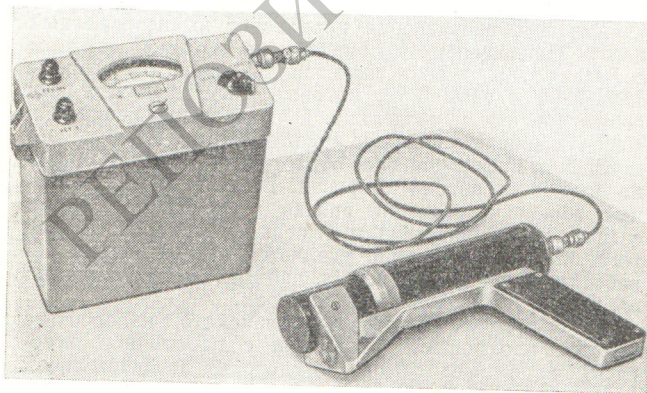
Принцип действия прибора основан на зависимости интенсивности обратно рассеянного γ -излучения от

толщины объекта измерения. Диапазон измерения (по стали) от 0,5 до 16 мм разбит на 2 поддиапазона: $I - 0,5 \div 5$ мм, $II - 4 \div 16$ мм. Погрешность измерения лучше, чем $\pm 10\%$. Диапазон рабочих температур от -10 до $+40^\circ C$. Относительная влажность до 98% при температуре до $+25^\circ C$. Продолжительность работы от одного комплекта (6 шт.) батарей не менее 50 ч.

Источником γ -излучения служит изотоп Co^{60} активностью около 60 мкюри, помещенный в вершине пирамиды из вольфрамового сплава, установленной в головке датчика. В качестве детектора обратно рассеянного излучения применяется сцинтилляционный кристалл $NaI(Tl)$ диаметром 30 и толщиной 20 мм и фотоэлектронный умножитель ФЭУ-35.

С датчика, оформленного в виде отдельного конструктивного узла, сигнал через кабель подается на радиоэлектронный блок, в котором этот сигнал преобразуется в ток, пропорциональный интенсивности обратно рассеянного γ -излучения. Величина тока регистрируется стрелочным прибором, расположенным на передней панели блока. С помощью калибровочной кривой определится толщина измеряемого объекта в зависимости от показаний прибора. На передней панели блока кроме стрелочного прибора находятся органы управления: переключатель диапазона измерения, регуляторы напряжения питания и установки нуля.

Питание прибора осуществляется от шести элементов типа «Сатурн» или «Марс», расположенных в радио-



Переносный отражательный гамма-толщиномер ТОР-1.