

иков, так и в результате использования имеющихся ускорителей (ЭСУВИ, УТИ, ВГ-4, ЛУЭ-300 и др.).

На совещании были широко представлены работы по исследованию радиационных дефектов в ионных кристаллах (Институт физики АН Эст.ССР, ИФ АН СССР, Институт физики АН ГССР) и по ионному и ядерному легированию полупроводников (МИФИ, Институт физики АН УССР, Белорусский ГУ, НИИЯФ МГУ).

Из большого числа теоретических работ, посвященных перечисленным проблемам, остановимся лишь на нескольких, представляющих несомненный интерес.

В докладе «О кинетических уравнениях диффузионных процессов в материале под облучением» В. В. Слезовым и В. И. Дубинко проанализирован весьма важный в теории распухания и неоднократно обсуждавшийся ранее (см., например, Слезов В. В. — Укр. физ. журн., 1968, т. 13, № 9, с. 1505; Nichds F. — J. Nucl. Mat., 1978, v. 75, p. 32) вопрос об определении диффузионных потоков точечных дефектов к отдельно макроскопическому дефекту — поре или краевой дислокации с учетом взаимодействия с последней. Авторами показано, что облучение не влияет на вид выражения для скорости роста макроскопических дефектов и должно учитываться лишь при нахождении средней концентрации точечных дефектов. На основе этого результата с учетом процессов рекомбинации точечных дефектов, внешнего давления и рождения атомов газа в результате облучения составлена система уравнений, позволяющая рассмотреть процессы радиационной ползучести и распухания.

П. А. Березняк, Н. М. Кирюхин и В. И. Рябухин в докладе «Влияние радиационного отжига дислокационной структуры холодно-деформированных металлов на процессы распухания и радиационной ползучести» предложили простую модель, согласно которой две близко расположенные дислокации являются нейтральным стоком. Эта модель позволяет дать удовлетворительное объяснение некоторым экспериментальным данным, в частности, существованию «инкубационного» периода распухания. Н. А. Голубевым и Э. А. Коптеловым был представлен доклад об особенностях образования дислокационных петель при облучении пульсирующим сильноточечным пучком со скважностью $\sim 10^2$. Если усредненная скорость создания точечных дефектов при этом приблизительно

совпадала с наблюдаемой при облучении в реакторе, то скорость зарождения дислокационных петель оказалась примерно в 10 раз выше.

В настоящее время есть экспериментальные данные, свидетельствующие о том, что при определенных условиях поры в процессе облучения достигают некоторого установившегося размера, после чего перестают увеличиваться, но при этом происходит непрерывное зарождение новых. Эти данные не находят объяснения в рамках имеющихся представлений, согласно которым дислокации служат преимущественным стоком для межузельных атомов, а поры являются нейтральным стоком и одинаково поглощают как межузельные атомы, так и вакансии. В докладе З. К. Саралидзе «Стабилизация размеров пор и насыщение распухания» развитие пористости в процессе облучения рассмотрено на основе дополнительного нового предположения о роли пор как преимущественных стоков для вакансий. В рамках построенной модели автор показал, что в областях, где концентрация точечных дефектов определяется в основном дислокациями, поры растут неограниченно, а где влияние дислокаций экранировано порами, размер последних строго ограничен. Как известно, дислокации переползают под облучением, поэтому поры оказываются то в условиях роста, то растворения до некоторого фиксированного размера. Это позволяет, налагая определенные ограничения на концентрацию пор и плотность дислокаций, объяснить упомянутые экспериментальные данные.

В заключение на совещании были сформулированы основные задачи, стоящие перед радиационной физикой:

поиск путей повышения радиационной стойкости конструкционных материалов для быстрых реакторов и установок термоядерного синтеза на основе как экспериментальных исследований поведения материалов в условиях высокой температуры, интенсивности и дозы облучения, так и дальнейшего развития физических представлений о природе процессов, происходящих под облучением;

расширение исследований в области радиационной физики сверхпроводящих материалов, полупроводников, ионных кристаллов, аморфных металлов, полимеров и органических соединений.

ОИУФРИЕВ В. Д., СУББОТИН А. В.

4-я Международная конференция по стабильным изотопам

Конференция состоялась в марте 1981 г. в Юлихе (ФРГ). В ее работе участвовало более 250 представителей из 26 стран, было представлено 106 докладов, из них 12 пленарных. Кроме того, была организована демонстрация 26 стендовых докладов.

В докладах освещались в основном результаты исследований, выполненных с использованием стабильных изотопов за последние четыре года по следующим направлениям: методы ввода изотопной метки и анализа изотопного состава; фракционирование изотопов в биологических системах, причины и интерпретация изотопных эффектов; применение стабильных изотопов в гео- и биохимии, науках о жизни, сельском хозяйстве, фармакологии, токсикологии и клинической диагностике.

Разделению и производству стабильных изотопов посвящено три доклада. В докладе И. Достровского и М. Епштейна сообщалось о работе каскада для производства изотопов кислорода, построенного в Институте Вайцмана (Израиль) 25 лет назад. Производственный каскад состоит из двух ступеней. Первая включает в себя 36 колонн для дистилляции воды. Диаметр колонн 2—15 см, высота 10—15 м, производительность секции 7 кг/год ^{18}O обогащением 98—99 ат.% и 1,4 кг/год ^{17}O обогащением до

25 ат.%. Вторая ступень состоит из двух термодиффузионных каскадов, которые питаются обогащенным кислородом, получаемым путем электролиза воды, отбираемой из первой ступени. Вторая ступень позволяет получить ^{17}O обогащением до 90 ат.%.

В. Резерфорд (США) сообщил о разделении нуклидов хлора, серы и кальция жидкостной термодиффузией. По мнению автора, для производства сотен граммов нуклидов серы и хлора жидкостная термодиффузия является наиболее эффективной. При использовании хлористого метила в качестве рабочей жидкости на лабораторной разделительной установке были получены изотопы хлора с обогащением 99,5 ат.% ^{35}Cl , 95 ат.% ^{37}Cl . Была также показана возможность получения высококонцентрированной ^{34}S с применением CS_2 в качестве рабочей жидкости. В эксперименте по разделению изотопов кальция на аналогичной установке с использованием водного раствора солей кальция был получен ^{48}Ca обогащением до 10 ат.%. К. Хойман с сотрудниками (ФРГ) рассказали о разделении изотопов кальция в процессе ионного обмена. Для разделения изотопов кальция в случае применения ионообменных смол с кринтандами коэффициент разделения достаточно высокий ($\alpha = 1,005$ и $1,01$ для $^{44}\text{Ca}/^{40}\text{Ca}$ и $^{48}\text{Ca}/^{40}\text{Ca}$

соответственно). Такие же высокие значения коэффициента разделения наблюдаются при использовании смол с дибензо-18-краун-6 эфирами. В обоих случаях концентрированные легкого изотопа кальция наблюдается в растворах. В экспериментах с умножением элементарного эффекта получено 30 мг CaCl_2 с содержанием ^{44}Ca обогащением 1,9 ат. % и ^{48}Ca — 3,3 ат. %. Изотопную концентрацию измеряли в масс-спектрометре при термической ионизации в двойном ионном источнике.

Доклады о применении стабильных изотопов можно условно разделить на две группы. К первой относятся работы, которые выполнены с использованием соединений, меченных обогащенными редкими нуклидами ^2H , ^{13}C , ^{15}N , ^{18}O , ^{34}S , для изучения процессов, протекающих в живой природе. Во вторую группу объединяются исследования, основанные на природных вариациях изотопного состава, т. е. природных отношений $^2\text{H}/^1\text{H}$, $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ в различных соединениях и объектах для объяснения процессов, происходящих не только в солнечной системе, образовании минералов и пород в земной коре и т. п., но и в живой природе.

Наибольшее число докладов (35) было посвящено применению стабильных изотопов в медико-биологических исследованиях для изучения процессов метаболизма питательных веществ и лекарственных препаратов в живых организмах, в том числе и в организме человека на молекулярном уровне. Следует особо отметить успехи, достигнутые в клинической диагностике некоторых заболеваний (сахарный диабет, цирроз печени, фиброзный цистит, нарушения микробной функции в тонкой кишке и др.) путем определения концентрации ^{13}C в углекислом газе, который выделяет человек после перорального приема соответствующих лекарственных или питательных препаратов, меченных ^{13}C (метод «выдыхаемого воздуха»). Отмечалось, что этап клинических испытаний завершен и метод может широко внедряться в медицинскую практику. В обзорном докладе Г. Фауст (ГДР) об использовании стабильных изотопов в сельском хозяйстве на основе представленного обширного экспериментального материала было сделано заключение, что ^{15}N является идеальным средством для агрохимических исследований.

Большой интерес вызвал доклад Э. М. Галимова (СССР), в котором рассматривались теоретические аспекты фракционирования нуклидов в биологических системах. Указывалось расхождение экспериментальных значений изотопных эффектов с расчетными, предложено объяснение этих расхождений. Отмечалось важное зна-

чение исследований для геохимии. В обзорном докладе К. Ветцеля (ГДР) указывалось на важность изучения изотопного состава кислорода, азота, серы и кремния в глобальных геохимических резервуарах для понимания эволюции земной коры, в частности обменных процессов между верхней мантией и корой на основе обменной реакции.

Интересные результаты содержались в докладе А. Лапидот (Израиль) о новом методе синтеза аминокислот, меченных ^{15}N . Методом биосинтеза с помощью иммобилизованных бактерий достигнут выход 90% меченых аминокислот.

Расширение применения стабильных изотопов в различных областях науки в значительной мере зависит от наличия простых и доступных приборов для анализа изотопного состава соединений. На конференции были представлены доклады о разработке новых приборов. В докладе Бредли (США) «Лазерный спектрометр для контроля изотопного состава выдыхаемого воздуха — новое устройство для эндоспирометрии» приводились характеристики анализатора: объем образца $5\text{ мм}^3\text{ CO}_2$, время анализа 2 мин для рядового и 6 мин для прецизионного измерения, чувствительность 1 часть на 10^5 части, точность при концентрации ^{13}C от 1 до 6% 1,2 на 10^5 . Стоимость лазерного спектрометра 100 тыс. долл., анализ 2,35 долл. Высказывалось мнение, что в будущем таким прибором можно будет анализировать также ^{15}N и другие нуклиды в молекулах более сложных, чем выдыхаемые газы. Г. Йогансен (Дания) сообщил о простом оптическом спектрометре (типа NOI) для анализа изотопного состава водорода, углерода, азота, кислорода в биологических объектах. Образцы для анализа переводили в соединения CO_2 , NH_3 , H_2O и NO термическим нагревом, затем с использованием микроволнового генератора превращали в CO , N_2 , H_2 и O_2 , в которых определяли соотношение $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$, $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$, $^1\text{H}/^2\text{H}$ и $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$.

Во время конференции была организована выставка образцов изотопной продукции фирм SiC (США), Prochem (Великобритания) и «Техснабэкспорт» (СССР). Экспонировался масс-спектрометр высокого разрешения MAT 261 (ФРГ), были выставлены каталоги и рекламные листы продукции со стабильными изотопами различных фирм: CiC и COR (США), Prochem (Великобритания), Ronstoff-Einfuhr GmbH (ФРГ), MSD (Канада), Isocomerz (ГДР), ORIS (Франция).

Следует отметить высокий уровень организации конференции.

ТЕВЗАДЗЕ Г. А., ОЗИАШВИЛИ Е. Д.

IX национальная конференция США по ускорителям заряженных частиц

Конференция, организованная Национальным бюро стандартов при поддержке Министерства энергии и Американского физического общества, проходила в Вашингтоне с 11 по 13 марта 1981 г. В ее работе участвовали 800 специалистов, из них около 250 из других стран. В течение трех дней было зачитано или продемонстрировано на постер-сессиях около 300 докладов. Еще 250 сообщений будет опубликовано в трудах. По числу зарубежных делегатов и представленной информации конференция сравнима с международными.

На конференции обсуждались следующие вопросы: ускорители и накопители частиц высокой энергии; циклические ускорители на низкую и среднюю энергию; динамика пучка; ускорительная техника (приборы, системы контроля, высокая частота, источники питания, инжекция

и вывод, сверхпроводящие системы, криогеника, вакуум); источники частиц, электростатические ускорители; новые методы ускорения; линейные ускорители; применение ускорителей.

Материалы конференции дают представление о состоянии действующих ускорителей и о развитии проектов крупнейших ускорителей и накопителей США.

На протонном синхротроне Лаборатории национальной ускорителя им. Э. Ферми (FNAL) в результате внедрения перезарядной инжекции, улучшения пропускных способностей бустера и основного кольца интенсивность повышена до $3 \cdot 10^{13}$ прот./имп. Главные усилия этой Лаборатории теперь сосредоточены на сооружении сверхпроводящего магнитного кольца в туннеле имеющегося ускорителя для удвоения энергии пучка и организации физи-