

вались новые разработки ускорителей для лучевой терапии. Необходимо отметить сообщения о разработанном в НИИЭФА линейном ускорителе ЛУЭ-15М с программным управлением, о характеристиках терапевтического микротрона, а также об исследовании возможностей использования в лучевой терапии малогабаритного бета-трона, разрабатываемого в ИЯФ ТПИ. С интересом были встречены сообщения о работах, проводимых на синхротроне ЛИЯФ им. Б. П. Константинова по применению протонного пучка с энергией 1 ГэВ для медико-биологических целей.

Значительная часть сообщений была посвящена аппаратурному оформлению лабораторий и участков нейтронного активационного анализа на промышленных предприятиях, а также анализу с использованием фото-ядерных реакций. В качестве источника нейтронов в большинстве лабораторий предполагается использовать нейтронные генераторы НГ-150М, выпускаемые НИИЭФА.

Расширение масштабов внедрения ускорительной техники в народное хозяйство весьма актуальными делает вопросы контроля параметров потоков заряженных частиц и технологической дозиметрии. Обсуждение показало, что в настоящее время разработан ряд

устройств, позволяющих непрерывно контролировать ток пучка и энергию частиц на выходе ускорителя. В связи с этим весьма важны разработка и внедрение единой методики измерения поглощенных доз излучения в промышленных радиационных установках.

В своем решении Совещание рекомендовало продолжить работы по совершенствованию выпускаемых в настоящее время ускорителей, а также разработку новых типов мощных ускорителей для вновь осваиваемых радиационных процессов с большой энергоемкостью, компактных ускорителей для медицины и дефектоскопии, малогабаритных ускорителей для передвижных лабораторий активационного анализа, протонных ускорителей для медицины. Одновременно рекомендована дальнейшая разработка научных основ радиационной техники, совершенствование методов расчета и конструирования радиационных установок. Признано целесообразным провести в 1979 г. Всесоюзную конференцию по применению ускорителей в народном хозяйстве с участием отраслевых институтов и промышленных предприятий.

ГУСЕВ О. А.

II Международный симпозиум по плазмохимии

Симпозиум состоялся 18—23 сентября 1975 г. в Риме. В нем приняли участие 113 делегатов из 16 стран, обсуждено примерно 70 докладов (от Советского Союза участвовали пять человек, представлено 10 докладов). Симпозиум был организован Международным союзом по теоретической и прикладной химии (IUPAC). Все доклады сгруппированы по направлениям.

Элементарные реакции в низкотемпературной плазме. Обсуждены результаты исследований механизма различных химических реакций в термодинамической неравновесной плазме, данные по измерению сечений взаимодействия электрон — атом, электрон — молекула, атом — молекула, ион — молекула и т. д., по интерпретации результатов измерений параметров химически реагирующей плазмы. Для ряда конкретных случаев исследованы модели атомно-молекулярных реакций при максвелловском распределении скоростей и при различных отклонениях от последнего. Рассмотрено возмущающее действие лазера, применяемого для диагностики, на механизм изучаемых элементарных реакций.

Большое внимание уделено кинетике химических реакций под действием электронного удара, кинетике релаксации возбужденных атомов и молекул, взаимодействию атомов и радикалов в сложных по составу смесях, кинетике взаимодействия ионов с нейтральными частицами. Подробно изучены характеристики плазмы и химические реакции в электроотрицательных газах.

Большая группа докладов относилась к реакциям хемоионизации, протекающим при сильно экзотермическом взаимодействии молекулярных пучков атомов металлов и металлоидов с окислителями (кислородом, оксидами азота, галогенами, гидроксильной группой). При таком взаимодействии образуются ионы, причем ионизация протекает, как правило, тремя путями: путем электронного перехода (ионизация атома), реактивной

ионизации (образование иона монооксида), ассоциативной ионизации (образование иона полиоксида).

Наиболее подробно изучены реакции хемоионизации урана в системе уран — кислород, в частности зависимость сечений хемоионизации, проходящей по различным из указанных путей, от относительной энергии атомов и молекул в пучках. Исследована хемоионизация урана при взаимодействии пучка атомов с кислородом и азотом в пробкотроне. Кроме того, исследована хемоионизация атомов II, III, IV, V, VI групп Периодической системы (Al, B, Ba, C, Ca, Ce, Fe, Hf, Zn, Si, Mg, Nb, Mo, Se, Si, Th и т. д.), причем в качестве окислителя использован не только атомный и молекулярный кислород, но и галоиды и гидроксильная группа. Проведена предварительная систематизация химических элементов по их поведению в реакциях хемоионизации, обсуждаются возможности применения этих реакций для разделения элементов и изотопов элементов, в частности изотопов урана. В ряде докладов рассмотрена роль реакций хемоионизации в механизме горения углеводородного топлива, а также реакции ионных пластов в верхних слоях атмосферы.

Диагностика химически реагирующей плазмы. Обсуждены результаты разработки новой диагностической техники для исследования продуктов химических реакций в электроразрядной плазме (М. Кауфман, США). В связи с трудностями использования масс-спектрометрии для наблюдения нейтральных промежуточных продуктов химических реакций (возбужденные атомы и молекулы, свободные радикалы и т. д.) разработан так называемый нейтральный масс-спектрометр, являющийся синтезом техники масс-спектрометрии и молекулярных пучков.

Большое внимание уделено технике хроматографического анализа (для повышения точности анализа применяются сжатие газового образца) и так называемой

актинометрической технике для измерения интенсивности разряда (концентрация и энергия электронов), с которой связывается скорость химических реакций. В остальных докладах обсуждены конкретные результаты использования методов зондовой диагностики, масс-спектрометрии, оптической спектроскопии, контактных методов и современных компьютеров для исследования механизма химических превращений в плазме.

Применение турбулентных свойств плазмы для осуществления химических реакций. Эта группа докладов представлена учеными СССР (В. А. Легасов, А. А. Иванов). Рассмотрены проблемы неравновесной плазмохимии и возможности использования мощных электронных пучков для генерирования стационарных плазменных разрядов. Обсуждены результаты исследований по разделению частиц с различной молекулярной массой в плазменной центрифуге для разделения продуктов плазмохимических реакций. Плазменная центрифуга может быть успешно использована там, где уже исчерпаны возможности термической закалки продуктов быстрых реакций. В ряде докладов рассмотрены использование магнетоакустического резонанса для нагрева электронов в плазме, реакции синтеза в газовом разряде, реакции, стимулированные пучком релятивистских электронов, и т. д. Обсуждены химические и фазовые превращения в уран-фторной плазме (Ю. Н. Туманов).

Плазменная технология. Наиболее интересный доклад был представлен акад. Н. Н. Рыкалиним (СССР). Рассмотрены процессы плавления, сфероидизации частиц, восстановления металлов, реакции синтеза, а также вопросы разработки разнообразных генераторов плазмы. В других докладах сообщалось о разработке трехфазных генераторов плазмы, применении газового охлаждения для повышения КПД плазматронов, о транспортных свойствах потоков плазменных теплоносителей, использовании токопроводящих теплоносителей для синтеза нитридов.

Химические реакции в плазме. Очень перспективной областью использования неизотермической плазмы низкого давления являются транспортные реакции (С. Вепржек, Швейцария). Изучены три типа химических реакций: «химическое» испарение и осаждение твердых веществ при взаимодействии химически активной плазмы низкого давления с твердыми веществами; модификации поверхности при гетерофазном взаимодействии плазмы с металлами; реакции гетерофазной рекомбинации атомов. Рассмотрена роль термодинамического и кинетического эффектов химического взаимодействия в неизотермической плазме. Транспортные реакции в плазме являются мощным средством получения чистых материалов (например, для микроэлектроники и атомной техники). Часть докладов была посвящена реакциям направленной полимеризации и декарбонизации в плазме низкого давления. Значительное внимание

уделено синтезу карбидных и нитридных материалов с помощью плазменного нагрева.

Некоторые вопросы развития химии плазмы. Обсуждена организационная деятельность подкомиссии плазменной химии IUPAC, рассмотрены мероприятия по улучшению взаимодействия промышленности с университетами Франции.

На основании докладов, обсужденных на Симпозиуме, можно сделать следующие выводы:

1. Несмотря на энергетический кризис, затрагивший большинство промышленно развитых стран, большой интерес проявляется к использованию низкотемпературной плазмы в химии, химической технологии и металлургии. По сравнению с первым симпозиумом по плазмохимии (ФРГ, Киль, 1973 г.) увеличилось число объектов исследования, наметились пути разработки научных основ плазмохимии. Это связано, по-видимому, с потребностью упростить и унифицировать механизм передачи энергии электрического тока в реактор, снизить затраты энергии на химико-металлургические процессы, интенсифицировать последние и повысить уровень их управления.

2. Наряду с электродуговыми и ВЧ-генераторами плазмы начинают применяться электронно-пучковые генераторы; кроме традиционных методов разделения продуктов плазмохимических реакций с помощью термической заправки, начинают использоваться плазменные центрифуги.

3. Повысился интерес к химическим реакциям в неравновесной плазме. В большинстве докладов так или иначе обсуждались свойства или применение плазмы низкого давления. Речь идет о получении чистых материалов для атомной энергетики и полупроводниковой техники, для синтеза неустойчивых при обычных условиях продуктов, для получения полимерных пленок и покрытий, модификации поверхности.

4. Очень интересным способом получения плазмы и использования ее в химии являются реакции хемоионизации, протекающие при сильно экзотермическом взаимодействии элементов в молекулярных пучках. Техника осуществления реакций хемоионизации может быть использована для разделения химических элементов и, возможно, изотопов элементов.

5. Возрос интерес к ионным и ионно-молекулярным реакциям в верхних слоях атмосферы. Эти исследования имеют большое практическое значение. Можно, например, упомянуть о реакциях различных веществ, выбрасываемых в атмосферу промышленными предприятиями, двигателями самолетов и ракет, с озоном, пояса которого находится на высоте ~ 30 км.

Следующий симпозиум по плазмохимии состоится в 1977 г. в Лиможе (Франция).

ТУМАНОВ Ю. Н.

III Международная конференция по измерению низких уровней радиоактивности и их применению

Конференция проходила в октябре 1975 г. в Чехословакии. Она была организована Университетом им. Коменского (Братислава) и Институтом по исследованию, производству и применению радиоизотопов

(Прага). В конференции приняли участие около 150 специалистов из 21 страны, заслушано примерно 100 докладов, из них 65 представлено учеными социалистических стран. Охвачен широкий круг научно-техниче-