

усиления различны для разных режимов работы. В докладе «Новая упрощенная контрольно-измерительная полупроводниковая аппаратура для управления и защиты экспериментальных ядерных реакторов» (Польша) рассматривается динамика работы системы в различных режимах. Система в основном выполнена на транзисторах и магнитных усилителях. Структурная схема системы представляет несомненный интерес, так как содержит некоторые функциональные блоки, позволяющие повысить надежность пуска, улучшить статическую точность и динамические характеристики.

Об использовании счетчика импульсов в качестве датчика для измерителя периода говорится в венгерском докладе. Прибор состоит из пересчетных схем, построенных на транзисторных мультивибраторах, и измерителя интервала времени. При возрастании мощности счетчики фиксируют моменты, когда она увеличивается в 2, 4, ... и $2n$ раза; при этом измеряются промежутки времени, соответствующие прохождению мощности через эти точки. Прибор измеряет период удвоения числа импульсов. Показания прибора печатаются на специальном бланке.

Часть докладов посвящена разработке и проверке методов исследования физических характеристик и параметров исследовательских реакторов и критических сборок. Д. Альберт и др. (ГДР) сообщили об измерении температуры нейтронного газа в активной зоне реактора с помощью резонансных детекторов Lu^{176} , Eu^{151} , Pu^{239} и др. В докладе С. Ишмаева и др. (СССР) изложены результаты экспериментального изучения процесса термализации нейтронов во времени в водородсодержащих замедлителях.

В нескольких докладах приведены результаты измерений нейтронных шумов реакторов для определения передаточной функции и других характеристик реакторов.

В одном из польских докладов обсуждается возможность контроля мощности реактора по активности N^{16} , образующегося в водяном теплоносителе. Показано, что независимо от распределения потока нейтронов по активной зоне реактора тепловую мощность его можно контролировать с помощью данного метода с точностью $\pm 3\%$.

Г. ЖЕМЧУЖНИКОВ

Симпозиум по использованию радиоизотопной техники в промышленности и геофизике

В октябре 1965 г. в Варшаве МАГАТЭ провело симпозиум по радиоизотопным приборам для промышленности и геофизики, в котором приняли участие более 200 специалистов из 22 стран и трех международных организаций (СЭВ, МАГАТЭ, Евратом). Были рассмотрены работы в области ядерной геофизики (секции применения радиоизотопных приборов в геофизике, применения нейтронных методов в геофизике, γ — γ -методов измерения плотности и влажности, других методов ядерной геофизики) и промышленного применения (секции использования радиоизотопных приборов, рентгеновского флуоресцентного анализа, измерения толщин, плотности и уровней).

Обсуждению специальных вопросов предшествовали обзорные доклады П. С. Савицкого «Применение радиоизотопных приборов в промышленности СССР», К. Клейтона и Дж. Камерона (Великобритания) «Обзор конструкций радиоизотопных приборов и их применение в промышленности», Ч. Титтла (США) «Применение радиоизотопных приборов в геофизике» и Ф. А. Алексеева (СССР) «Современное состояние и дальнейшие пути развития ядерной геофизики».

Значительное количество докладов было посвящено применению нейтронных методов в промышленности и геофизике для анализа вещественного состава различных материалов, образцов горных пород, жидкостей, а также для измерения влажности почв, грунтов и различных материалов. В докладе И. Майржика и А. Зубера (Польша) дана оценка погрешностей измерения влажности, вносимых изменениями плотности и поглощающими примесями. Французские ученые сообщали о применении нейтронного метода для контроля влажности смесей, предназначенных для агломерации, измерения влажности зерна при кондиционировании и хранении, а также для наблюдения за инъекциями смолы при проведении работ по спасению храмов Абу-Симбел в ОАР.

В работе А. В. Антонова и др. (СССР) сообщено о применении метода нестационарной диффузии для

измерения времени жизни, коэффициента диффузии и коэффициента диффузионного охлаждения нефтей Арланского месторождения и кварцевого водонасыщенного песчаника. В докладах К. И. Якубсона и др. (СССР) на основании экспериментов и теоретических расчетов обоснована методика интерпретации многокомпонентных спектров. Приведены результаты применения γ -спектроскопии на месторождениях руд черных металлов и бурого угля.

В докладе В. Мотта и Д. Роудса (США) описана установка для определения содержания водорода в жидких углеводородах по регистрации результатов взаимодействия нейтронов с углеводородами. Точность измерений составляет $\sim 0,03$ вес. %, что соизмеримо с точностью β -метода и на порядок превосходит точность химических анализов и газовой хроматографии.

Е. М. Филиппов и др. (СССР) применили метод пропускания резонансных нейтронов для оценки содержания в образцах горных пород элементов с высокими сечениями захвата в надтепловой области (например, алюминия и магния). В докладе М. Береш (Венгрия) отмечена тесная коррелятивная связь между содержанием окиси марганца и окиси кремния в некоторых марганцевых рудах (коэффициент корреляции 0,9). Т. Мартин и др. (США) описывают установку с генератором Кокрофта — Уолтона для автоматического определения содержания углерода, кислорода, алюминия и кремния в движущейся на конвейере угольной массе. Содержание углерода и кислорода определялось по интенсивности γ -излучения неупругого рассеяния быстрых нейтронов, а алюминия и кремния — методом активационного анализа. В докладе А. К. Берзина и др. (СССР) сообщается об определении содержания в образцах горных пород и руд меди, цинка, бария, циркония, титана и других элементов γ -активационным методом с использованием стандартных отечественных лабораторных бетатронов и многоканальных γ -спектрометров.

Несколько докладов было посвящено теоретическим вопросам ядерной геофизики. В обзорном докладе Д. А. Кожевникова (СССР) рассмотрено пространственно-энергетическое и временное распределения нейтронов и γ -квантов в среде заданного состава и геометрии при заданном пространственном, энергетическом и временном распределении источников. Результаты численных расчетов нестационарных нейтронных полей в горных породах методом статистических испытаний (Монте-Карло) представлены в докладе С. А. Денисика и др. (СССР). Р. Л. Колдуэлл и др. (США) рассмотрели теоретические и экспериментальные модели для изучения влияния параметров скважин и свойств горных пород при измерениях времени жизни тепловых нейтронов.

Довольно широко представлены работы по применению рентгено-радиометрического метода в промышленности и геофизике при исследовании состава сталей, цемента, газов, водных суспензий, определении зольности угля на конвейере, для решения некоторых технических задач (почтовой сортировки, измерения толщины гальванических покрытий) и т. д. Общие вопросы рентгено-радиометрического метода рассмотрены в обзорном докладе Дж. Ротариу (США). Сообщено о разработке источников рентгеновских лучей для рентгеновского флуоресцентного анализа. Большой выход рентгеновских лучей $K - \alpha$ был измерен для углерода, титана, железа и меди. Предполагается, что этот метод найдет широкое применение при аналитических определениях состава, измерениях плотности и толщины. Описан узкополосный рентгеновский детектор золота с источником ^{133}Xe активностью 20 $\mu\text{юри}$. Гамма-лучи источника ($E = 0,08 \text{ Мэв}$) возбуждают характеристическое рентгеновское излучение золота в предметах, содержащих его на поверхности.

В докладе И. Неводничанского (Польша) сообщены результаты применения рентгеновского метода непосредственно на шахтах для определения содержания меди в рудах. Анализ оловянных и медных руд с помощью портативного рентгеновского флуоресцент-

ного анализатора описан в докладе А. Дарилея и К. Лими (Великобритания). Чувствительность метода составляет 0,05% (по олову) и 0,25% (по меди). Отмечается, что ошибки, связанные с разнообразием размеров зерен, вкраплений и частиц вмещающей породы, могут быть значительно уменьшены тщательным отбором образцов или их измельчением до частиц с радиусом менее 50 $\mu\text{м}$.

Ф. Дадд и Г. Друллард (США) привели описание системы для измерения плотности урановых руд с автоматической интерпретацией результатов измерений на электронно-вычислительной машине. Результаты измерений двумя различными зондами ($\gamma - \gamma$ метод) вместе с данными о диаметре скважины и параметрами калибровки записываются на перфокартах, которые вводятся в ЦЭВМ для автоматической интерпретации плотности, пористости и влажности с последующей корреляцией.

После окончания работы симпозиума советская делегация посетила центр ядерных исследований Шверк.

В Кракове члены советской делегации с интересом ознакомились с работами в области ядерной геофизики, проводимыми в Институте ядерной техники Горнометаллургической академии. В Кракове же состоялось организованное МАГАТЭ экспертное совещание по использованию радиоизотопов в разведке и разработке природных ресурсов. В совещании участвовало 25 специалистов от 10 стран.

Материалы симпозиума и экспертного совещания будут опубликованы.

Подытоживая результаты работы симпозиума и совещания экспертов, можно отметить, что применение радиоизотопных приборов в промышленности и геофизике уделяется большое внимание во многих странах.

Очередной симпозиум по ядерной геофизике предполагается провести в СССР в 1968 г.

Ф. А. АЛЕКСЕЕВ, Д. А. КОЖЕВНИКОВ,
Р. А. РЕЗВАНОВ, А. И. ХОЛИН

Совещание по вопросам фиксации радиоактивных отходов

В декабре 1965 г. в Дубне (СССР) состоялось совещание в рамках МАГАТЭ «Физические и химические свойства материалов, природных для использования при захоронении радиоактивных отходов». В работе совещания участвовали представители Бельгии, Великобритании, Индии, СССР, США, Франции, ФРГ, ЧССР и Японии.

Повесткой дня совещания предусматривалось обсуждение свойства твердых препаратов, пригодных для включения отходов различной удельной активности: низкой (меньше 10^{-4} $\mu\text{юри/л}$), средней (от 10^{-4} до 10 $\mu\text{юри/л}$) и высокой (больше 10 $\mu\text{юри/л}$).

Однако в ходе дискуссии рассматриваемые твердые препараты делились по существу только на две категории: пригодные для включения отходов с удельной активностью ниже 1 $\mu\text{юри/л}$ и выше 1 $\mu\text{юри/л}$. Для последних характерен саморазогрев теплом радиоактивного распада, особенно интенсивный при удельной активности 10 $\mu\text{юри/л}$ и более.

Препараты для отходов с удельной активностью менее 1 $\mu\text{юри/л}$

Цементы. Важными преимуществами связывания радиоактивных отходов цементами является отсутствие необходимости нагрева, газовых выбросов, а следовательно, и систем улавливания аэрозолей. Эксперты, однако, не рекомендовали применять этот метод к высокоактивным отходам по следующим соображениям: 1) объем отходов увеличивается в 1,2—2,5 раза; 2) радиоактивные вещества фиксируются недостаточно надежно; скорости их выщелачивания достигают 10^{-1} — 10^{-2} $\text{г/см}^2 \cdot \text{сутки}$ и незначительно снижаются введением таких добавок, как вермикулит или водоотталкивающие компоненты; 3) хранение цементных блоков с удельной активностью более 10^{-6} $\mu\text{юри/л}$ невозможно без надежной гидроизоляции; 4) низкая радиационная стойкость цемента делает