

ного анализа практически не ограничена; 4) рентабельность активационных методов в целом не вызывает сомнений.

Для участников симпозиума было организовано посещение Свободного университета. Радиационной базой исследований последнего является компактный циклотрон фирмы «Филлипс» с переменной энергией до 32 Мэв, на котором получают α -частицы, ионы He³, дейтроны и протоны. Кроме проведения исследований на нем получают изотопы, в том числе короткоживущие. Интересно, что основной штат циклотрона состоит из четырех человек: инженера и трех техников. Характерным является высокая степень автоматизации и надежности аппаратуры. Оборудование самое современное. Электронные схемы выполнены на транзисторах. Для активационного анализа используется многоканальный гамма-спектрометр с автоматической сменой образцов и со счетно-решающим устройством, благодаря которому можно сразу определить площади пиков на спектрограмме. Для автоматического одно-

временного счета C¹⁴ и трития имеется установка с автоматической сменой образцов. Задача оператора сводится в основном к разливу жидкой пробы в стаканы с жидким сцинтиллятором.

На небольшой выставке, организованной фирмами в здании проведения симпозиума, были продемонстрированы автоматические гамма-спектрометры: голландский фирмы «Филлипс» на 400 каналов и американский фирмы «Чикаго нуклеар корпорейшн» на 1600 каналов с трехмерной осциллограммой. Кроме того, был показан макет компактного циклотрона фирмы «Филлипс», предназначенный благодаря своей относительно низкой цене (200 000 долл.) и простоте обслуживания для медико-биологических целей. Были выставлены также малогабаритный нейтронный генератор и мониторы излучений.

Материалы симпозиума будут изданы МАГАТЭ в начале 1968 г.

А. ПУШКАРСКИЙ, Ю. РЯБУХИН

Симпозиум МАГАТЭ по лучевой стерилизации медицинских продуктов

В июне 1967 г. в Будапеште состоялся симпозиум МАГАТЭ по стерилизации медицинских продуктов. В работе симпозиума приняла участие 21 страна, на восьми заседаниях было заслушано около 40 докладов.

Два первых заседания были посвящены лучевой стерилизации фармацевтических и биологических продуктов, третье — лучевой стерилизации биологических тканей, на четвертом рассматривались вопросы использования ионизирующих излучений в производстве вакцин. Последние три заседания были посвящены стерилизации медицинских инструментов и материалов, радиочувствительности микроорганизмов и микробиологическим исследованиям простерилизованных объектов, техническим и экономическим аспектам лучевой стерилизации и обсуждению свода практических правил по лучевой стерилизации медицинских продуктов, который был составлен в декабре 1966 г. в Вене группой экспертов МАГАТЭ.

В настоящее время широко используются новые материалы и упаковочные средства, новые синтетические препараты, не поддающиеся ни химическим, ни термическим способам обеспложивания. Это делает лучевую стерилизацию основным видом стерилизации в разнообразных отраслях медицинской промышленности. Только лучевая стерилизация может обеспечить современное производство предметов одноразового употребления, выпускаемых в больших количествах. Кроме того, чувствительные к термической обработке препараты — антибиотики, некоторые гормоны, плазма крови, кровезаменители, кости и различные трупные материалы, используемые в хирургической практике, могут быть простерилизованы только с помощью ионизирующих излучений.

Например, в Англии на протяжении последних пяти лет производится массовое коммерческое облучение более 20 наименований фармацевтических и других медицинских продуктов. Фирма «Этикон ин корпорейшн» (США), крупнейшая в мире по выпуску различных медицинских изделий, с 1956 г. начала производство на продажу изделий, стерилизованных

ионизирующим излучением. Обработке подвергаются более 80% всегошовного материала, изготавливаемого фирмой, и все предметы одноразового пользования. Метод лучевой стерилизации используется в относительно крупных масштабах также в Австрии, Дании, Канаде, Франции, ФРГ, Швеции и т. д.

Работа симпозиума началась обзорным докладом С. Голдблита (США), посвященным общим принципам лучевой стерилизации. Автором изложены основные теоретические положения о влиянии облучения на микроорганизмы, затронуты вопросы бактерицидного действия излучения, прямого и непрямого действия облучения на бактериальную клетку, влияния окружающей среды на бактерицидный эффект излучений (питательная среда, газы, температура, возраст культуры бактерий, хранение после облучения и т. д.). Приведены данные о корреляции между чувствительностью к температуре и к облучению. Подверглась критике теория мишени с точки зрения объяснения значения концентрации бактерий в среде для бактерицидного эффекта. Большое внимание было уделено вопросам радиационной чувствительности бактериальных токсинов, особенно батулинического. Автор указал на необходимость использования больших доз облучения выше 2,5 Мрад для материалов, которые могут содержать бактериальные токсины.

На заседании, посвященном производству вакцин с помощью ионизирующего излучения, с большим интересом был заслушан доклад М. А. Туманян (СССР), в котором показана возможность образования радиорезистентных микроорганизмов, имевшихся в культуре до облучения. Отмечено, что многократное облучение γ -квантами как в суббактерицидных, так и в бактерицидных дозах приводит к возникновению радиорезистентных мутантов. Этот вывод был сделан на основании экспериментов, проведенных с генетически детерминированными видами кишечной палочки и с получением рекомбинантов от родительских штаммов, подвергшихся многократному воздействию γ -квантов. Указано на необходимость с большой осторожностью относиться к рекомендациям по многократному облучению

различных медицинских и пищевых продуктов или к так называемой лучевой пастеризации.

Большое число данных о лучевой стерилизации фармацевтических препаратов сообщили в своих докладах ученые ВНР. Такие препараты, как дезоксикортикостеронацетат, гидрокортизон, эстрадиол бензоат, прокаиин, гидрохлорид, прогестерон, глазные мази, содержащие хлорамороникол и гидрокортизон ацетат, водные растворы сульфат атропина и др., были простерилизованы в Советском Союзе на гамма-установке с источником Co^{60} типа ЭКУ-50 в Институте эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалея. Были получены данные, показавшие, что для разных фармацевтических препаратов нужны различные стерилизующие дозы от 1,5 *Мрад* и выше. В некоторых сообщениях отмечалось, что увеличение стерилизующей дозы до 4,5 *Мрад* в ряде случаев снижает активность препаратов и изменяет их свойства. Однако доза может быть и снижена в случае уменьшения первоначального загрязнения облучаемых лекарств. Венгерские фармакологи, так же как американские и английские исследователи, считают необходимым и возможным с этой целью изменять процесс производства препаратов и гигиенические условия на производстве. Хотя эти изменения в процессе изготовления препаратов могут несколько удорожить стоимость продукта, следует идти на это, поскольку тепловая стерилизация и другие способы обеспложивания значительно изменяют качества и эффективность препаратов.

В докладах английских ученых было показано, что в Великобритании большое значение придается лучевой стерилизации недорогих медикаментов и материалов одноразового пользования, широко применяемых в офтальмологии. Например, для промывания передней камеры глаза требуется солевой раствор с концентрацией 0,9%, который, как правило, используется один раз, а весь остальной объем его выбрасывается. Поэтому представляет интерес использование полистироловых шприцев емкостью 10 мл, наполненных солевым раствором и облученных дозой 2,5 *Мрад*.

Большое внимание на симпозиуме уделялось лучевой стерилизации биологических тканей, применяющихся как гомотрансплантаты, и шовных материалов

в хирургии. Было показано, что консервированные человеческие кости, хрящи, а также сухожилия от коров могут с успехом использоваться для пересадок при их стерилизации с облучением дозами от 2,5 до 3,5 *Мрад*. По данным Островского и др. (Польша), было проведено 2000 пересадок костей и хрящей в год. Все пересаженные ткани, обработанные облучением, прижились в организме и были стерильными.

В докладе Берри и Кукна (Англия) о стерилизации шприцев для подкожных инъекций одноразового пользования содержится многочисленные данные о промышленном использовании лучевой стерилизации.

Во многих сообщениях отмечалось, что на стадии промышленного освоения процессов стерилизации в качестве источников ионизирующих излучений применяются ускорители электронов. Примерами могут служить использование линейного ускорителя на 10 *Мэв* в Рисо (Дания) (Н. Нольм и Е. Христенсен «Обзор по радиостерилизации медицинских продуктов») и линейного ускорителя типа «Цирк-10» мощностью 10 *квт* и производительностью 3,6 *т/ч* на 1 *Мрад* в Радиационном центре общества технологических и промышленных исследований КАЭ Франции (Н. Уоре и Ф. Решит. «Функционирование радиационного центра, специализирующегося в области медицинских инструментов»).

Б. Бейнес (Англия) в докладе «Зависимость конструкции установки от стоимости продукта» показал, что при разработке мощных установок для стерилизации медицинских продуктов необходимо строго учитывать конкретный вид продукта, в противном случае при создании более или менее универсальной установки дополнительные издержки на капитальные затраты могут составлять примерно 100 000 долл. и более.

Симпозиум показал, что применение ионизирующих излучений для стерилизации в медицине за последние годы значительно расширилось и приобрело промышленное значение.

В своде правил и рекомендаций по лучевой стерилизации, обсужденном на этом симпозиуме, предусмотрены все вопросы контроля стерильности, безвредности, дозиметрического контроля, инспектирования и т. д.

Б. ЖУКОВ

Поездка советских ученых в Бельгию и Голландию

Делегация Государственного комитета по использованию атомной энергии СССР в составе И. Г. Гвердцители (руководитель делегации), В. Ф. Зеленского, И. П. Садикова, А. А. Иванова, Ю. А. Малинина с 14 по 28 июня 1967 г. совершила поездку в Бельгию и Голландию с целью ознакомления с работами в области физики твердого тела. В соответствии с программой делегация посетила в Бельгии: Атомный центр в Моле (СЕН — ССК), университеты в Генге, Льеже, Лувэне, Национальный центр металлургических исследований в Льеже и филиал фирмы «Хобокен» в Оллене, специализирующейся по производству полупроводниковых материалов. В Голландии делегация ознакомилась с Атомным центром в Петтене (RCN), Реакторным институтом и Институтом металлов по организации прикладных научных исследований в Делфте, Лабораторией низких температур Камерлинг-Оннеса в Лейденском университете. Делегация ознакомилась с общими направлениями исследований в указанных научных организациях и осматривала некоторые лаборатории

и экспериментальные установки, причем ограниченность времени не позволила составить полное представление о состоянии и направлении проводимых в этих странах научных работ.

Бельгия и Голландия в области атомной науки и техники не являются ведущими странами, тем не менее их работы отличаются целенаправленностью и четкой организацией исследований, а лаборатории оснащены современным экспериментальным оборудованием. Научные программы в атомных центрах этих стран тесно связаны с решением практических задач: для Бельгии в основном с производством дешевой атомной электроэнергии, для Голландии с созданием судовых атомных двигателей (реакторы типа PWR с водой под давлением).

В большинстве научных центров Бельгии и Голландии широко проводятся исследования по электронной микроскопии с применением приборов лучших марок («Джем», «Хиташи», «Филлипс»). Используются также рентгеновские микроанализаторы (с диаметром пучка менее 1 *мк*) для определения химического состава