

мер, проводят клинические исследования в Японии по облучению опухолей пищевода, причем мощность дозы составляет 100 рад/мин на 1 см от источника γ -излучения ^{60}Co . Облучение проводят по 13—14 фракций до суммарной поглощенной дозы 3000 рад. Сравнительный анализ результатов лечения по применявшейся ранее методике лечения с низкой мощностью дозы и новым методом облучения с высокой мощностью дозы показал преимущества последнего. Преимущества в первую очередь связаны со значительным снижением лучевых осложнений различной степени с 43,9 до 15,2% (доклад С. Сато и М. Накано, Япония). В настоящее время в Японии находится в эксплуатации более 50 внутриполостных аппаратов (по данным С. Морита и др.). В основном это аппараты типа RALSTRON, используемые большей частью для лечения гинекологических опухолей.

На конгрессе обсуждали также радиационную безопасность, захоронение радиоактивных отходов, загрязнение окружающей среды. В частности, сообщалось (С. Кон и др., США) об измерениях *in vivo* содержания кадмия при γ -излучении радиационного захвата, возникающему при облу-

чении исследуемого лица нейтронами ^{238}Pu — Be-источника. Исследования проводили для выявления загрязнения среды кадмием, вызывающим острые и хронические эффекты. Выяснилось, в частности, что уровень содержания кадмия в теле курильщиков почти в два раза выше, чем у некурящих. Известно, что многие элементы накапливаются в волосах человека. Нейтронный активационный анализ на 18 элементов волос людей, живущих в разных природных условиях, использовали для изучения загрязнения среды этими элементами (доклад Д. Хатинга и др., Индия).

Значительное число докладов было посвящено изучению биологических аспектов воздействия радиации, в том числе стимулирующего фактора на развитие растений, возможности генетического риска при радиологических исследованиях населения, радиационного мутагенеза, токсикологии радионуклидов, синхротронного воздействия на биологические системы и т. п.

В конгрессе участвовала советская делегация в составе 15 человек во главе с чл.-кор. АН СССР А. М. Кузиным.

КАРТАШЕВ Е. Р.

VII Международная конференция по лазерной технике и применению лазеров

Конференция, организованная оптическим обществом США и комитетом по квантовой электронике, состоялась в конце июня — начале июля 1979 г. в США. На 18 секциях обсуждалось более 200 докладов о последних достижениях в применении лазеров, а также технические и технологические вопросы, касающиеся как лазеров, так и используемых в них оптических элементов. Число участников составляло примерно 700 чел., из них около 50 специалистов из Великобритании, Канады, Советского Союза, Франции, ФРГ, Японии.

На конференции рассматривались твердотельные и газовые (эксимерные, CO_2 , иодные) лазеры, в том числе для термоядерных исследований; адаптивная оптика; спектроскопия и нелинейная оптика; лазерное разделение изотопов и фотохимия; лазеры в медицине, биологии, технологии.

По традиции на секции лазерного термоядерного синтеза выступил начальник управления по исследованию инерционного термоядерного синтеза Департамента энергетики США Г. Канаван, рассказавший о программе работ основных научно-исследовательских центров страны в области термоядерного синтеза с применением для иницирования термоядерных реакций лазеров и пучков заряженных частиц. По-прежнему ответственной организацией по развитию твердотельных лазерных систем для лазерного термоядерного синтеза (ЛТС) является Ливерморская лаборатория им. Лоуренса, в которой в 1978 г. начала функционировать установка «Шива» — 20-пучковый лазер на неодимовом стекле с полной выходной энергией ~ 10 —15 кДж в импульсе длительностью 1—2 нс. На ней выполнены опыты по облучению стеклянных микросфер, заполненных DT-смесью при небольшом начальном давлении (~ 10 кгс/см²). В этом так называемом режиме «взрывающейся оболочки — поршня» достигают сравнительно высокой температуры смеси (5—8 кэВ), зарегистрирован максимальный выход $\sim (3$ —5) $\cdot 10^{10}$ нейтр./импульс. Однако степень сжатия и абсолютная плотность оказываются невелики (~ 1 г/см³). В последнее время на «Шиве» получены предварительные результаты по реализации абляционного (или холодного) сжатия, когда DT-топливо начальным давлением ~ 100 кгс/см² сжимается неиспаренной частью оболочки («холодный поршень»). В таком режиме удалось достичь рекордных значений плотности DT-смеси ~ 15 —20 г/см³.

Однако энергии 15 кДж в импульсе длительностью 2 нс оказалось достаточно, чтобы нагреть сжатое вещество лишь до 0,5—1 кэВ. Выход нейтронов при этом составил $2 \cdot 10^8$ за импульс. Спроектирована установка «Шива-Нова», рассчитанная на выходную энергию 100 кДж после завершения первой очереди строительства и 200—300 кДж в окончательном варианте (II очередь). Стоимость установки ~ 200 млн. долл. Первую очередь предполагается завершить в 1982 г., вторую — в 1984—1985 г.

Работы по созданию мощных CO_2 -лазеров для ЛТС сосредоточены в Лос-Аламосской научной лаборатории. В 1978 г. начаты эксперименты на установке «Гелиос» — 8-канальный CO_2 -лазере с выходной энергией 10 кДж в наносекундном импульсе. При облучении стеклянных микросфер при мощности 20 ТВт (10 кДж; 0,5 нс) получено $\sim 10^{10}$ нейтр./импульс. Как заявил Е. Линдман, ближайшей задачей является достижение плотности термоядерного топлива, в 10—20 раз большей плотности жидкой DT-смеси. Продолжается сооружение 72-лучевой лазерной системы «Антарес», рассчитанной на 100 кДж в импульсе длительностью 1 нс. Полная стоимость установки 67 млн. долл. Окончание строительства планируется на 1983 г. 24-лучевой лазер на неодимовом стекле — установка «Омега» сооружается в Рочестерском университете. Фирма «КМС-Фьюжн» разрабатывает крупномасштабные преобразователи излучения неодимового лазера в излучение на гармониках основной частоты. Подобные преобразователи с большой апертурой могут оказаться полезными при использовании таких лазеров в различных целях. В ЛТС переход на более короткую длину волны, как показывают расчеты, перспективен даже при сравнительно невысоком КПД преобразования $\sim 30\%$. В Лос-Аламосской и Ливерморской лабораториях ведутся интенсивные поиски перспективных для ЛТС лазеров (эксимеры, пары редкоземельных элементов, элементы VI группы таблицы Менделеева).

Работы по иницированию термоядерного синтеза релятивистским электронным пучком ведутся в основном в Сандиевских лабораториях. Крупномасштабная установка EBFA, рассчитанная на демонстрацию осуществления термоядерного синтеза (термоядерный выход равен энергии электронного пучка), будет создана в 1981 г. (I очередь), затем в 1984 г. ее выходные параметры обеспе-

чат получение значительного (несколько десятков) коэффициента усиления энергии в облучаемых термоядерных мишенях.

В программе нашли место и проекты термоядерных систем, в которых для инициирования реакций синтеза применяются пучки тяжелых ионов. Однако на современном этапе эти работы, проводимые в Аргоннской, Брукхейвенской и Берклиевской лабораториях, расчетно-теоретические, конкретных планов строительства экспериментальных установок представлено не было.

Таким образом, в 1984—1985 гг. по крайней мере на трех установках (неодимовый лазер «Шива-Нова», CO_2 -лазер «Антарес» и релятивистский электронный пучок EBFA) можно ожидать проведения демонстрационного эксперимента. Дальнейшее продвижение по пути к термоядерным реакторам на основе ЛТС связано с необходимостью создания лазера, генерирующего излучение с достаточно короткой длиной волны (0,3—0,6 мкм) при высоком КПД (~10%) и способного работать с частотой повторения импульсов 1—10 Гц.

Г. Канаван, говоря о целях исследований в области инерционного термоядерного синтеза, поставил на первое место возможность применения микровзрывов под воздействием лазерных пучков и пучков заряженных частиц в военных целях. После ввода в эксплуатацию мощных лазерных систем «Шива-Нова» и «Антарес» и осуществления экспериментов по облучению термоядерных мишеней выход достигнет 10^{17} — 10^{19} нейтр./импульс. В качестве ориентировочного срока создания демонстрационного лазерного термоядерного реактора был указан 2005 г.

Программы по ЛТС Японии, Франции, ФРГ, Великобритании существенно уступают широким и дорогостоящим исследованиям, проводимым Лос-Аламосской и Ливермор-

ской лабораториями. В Японии в стадии разработки неодимовые и CO_2 -лазеры, рассчитанные на выходную энергию ~10 кДж (установки «Гекко XII» и «Лекко X»). В очередной раз на конференции был представлен доклад об иодном лазере «Астерикс III» (ФРГ, Гархинг). По утверждению авторов, лазер может давать импульсы каждые 8 мин. Достигнута энергия 300 Дж при длительности импульса 180—360 нс; КПД лазера равен 0,09%. Однако каких-либо результатов о взаимодействии излучения с мишенями представлено не было. Судя по всему, пока не преодолены трудности с достижением необходимого энергетического контраста.

Интенсивно продолжаются в США работы по созданию и исследованию эксимерных лазеров. В некоторых фирмах («Максвелл», «Авко-Эверетт») созданы лазеры, энергия которых больше 100 Дж (KrF) в ультрафиолетовой области спектра. В Ливерморской лаборатории работает импульсно-периодический KrF-лазер и XeCl-лазер средней мощностью ~40 и 13,5 Вт соответственно. Такого типа лазеры можно применять в экспериментах по разделению изотопов. Для разделения изотопов тяжелых элементов большой интерес представляют импульсные оптически накачиваемые CF_4 -лазеры. В Лос-Аламосской лаборатории на таких лазерах получена генерация в широком спектральном диапазоне от 600 до 650 см⁻¹. КПД преобразования при этом достигал 10%. В Ливерморской лаборатории получили 44-кратное обогащение изотопа ¹³C при селективной ИК-диссоциации молекулы CF_3Br . В Научно-исследовательской лаборатории Военно-Морского флота считают, что первым экономически выгодным применением лазерного метода разделения изотопов будет обогащение дейтерия.

VIII Конференция состоится в конце мая — начале июня 1981 г. в Вашингтоне.

БАРАНОВ В. Ю.

II Международная конференция по мегагауссовым магнитным полям

Конференция состоялась 29 мая — 1 июня 1979 г. в Вашингтоне (США). В ее работе участвовали около 200 специалистов из 28 научно-исследовательских центров Великобритании, СССР, США, Франции, Японии и других стран. На семи секциях обсуждено 68 докладов о последних достижениях в следующих областях: экспериментальная техника генерации мегагауссовых магнитных полей; проводники и изоляторы при высокой плотности энергии и высокой скорости; моделирование магнитодинамических систем; сжимающиеся лайнерные системы для УТС; применение техники сверхвысоких магнитных полей; устройства для мощных импульсных систем.

Конференция открылась обзорным докладом одного из организаторов первой конференции по мегагауссовым магнитным полям (Фраскати, Италия, 1965) Ф. Герлаха (Бельгия). Его доклад содержал сведения об истории исследований в области сильных магнитных полей, начиная с пионерских работ П. Л. Капицы, а также результаты наиболее интересных исследований, выполненных в последнее время.

Самый простой способ получения сильных импульсных магнитных полей связан с использованием в качестве источника энергии конденсаторных батарей. Описанию и анализу экспериментальных результатов по этим вопросам посвящено несколько докладов советских и американских специалистов. Особенностью работ является то, что для получения импульсных полей ~1—3 МГс микросекундной длительности созданы конденсаторные батареи малой внутренней индуктивности (единицы нГ), позволяющие получать мегаамперный ток со скоростью нарастания-

которая превышает 10^{12} А/с. В работах исследуются различные механизмы, приводящие к разрушению соленоидов: пластическое течение материала соленоида, диффузия магнитного поля, взрыв скин-слоя и др.

Значительное внимание уделено разработкам методики измерения сверхсильных импульсных магнитных полей. В нескольких советских и американских докладах описана оптическая методика регистрации, разработанная применительно к условиям конкретного эксперимента. Методика основана на магнитооптическом эффекте Фарадея и позволяет с погрешностью 1—5% измерять импульсные поля от 0,6 до 10 МГс.

Весомый вклад в труды конференции по взрывным магнитокумулятивным генераторам (МКГ) вносят работы советских авторов. Их доклады вызвали большой интерес. Разработанный советскими специалистами спиральный МКГ-генератор имеет высокую эффективность при непосредственном включении в его цепь активной или индуктивной нагрузки (КПД до 20%). Результаты исследований воплощены в конструкции генератора со спиралью внутренним диаметром 320 и длиной 1600 мм. Использую в качестве мощного источника энергии МКГ-генератор, А. И. Павловскому и др. (ИАЭ им. И. В. Курчатова) удалось воспроизводимым образом получать магнитные поля ~10 МГс, при этом эффективность преобразования кинетической энергии оболочки в энергию магнитного поля составляет до 40%.

Группа специалистов Лос-Аламосской научной лаборатории, возглавляемая М. Фаулером, выступила с двумя докладами, в одном из которых анализируется работа импульсного трансформатора. Его первичная цепь нахо-