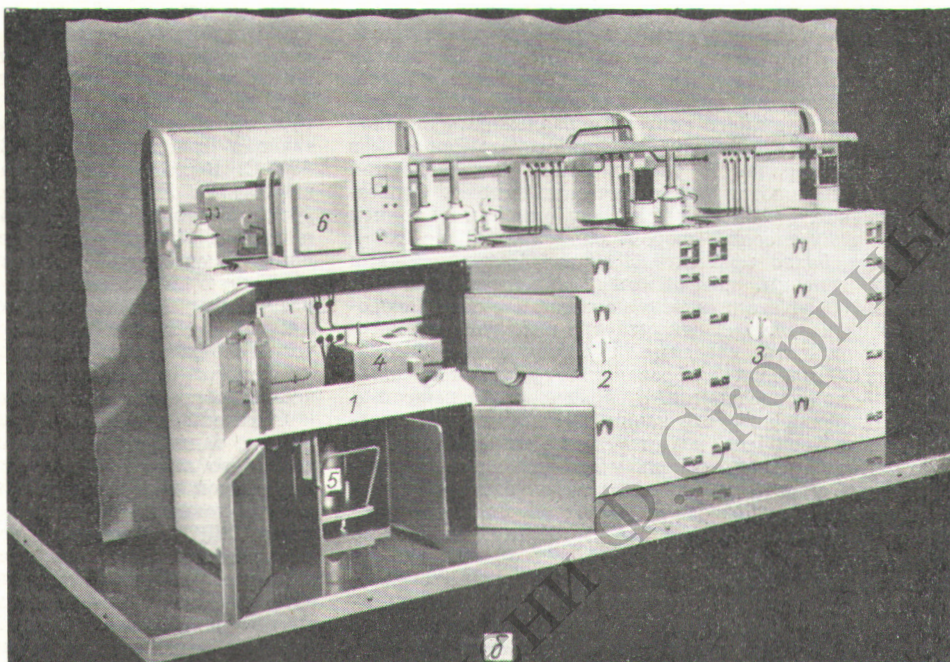


6 — вид сзади; 1 — бокс приемки и выдачи; 2 — бокс фасовки; 3 — бокс взвешивания; 4 — транспортер; 5 — узел приема и выдачи; 6 — приспособление для заварки пластиковых чехлов.



стенки смежных боксов 30 мм (суммарная 60 мм), торцовых 85 мм, потолочных 55 мм.

Работа в боксах проводится под разрежением воздуха не менее 20 мм вод. ст. Приточный и вытяжной воздух очищается на фильтрах типа В-0,4 с тканью ФПП-15. На каждом рабочем месте установлены люминесцентные потолочные светильники мощностью 120 вт, освещенность рабочего места на столешнице 300 лк. Наблюдение за работами ведется через защитные смотровые окна типа ОПМ-100.

Под столешницей боксов проложены коллекторы технологических коммуникаций: холодная и горячая вода, мойочный спецраствор, сжатый воздух, бытовой газ, вакуум и канализационные сливы. Все подводы снабжены вентилями и кранами, управление которыми выведено в операторскую.

Бокс приемки и выдачи имеет два рабочих отсека. Правый отсек выполняет роль шлюза-форкамеры и предназначен для приема из операторской чистой посуды, инструмента, реагентов и т. д. В отсеке имеется загрузочный люк и комплект спецперчаток. Левый отсек служит для приема и выдачи радиоактивных материалов. Со стороны ремонтной зоны имеется приемный узел с транспортной тележкой для контейнеров, пробкиснимателем и подъемником. Отсеки разделены съемной перегородкой с герметичной дверцей. Для измерения мощности γ -излучения исходных и готовых продуктов, а также проб в приемном отсеке установлен микрорентгенметр «Кактус» с камерой ДИГ-5. Приемный отсек снабжен шпатовыми манипуляторами и внутрибоксовым подъемником грузоподъемностью 10 кг.

Бокс фасовки оборудован дозатором жидкости объемом 20 см³, съёмником крышек пеналов, приспособлениями: 1) для пайки и резки ампул, 2) для завальцовки флаконов. Рабочие места бокса обслуживаются шпатовыми манипуляторами.

В боксе взвешивания проводятся фасовочные работы с твердыми продуктами. Здесь имеются весы марки ОВМ-100 и приспособление для резки проволоки на мерные куски. Грузоподъемность весов 100 г, точность взвешивания 0,1 мг.

Предметы передаются из одного бокса в другой горизонтальным транспортером, который представляет собой герметичный короб сечением 300 × 300 мм, расположенный вдоль задних стенок корпусов боксов. По коробу перемещается тележка с выдвинутой платформой грузоподъемностью 20 кг. Привод — ручной, с тросовой системой, которая имеет механический и световой указатели положения тележки.

Г. И. ЛУКИШОВ, К. Д. РОДИОНОВ, Г. У. ЩЕРБЕНКО

Использование в США ядерных реакторов и ускорителей в химических целях

В марте — апреле 1966 г. в США состоялась 151-е годовичное собрание Американского химического общества (Питсбург, шт. Пенсильвания, 22—31/III) и Симпозиум по химии горячих атомов (Университет Пардью, Лафайетт, шт. Индиана, 1—2/IV). В их работе приняли участие советские специалисты в области ядерной и радиационной химии, ознакомившиеся затем с научными центрами, институтами, лабораториями фирмами.

Во многих химических лабораториях проводятся работы с использованием ядерных реакторов. К таким

работам относятся исследования в области химии горячих атомов, хемоядерного синтеза, нейтронно-структурного и активационного анализа, а также производство радиоактивных изотопов.

В США довольно широким фронтом исследуются возможности использования в целях химического синтеза энергии осколков деления. Работы в направлении так называемого хемоядерного синтеза проводятся в государственных научных учреждениях, лабораториях университетов и исследовательских центрах промышленных компаний. Научно-кинетическим центром

этого нового направления можно считать лабораторию Хартека в Ренселеровском политехническом институте, где 10 лет назад Хартек и Дондес поставили первые опыты по хемоядерному синтезу окислов азота. В настоящее время в лаборатории продолжают исследования радиационного синтеза и разложения окислов азота, кинетики и механизма реакций с участием атомов азота и кислорода. В теоретических исследованиях широко применяются фотохимические методы. Серьезное внимание уделяется радиолизу окиси и двуокиси углерода и их смесей с азотом. Радиолиз CO_2 до $\text{CO} + \text{O}_2$ идет более эффективно ($G \approx 10$) при действии осколков деления, повышенных давлениях и малых добавках NO_2 . Каталитическое сжигание окиси углерода ($Q = 68$ ккал/моль) открывает в принципе интересную возможность создания энергетического цикла. Радиолиз CO приводит к образованию субоксида и в дальнейшем — воднорастворимого полимерного вещества, при растворении которого возникают ценные кислородсодержащие продукты, в частности малоновая кислота. В результате действия осколков деления на смеси окиси углерода с азотом происходит эффективное связывание последнего с образованием азотсодержащего полимерного продукта (~20% азота). Хартек и Дондес продолжают разработку рецептов и усовершенствование дисперсного ядерного горючего на основе стекловолокна; получены теплостойкие (до 1000° С) и радиационностойкие (выдерживают годичное облучение в реакторе) образцы с высоким содержанием U^{235} (до 50% U_3O_8). В лаборатории разрабатываются также методы очистки продуктов хемоядерного синтеза, находящихся в газовой фазе, от осколочной активности.

В Брукхейвенской национальной лаборатории Штинбергом и Сэзерлендом проводятся исследования хемоядерного синтеза гидразина в газовой фазе из аммиака, разрабатываются специальная аппаратура и хемоядерное топливо на основе металлических фольг. Сотрудники исследовательского центра компании «Аэроджет — Дженерал Нуклеоникс» (AGN) в Калифорнии Кьюсэк, Джаффи, Карпентер, Миллер, Кан создали жидкофазную хемоядерную петлевую установку пилотного масштаба (15 км) и на материаловедческом реакторе в Айдахо поставили серию опытов по получению гидразина из жидкого аммиака с использованием пылевидного топлива. Эта группа исследует получение связанного азота при осколочном радиолизе смесей N_2 — окись углерода и других процессах. Проводятся также вычисления к. п. д. и испытания дисперсного хемоядерного горючего. Закономерности жидкофазного радиационного синтеза гидразина под действием осколков деления (зависимость G от дозы) исследуются Уайтом в Иллинойском политехническом институте.

В исследовательском центре одной из крупнейших химических компаний США «Юнион карбайд» (UC) (Токседо, шт. Нью-Йорк) изучаются хемоядерный синтез синильной кислоты в газовой фазе из метана и азота (Стир, Кинг, Остерхолц, Морзе и др.), радиолиз CO_2 , а также исследуются теоретические вопросы (роль ЛПЭ, механизм радиолиза в азотсодержащих смесях). Работы научных центров компаний UC и AGN в области хемоядерного синтеза ведутся по единому плану и включают теоретические, технологические и экономические исследования. В центре близ Токседо имеется специально оборудованный ядерный реактор бассейнового типа (5 Мвт), электронный ускоритель Ван де Граафа (для теоретических исследований), горячая лаборатория. Последняя составляет около 50% всех производимых в США радиоактивных изотопов для

медицинских целей. На реакторе ведутся работы по активационному анализу и интересные опыты с холодными нейтронами (определение низколежащих уровней молекул, структуры воды и льда). Для исследования хемоядерного синтеза HCN и нитрилов на реакторе смонтирована проточная установка (5 мт), работающая при давлении до 30 ат и температуре 200—450° С. Выход процесса радиационного синтеза HCN зависит от ЛПЭ. В оптимальных условиях G (HCN) достигает трех. С помощью радиохимических методов показано, что радиоактивный углерод C^{14} , образующийся в системе по реакции $\text{N}^{14}(n, p)\text{C}^{14}$, практически полностью стабилизируется в форме HC^{14}N . Основные результаты исследований сотрудников UC докладывались на 151-м годичном собрании Американского химического общества в Питсбурге.

Ускорители в основном используются для теоретических исследований в области ядерной и радиационной химии: в первом случае — ускорители тяжелых частиц, тандем-генераторы, ускорители многорядных ионов, во втором — в основном линейные ускорители электронов и электронные генераторы Ван де Граафа под давлением. В радиационно-химических лабораториях США функционирует около десяти установок импульсного радиолиза, что позволило достичь существенных успехов в решении таких фундаментальных вопросов, как идентификация короткоживущих продуктов радиолиза, кинетика быстрых свободно радикальных радиационных реакций.

Для понимания механизма радиационно-химических процессов, существенное значение имеют результаты чисто кинетических исследований радикальных реакций (ударные трубки, фотохимия, разряд, проводящихся, например, в Гарвардском университете (Кистяковский), Чикагском университете (Инграм, Берри), Ренселеровском институте (Хартек, Дондес), Калифорнийском университете (Бэйес). Осуществлению радиационно-химических и кинетических исследований очень способствует обеспечение их современным оборудованием: быстрыми времяпролетными масс-спектрометрами, чувствительными хроматографами с автоматической записью, установками для оптической кинетической спектроскопии, монохроматорами с набором источников, а также оперативной связью с вычислительным центром.

В США, как и во многих странах, серьезное внимание уделяется исследованиям химических последствий ядерных преобразований. Эти исследования в основном проводятся на ядерных реакторах. Над изучением особенностей химических реакций быстрых радиоактивных атомов, образующихся при ядерных реакциях (химия горячих атомов), в настоящее время работает около двадцати лабораторий и научных групп. Они сосредоточены в национальных научных центрах: Брукхейвенской лаборатории (где работают Вольф, Харботлл), Ок-Риджской (там этим занимаются Карлсон, Уайт), Аргоннской (исследования проводятся Векслером), в лабораториях и во многих университетах, из которых отметим Йельский (Вольфганг), Висконсинский (Виллард), Калифорнийский (Роуланд, Либби, Эль-Сайед, Рут), Мичиганский (Гордус), Джона Гопкинса (Коски), шт. Айова (Войт). Эти группы не очень велики по составу (5—10 человек), но, как правило, располагают квалифицированными кадрами, хорошим современным оборудованием и весьма продуктивны.

При исследовании химических последствий ядерных преобразований в газовой и конденсированной фазах изучаются особенности и закономерности химических

реакций горячих радиоактивных атомов водорода (три-тия), углерода, галогенов, фосфора, железа, хрома, марганца и других элементов, образующихся в различных ядерных процессах. Особый интерес представляют реакции внедрения и замещения атомов и атомных групп, не наблюдающиеся в тепловой химии, и образование возбужденных радикалов в результате взаимодействия горячих атомов с молекулами. Во многих твердофазных экспериментах изучается зависимость между химическими формами стабилизации атомов отдачи и тепловым или радиационным отжигом кристаллов. Уделяется внимание исследованию химического поведения осколков деления непосредственно после акта деления. Отмечается повышенная химическая активность первичных осколков деления по сравнению с изотопами того же элемента, образующимися в результате цепочки β -распадов (Гордус, Деншлаг и др.).

В некоторых случаях при генерировании горячих атомов в результате ядерных реакций для возбуждения последних целесообразнее использовать не ядерные реакторы, а ускорители. Так, при изучении реакций быстрых атомов углерода в последнее время предпочитают работать не с долгоживущим изотопом C^{14} , образующимся в реакторе из азота [$N^{14}(n, p)C^{14}$], а с C^{11} (период полураспада 20 мин), возникающим, например, в результате процесса $C^{12}(\gamma, n)C^{11}$ (Йельский университет, Вольфганг). В этом случае жесткое монохроматическое γ -излучение получают с помощью электронного ускорителя на 40 Мэв по схеме: $e^- (40 \text{ Мэв}) \rightarrow$ тормозное рентгеновское излучение \rightarrow рождение пар $e^+ - e^- \rightarrow$ магнитная сепарация e^+ от e^- и разделение e^+ по энергиям \rightarrow аннигиляция моноэнергетических позитронов в пролете. При таких экспериментах

получаемая системой доза $< 0,01 \text{ эв/молекула}$ и радиационные повреждения несущественны.

Для получения горячих атомов используют также радиационные и фотохимические методы. Так, Мозер и Шорес (Канзасский университет) наблюдали образование быстрых атомов трития ($E = 2,2 \div 5,2 \text{ эв}$) при распаде возбужденных молекул $T_2 (^3\Sigma_u)$, возникающих в результате облучения молекулярного трития электронами с $E = 30 \div 50 \text{ эв}$. Карлсон и Уайт (Ок-Ридж) продемонстрировали взрыв многозарядных ионов с образованием быстрых фрагментов. Куперман (Калифорнийский технологический институт), изучая фотолиз смесей $D + H_2$, впервые установил наличие в реакции $D + H_2 \rightarrow HD + H$ порога, равного 0,33—0,02 эв.

Все большее внимание уделяется разработке методов получения пучков моноэнергетических атомов к молекулам [Йельский университет (Вольфганг, Менцингер-Блэкселл); Калифорнийский технологический институт (Куперман); Чикагский университет (Уортон); Гарвардский университет (Хершбах) и др.].

Представляет интерес находящийся в стадии монтажа оригинальный молекулярный линейный ускоритель Уортона. Он должен давать пучок полярных молекул (LiF) интенсивностью 10^{10} сек^{-1} и энергией до 4 эв, поддерживаемой с рекордной точностью $\pm 0,002 \text{ эв}$. Применение монохроматических атомных и молекулярных пучков — весьма перспективное направление химической кинетики, открывающее принципиально новые возможности в изучении механизма химических реакций и важное как для химии частиц высокой энергии, так и для обычной тепловой химии.

Б. Г. ДЗАНТИЕВ, А. К. ПИКАЕВ

Делегация советских ученых-медиков в США

Делегация советских ученых-медиков в период с 20 июня по 3 июля 1966 г. ознакомилась с работами по применению ускорителей для терапии злокачественных опухолей в США.

Исследования с тяжелыми заряженными частицами (ТЗЧ) проводятся здесь с 1935 г. В настоящее время изучаются радиобиологическое действие ТЗЧ, а также возможности их терапевтического применения в онкологической практике. Работы ведутся в различных исследовательских ядерных центрах, где имеются ускорители частиц на высокие энергии и ускорители многозарядных ионов (Радиационная лаборатория им. Лоуренса, институт им. Каренги, Брукхейвенская национальная лаборатория, Гарвардский и Чикагский университеты и др.).

В 1964 г. Р. Вильсон указал на возможность использования протонов и α -частиц, ускоренных до энергии 100 Мэв, для лучевой терапии глубоко расположенных злокачественных опухолей.

В настоящее время в США большая группа исследователей занимается изучением медико-биологических характеристик ТЗЧ. Накоплено значительное количество информации по этим вопросам, опубликовано около 200 статей и обзоров.

Основным преимуществом применения пучков ТЗЧ в терапии является чрезвычайно выгодное распределение глубинных доз, а именно незначительное рассеяние частиц за геометрические границы пучка, наличие пика Брэгга на конце пробега, а следовательно, воз-

можность облучать достаточно высокой дозой небольшой очаг поражения, расположенный на значительной глубине, исключив сильное радиационное воздействие на окружающие ткани. При этом использование методов многопольного облучения и ротационной техники позволяет получить отношение величины дозы в опухоли к величине дозы на поверхности, равное ~ 150 . Поэтому при лечении с помощью ТЗЧ можно применять разовые дозы выше в 5—10 раз, чем при использовании рентгеновского и γ -излучений.

Попытки радиохирургического вмешательства с целью изменения структурных или функциональных свойств тканей различных органов привели к созданию метода, названного методом стереотаксической радиохирургии. Предположение, что массивное лучевое воздействие на гипофиз можно осуществить с помощью пучка протонов или других частиц, нашло подтверждение в работах Дж. Лоуренса, К. Тобайеса и др. (1954—1966). Ранние эксперименты Тобайеса показали, что при использовании пучков ТЗЧ можно добиться того, что 65% интегральной дозы излучения, поглощенной тканями головы, будет приходиться на избранную структуру (гипофиз). Полная и очень быстрая деструкция гипофиза наступала при дозе не менее 19 тыс. рад. Для облучения применялись пучки α -частиц, протонов и дейтонов с энергией соответственно 910, 340 и 190 Мэв. На голову больного надевается пластмассовая маска специальной формы, в результате чего гипофиз оказывается в центре шара. Точность укладки большого