

Ж 53
А99

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ СССР

**Атомная
Энергия**

Ежемесячный журнал
ГОД ИЗДАНИЯ ТРИНАДЦАТЫЙ

АТОМИЗДАТ ■ МОСКВА ■ 1968

Том 24 ■ Апрель ■ Вып. 4

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. И. АЛИХАНОВ, А. А. БОЧВАР, А. П. ВИНОГРАДОВ, Н. А. ВЛАСОВ (зам. главного редактора), И. Н. ГОЛОВИН, Н. А. ДОЛЛЕЖАЛЬ, А. П. ЗЕФИРОВ, В. Ф. КАЛИНИН, Н. А. КОЛОКОЛЬЦОВ (зам. главного редактора), А. К. КРАСИН, А. И. ЛЕЙПУНСКИЙ, В. В. МАТВЕЕВ, М. Г. МЕЩЕРЯКОВ, М. Д. МИЛЛИОНЩИКОВ (главный редактор), П. Н. ПАЛЕЙ, Д. Л. СИМОНЕНКО, В. И. СМИРНОВ, В. С. ФУРСОВ, В. Б. ШЕВЧЕНКО

СОДЕРЖАНИЕ

СТАТЬИ

- А. К. Красин, И. И. Саламатов, В. Б. Нестеренко, А. Н. Девойно. Развитие исследований в Институте ядерной энергетики АН БССР 307
- С. Т. Конобеевский, Б. М. Левитский, Л. Д. Пантелеев. К вопросу о механизме радиационного роста урана при малых дозах облучения 312
- В. И. Векслер, В. П. Саранцев, А. Г. Бонч-Осмоловский, Г. В. Долбильов, Г. А. Иванов, И. Н. Иванов, М. Л. Иовнович, И. В. Кожухов, А. Б. Кузнецов, В. Г. Маханьков, Э. А. Перельштейн, В. П. Рашевский, К. А. Решетникова, Н. Б. Рубин, С. Б. Рубин, П. И. Рыльцев, О. И. Ярковой. Коллективное линейное ускорение ионов 317
- В. П. Дзюленов, В. П. Дмитриевский, Б. И. Замолотчиков, В. В. Кольга. Кольцевой циклотрон с жесткой фокусировкой для многозарядных ионов 323
- В. В. Арсенин, В. А. Чуянов. О возможности подавления дрейфовой неустойчивости неоднородной плазмы с помощью системы обратных связей . . 327
- В. М. Бондаренко, Г. Г. Викторов, А. Г. Тархов. Об использовании космического излучения для оценки эффективности биологических защит 330
- С. Н. Барков. Многогрупповой аналитический метод расчета гетерогенного ядерного реактора 335
- П. Т. Потапенко. Предельная оценка качества внутри-реакторного контроля нейтронного потока 340
- Д. М. Каминер, К. А. Коноплев, Ю. П. Семенов, В. Д. Тренин. Поведение продуктов радиолиза при работе реактора ВВР-М без системы дегазации 343
- В. А. Жарков, В. П. Терентьев, Г. М. Фрадкин. Получение топлива изотопных электрогенераторов методами нейтронного облучения 348
- Ю. В. Рябов, Со Дон Сик, Н. Чиков, Н. Янева. Измерение отношения сечений радиационного захвата и деления для U^{235} и Pu^{239} в резонансной области энергий нейтронов 351

- В. А. Афанасьев, Б. В. Кебадзе, Г. А. Санковский, В. И. Грицков, И. Н. Соколов, Л. А. Адамовский, С. А. Маркин. Экспериментальное исследование устойчивости корпусного кипящего реактора ВК-50 363

АННОТАЦИИ ДЕПОНИРОВАННЫХ СТАТЕЙ

- Д. П. Осанов, В. П. Панова, Г. Б. Радзиевский. Измерение дозовых факторов накопления для точечных изотропных источников γ -излучения низкой энергии в воде 368
- В. А. Жарков, Т. П. Зорина, Г. М. Фрадкин. Самоэкранирование тепловых нейтронов в конечных цилиндрах и телах других геометрий 369
- И. Н. Бриккер, В. П. Астафьев, А. Р. Мирзоян. Обращенное решение тепловых уравнений двухкомпонентного ядерного реактора 370
- С. Ф. Дегтярев, А. П. Суворов, В. В. Тарасов, В. К. Тихонов, С. Г. Цыпин. Пространственные, угловые и энергетические распределения быстрых нейтронов в гидриде лития, воде, вольфраме и карбиде бора 370
- С. Ф. Дегтярев, В. Б. Староверов, В. В. Тарасов, В. К. Тихонов, С. Г. Цыпин. Экспоненциальные угловые коэффициенты нейтронов для неводородсодержащих сред 372
- В. К. Даруга, С. Ф. Дегтярев, В. И. Кухтевич, А. Н. Николаев, В. П. Подиванский, Б. И. Синицын, А. П. Суворов, В. В. Тарасов, В. К. Тихонов, С. Г. Цыпин. Пространственно-энергетические и угловые распределения нейтронов в литии 372
- С. М. Рубанов, В. И. Титов, Л. С. Шкорбатова. Расчет защиты контура с циркулирующим горючим . . 373
- В. Д. Горяченко. Акустическая неустойчивость ядерного реактора 374
- В. Д. Горяченко, Е. Ф. Сабаев. Акустические колебания в реакторе с циркулирующим газообразным горючим 375
- В. Д. Горяченко, В. А. Денисов, Ю. Ф. Трунин. Влияние изменения плотности делящегося вещества на устойчивость реактора с циркулирующим горючим 376
- В. С. Шулепин. Применение асимптотического P_N -приближения для расчета ячейки 376

235607

225304/м



РЕГ

и контроля технологических параметров, сделан в сообщении Ю. Ф. Бабиковой и П. Л. Грузина. С интересом заслушан доклад В. И. Казакевича и др. о поведении примесей в кремнии при наличии в системе градиента температуры и электрического потенциала. Приведены экспериментальные данные о переносе никеля и фосфора в кремнии. В работе О. Е. Гришкина и др. приведены результаты экспериментов по определению возможности использования нейтронно-изотопных источников в приборах контроля параметров технологических сред (уровня, влажности). В докладе А. А. Васильева и др. рассмотрена зависимость физических свойств чистых металлов и сплавов от радиационных дефектов, образующихся под действием облучения нейтронами, электронами, α -частицами, осколками деления и γ -квантами.

На секции электрофизических установок большинство докладов было посвящено различным методам расчета ускоряющих систем на основе диафрагмированных волноводов (О. А. Вальднер, А. В. Шальнов, В. И. Короза, В. П. Козлов, Г. В. Воскресенский и др.). Подробно рассмотрено влияние тока ускоряемых частиц на свойства ускоряющих систем и процесс ускорения. В некоторых докладах изложены результаты исследований по ускоряющим системам кибернетического ускорителя. С интересом заслушано сообщение о проекте ускоряющей волноводной секции с вакуумным ионоводом из диэлектрика.

Оживленную дискуссию вызвал доклад Н. П. Собенина о классификации азимутально-несимметричных волн (типа $E_{H_{11}}$) в диафрагмированных волноводах. Эти волны в настоящее время представляют большой интерес, так как они используются в высокочастотных сепараторах, а также приводят к уменьшению длительности импульса тока в линейных ускорителях. А. И. Зыков доложил о результатах исследования явления обрыва импульса на харьковском ускорителе на 2 Гэв. Несколько сообщений было сделано по высокочастотным сепараторам. С вниманием заслушан доклад А. А. Глазкова о разделении трехкомпонентного пучка при помощи сепаратора из двух волноводных секций.

По желанию участников конференции состоялся внеплановый семинар по технологическим вопросам,

связанным с разработкой и изготовлением линейных ускорителей электронов. С сообщениями о последних достижениях выступили специалисты из Москвы, Ленинграда и Харькова.

На секции автоматики и телемеханики с двумя сообщениями по эффективности систем внутриреакторного контроля нейтронного потока и теплофизическим критериям оптимального управления реакторами выступил П. Т. Потапенко. В докладе Г. А. Мильковского и др. рассматривались статические и динамические характеристики нескольких типов систем управления мощностью ядерных реакторов. Р. И. Девинев и др. рассказали об основах проектирования электронных моделей для тренажеров ядерных энергетических установок.

На секции металлургии и металловедения интерес вызвал доклад В. И. Стаценко и В. С. Круглова, посвященный получению покрытий Nb_3Sn из газовой фазы. Предложен хлоридный и иодидный методы осаждения сверхпроводящего покрытия Nb_3Sn на проволоку из тугоплавкого металла. Описаны некоторые результаты металлографического и рентгенографического анализов образцов покрытий.

В работе В. В. Нечаева и др. дана математическая трактовка процесса рафинирования металлов методом термической диссоциации. Полученные расчетные зависимости скорости осаждения согласуются с экспериментальными данными для ряда металлов. И. И. Коробков рассказал о результатах экспериментальных исследований сложных процессов взаимодействия титана, циркония, гафния, ниобия и тантала и их сплавов с чистым кислородом, а также средами, содержащими кислород, в интервале температур 300—1100°С. Был заслушан доклад В. Н. Яльцева и др. по исследованиям тонкой структуры монокристаллов молибдена методами рентгеновской топографии и двухкристалльного рентгеновского спектрометра. Рассмотрена методика рентгенографического определения трех углов разворота соседних субзерен по отражениям от нескольких кристаллографических плоскостей.

Значительная часть из представленных на конференцию докладов будет опубликована в тематических научных сборниках МИФИ.

В. В. ФРОЛОВ

ХIII заседание Постоянной комиссии СЭВ по использованию атомной энергии в мирных целях

В конце 1967 г. состоялось заседание Постоянной комиссии СЭВ по использованию атомной энергии в мирных целях, в работе которого приняли участие делегации НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СРР, СССР, ЧССР и представители Секретариата Совета.

На торжественном заседании Комиссии, посвященном 50-летию Великого Октября, которое происходило на родине В. И. Ленина — в г. Ульяновске, с докладом выступил Председатель Комиссии А. Петросьянц.

Докладчик и выступавшие отметили всемирно-историческое значение Великой Октябрьской социалистической революции, ее влияние на развитие сотрудничества, формирование нового типа экономических отношений между социалистическими странами и значение этого для более широкого использования атомной энергии в различных отраслях народного хозяйства стран — членов СЭВ.

Рабочие заседания Комиссия провела в г. Мелекесе — крупнейшем центре советской реакторной науки.

На этих заседаниях были подведены итоги проделанной работы, намечен план на будущее, а также обсуждены предложения, направленные на совершенствование работы Комиссии. Уточнив план координации научных исследований на 1968—1969 гг., она наметила провести в 1968 г. симпозиумы по атомной энергетике, реакторной технике, применению меченых атомов и другим темам; одобрила подготовленные рекомендации по стандартизации изделий ядерного приборостроения, защитной технике; разработала мероприятия по организации более тесного сотрудничества в области радиационной обработки материалов и радиационной техники; приняла рекомендации об использовании единых исходных материалов при разработке соответствующих националь-

ных документов, регламентирующих вопросы радиационной безопасности.

Во время пребывания в Мелекесе делегация посетила Научно-исследовательский институт атомных реакторов, где ознакомилась с атомными электростанциями

ВК-50 и «Арбус», исследовательскими реакторами СМ-2 и «Мир», радиохимической лабораторией и другими экспериментальными установками и уникальным оборудованием института.

Л. ПЕТРЕНКО

VI Международная конференция по ускорителям

На VI Международной конференции по ускорителям, состоявшейся в конце 1967 г. в Кембридже (США), присутствовало около 300 делегатов из 15 стран. Было заслушано и обсуждено 90 докладов.

На конференции отчетливо выдвинулось начавшееся оснащение физики высоких энергий ускорителями, более мощными как по энергии, так и по току частиц. Так, например, в СССР запущен протонный ускоритель на 70 Гэв (Серпухов) и электронный на 6 Гэв (Ереван); в США — линейный ускоритель электронов на 20 Гэв со средним током до 40 мкА и начато строительство ускорителя на 200—400 Гэв; в ЦЕРНе сооружаются накопительные кольца для встречных протонных пучков 2×25 Гэв, в СССР — накопительное кольцо для встречных электрон-позитронных пучков $2 \times 3,5$ Гэв и т. д. Началось строительство мезонных фабрик на 1 Гэв с током 1 мА (США) и на 450—500 Мэв с током 100 мкА (Швейцария). Интенсивно разрабатываются проекты новых ускорителей на большие энергии: 1000 Гэв (СССР), 300 Гэв (ЦЕРН), 30—40 Гэв (Франция, ФРГ, Япония), накопительные кольца для протон-антипротонных пучков 2×25 Гэв (СССР) и др. В Канаде разрабатывается линейный ускоритель на 1 Гэв с током 65 мА для использования в качестве высокоинтенсивного генератора нейтронов. Большое внимание уделяется модернизации действующих ускорителей для повышения эффективности их использования. Совершенствуются системы быстрого и медленного вывода пучков частиц. Созданы высокочастотные сепараторы частиц для импульсов К-мезонов до 15—20 Гэв/с.

Проекты новых больших ускорителей

Р. Вильсон (США) доложил о значительных изменениях в проекте ускорителя на 200 Гэв по сравнению с ранее подготовленным проектом. Ускоритель, первоначально построенный на энергию 200 Гэв (по плану — в 1972 г.), будет затем модернизирован и его энергия доведена до 400 Гэв. В новом проекте принята схема электромагнита с «разделенными функциями» — частицы поворачиваются в электромагнитах с нулевым градиентом, а фокусируются квадрупольными линзами. Преимуществом такой структуры является гибкость отношения градиента магнитного поля в поворачивающих магнитах, а также возможность использования на первом этапе меньшего числа поворачивающих магнитов и дальнейшего увеличения конечной энергии частиц за счет увеличения их числа.

В новом проекте предусмотрена также возможность увеличения энергии частиц за счет увеличения мощности питания электромагнита и соответствующего увеличения напряженности поворачивающего магнитного поля с 9 кэс (200 Гэв) до 18 кэс (400 Гэв), а возможно, и до 22 кэс. До энергии 200 Мэв протоны будут ускоряться в линейном ускорителе, затем до энергии 10 Гэв — в бустерном синхротроне радиусом 100 м и, наконец,

до энергии 200—400 Гэв — в основном кольце радиусом 1 км.

Для работы в туннеле при большой наведенной активности предполагается использовать автоматизированную тележку, которая будет осуществлять основные операции по замене блоков электромагнита.

Характерной особенностью нового проекта является малая апертура вакуумной камеры (5×10 см) и соответственно небольшой магнит (сечение по железу 68×36 см, вес 12 тыс. т), малая мощность питания электромагнита (средняя мощность 13 Мвт и пиковая — 57 Мвт) и небольшое поперечное сечение туннеля ($2,5 \times 3,3$ м). При такой апертуре нельзя быть уверенным, что искаженная орбита будет лежать внутри нее. Дж. Ламбертсон разрабатывает в настоящее время методы коррекции замкнутой орбиты по данным о смещении пучка ускоряемых частиц. Нет сомнения, что в ускорителе будут применены различные способы выравнивания магнитного поля по данным о пучке.

В этой связи следует отметить доклад О. Барбела (ЦЕРН) о цифровой системе измерения положения орбиты. Эта электронная система может измерять положение одного сгустка из 20 на одном обороте и преобразовывать полученные данные в цифровую форму для ввода в ЭВМ типа ИБМ-1800. Система имеет достаточное быстродействие для коррекции поля в течение цикла ускорения.

Проект ускорителя на энергию 300 Гэв был создан в ЦЕРНе в 1963 г. Как сообщил Е. Амальди, в 1967 г. этот проект был рассмотрен вновь, в результате чего все основные пункты были оставлены без изменения. Одним из новых предложений была более сложная схема инжекции: линейный ускоритель на 60 Мэв, двухкольцевой бустер на 600 Мэв, основной бустер на 8 Гэв. Эта схема дает некоторый выигрыш в характеристиках инжектируемого в основной синхротрон пучка, но более сложная. Окончательный выбор схемы инжекции будет сделан позже.

В настоящее время основные препятствия в сооружении ускорителя связаны не с техническими или научными проблемами, а с политическими и организационными трудностями. Для начала строительства ускорителя нужно, чтобы достаточное число стран приняло решение об участии, была выбрана площадка и подписана конвенция о статусе новой лаборатории.

Есть все основания ожидать, как отметил Е. Амальди, что в 1968 г. начнется строительство ускорителя, а в 1977 г. — выполнение программы экспериментальных работ.

На конференции было доложено о трех проектах протонных ускорителей на практически одинаковую энергию порядка 40 Гэв.

Протонный синхротрон на энергию 42 Гэв с интенсивностью $1 \cdot 10^{12}$ протонов/имп предполагается построить около Токио к 1973 г. Ускоритель (включая аппаратуру для физических экспериментов) будет стоить 83,2 млн. долл.