

дистилляцию. Продолжаются работы по дальнейшему развитию электродиализного метода опреснения в направлении использования более эффективных, тонких и больших по размеру мембран, повышения температуры процесса электродиализа (до 65—70° С) для сокращения расхода энергии, усовершенствования мембранных сборок и конструкции пакетов для повышения производительности и удешевления процесса, а также расширения его применения.

Большое внимание уделяется изучению свойств, модификации и синтезу новых видов обратноосмотических пленок и волокон. Предложено, например, для увеличения срока службы и улучшения свойств ацетатцеллюлозных мембран защищать их порошком диатомита, отливать из композиции с изоцианатными мономерами или в исходные композиции вводить фосфорную кислоту различной концентрации. Разработаны композиции для получения тонких мембран на основе ароматических полиамидов и других соединений, пригодные для использования в интервале значений рН 2—11.

Широкое применение для опреснения солоноватых вод находит обратный осмос. В Нидерландах, например, в настоящее время работает 150 установок суммарной мощностью 20 тыс. м³/ч. На морской воде работает незначительное число обратноосмотических установок, несмотря на широкую рекламу их преимуществ и многообещающие прогнозы, что объясняется, по-видимому, тем, что для них требуется тщательная подготовка исходной воды, воплощаемая в громоздком виде. Так, для такой установки со спиральнонамотанными модулями, работающей на исходной воде со содержанием около 2 г/кг, подготовка воды занимает в 2—3 раза больший объем, чем сборка обратноосмотических модулей. Для поливолоконных модулей необходима еще более тщательная, а соответственно, и более сложная очистка. На симпозиуме

обсуждалось предложение использовать вместо громоздкого оборудования ультрафильтрацию.

Серьезное внимание обращается на изучение влияния воды, опресненной на различных установках, на живые организмы и снижение вредного воздействия опреснения на окружающую среду. В решении последнего вопроса предлагается сбросные воды с опреснителей перерабатывать до сухого остатка путем естественного испарения в прудах-накопителях, доулавливанием в выпарных установках с гидрофобным теплоносителем или затравкой сульфата бария или в роторных испарителях.

Большой интерес вызвала выставка, где было показано большое число образцов техники, предназначенной для различного использования в технологии воды: трубопроводы из различных материалов (в том числе быстроразъемные), инструмент для работы с трубопроводами (трубогибы, установки по резке труб и т. д.), арматура (клапаны, задвижки, поворотные заслонки) для работы с трубопроводами диаметром 50—2000 мм; насосы для нейтральных агрессивных сред, для пульпы различной консистенции (осевые пропеллерные, центробежные, мембранные, поршневые, шнековые); фильтры (сетчатые, напорные и безнапорные, ленточные вакуумные и т. д.). Заслуживают внимания установки биологической очистки воды, азотаторы, смесители, бактерицидные установки; опреснительные установки: обратноосмотические, электродиализные, парокомпрессионные, мгновенного вскипания, с падающей пленкой, с горизонтальнотрубными пленочными выпарными аппаратами (макеты, модули, натурные образцы, проспекты) и др.

Материалы симпозиума и выставки представляют значительный интерес для специалистов, занимающихся решением проблемы обеспечения пресной водой жилых массивов и промышленных объектов.

ШАЦИЛЛО В. Г., ПОДБЕРЕЗНЫЙ В. Л.

Международный симпозиум по синтезу и свойствам новых элементов

Симпозиум, организованный ОИЯИ под эгидой Международного союза чистой и прикладной химии (ИЮПАК), состоялся в Дубне 23—27 сентября 1980 г. В его работе участвовали более 120 специалистов ОИЯИ, стран — участниц ОИЯИ, а также США, Франции и ФРГ. Было представлено 42 доклада по следующим основным направлениям: поиск сверхтяжелых элементов (СТЭ) в природе; синтез новых элементов на ускорителях тяжелых ионов; физика деления ядер; избранные вопросы механизма взаимодействия тяжелых ионов с ядрами; проблемы химии новых элементов; методы регистрации и идентификации новых ядер.

В качестве официального представителя ИЮПАК в работе симпозиума участвовал и выступил на его открытии с речью вице-президент АН СССР, член бюро ИЮПАК В. А. Коптюг. Приветствуя участников от имени ИЮПАК, он рассказал об основных направлениях деятельности союза и, в частности, о новой долговременной программе ИЮПАК «Химические исследования, направленные на потребности общества». ИЮПАК обращает внимание ученых-химиков на то, что химическая наука и технология может и обязана рассматривать и решать проблемы, жизненно важные для всех людей планеты, такие как энергия, источники органического сырья и материалов, запасы и источники продуктов питания и т. д.

Научная программа симпозиума открылась обзорным докладом Г. Н. Флерова (ОИЯИ) «Физические и химические аспекты проблемы поиска СТЭ в природе». Результаты поисков СТЭ рассматривались на основе работ, выполненных в Дубне за последние 12 лет. К настоящему времени регистрацией актов спонтанного деления поиск СТЭ проведен в природных образцах различного происхождения и достиг-

нута чувствительность до 10⁻¹⁵ г/г по концентрации. В метеоритах типа углистых хондритов и в геотермальных водах п-ва Челекен (Южный Каспий) обнаружен неизвестный спонтанно делящийся нуклид, который предположительно может быть отнесен к области СТЭ. Для однозначной идентификации этого нуклида необходимы дальнейшие исследования, включающие разработку новых химических методов концентрирования и извлечения СТЭ, поиск образцов с более высокой концентрацией этого элемента. Одним из перспективных подходов является поиск СТЭ по трекам тяжелых космических ядер в оливинах (силикатных кристаллах) из метеоритов. Методика поиска треков, разработанная в ЛЯР ОИЯИ, и результаты исследований спектра длины треков галактических космических ядер в оливинах были представлены В. П. Перельгиным (ОИЯИ). В объеме кристаллов ~ 1000 мм³ измерено более 3 тыс. треков с $Z > 60$, и 250 из них длиной 180—230 мкм отнесены к группе Th — U. Найден один трек длиной 365 мкм, который может принадлежать ядру с $Z \geq 110$. Другой длинный трек не дает такой степени уверенности, поскольку не весь укладывается в объеме кристалла — неизвестная его часть осталась за пределами природного детектора. Однако измеренная часть позволяет утверждать, что он оставлен ядром с $Z > 98$. Увеличение объема просмотренных оливинов на порядок позволяет сделать более определенные заключения о распространенности сверхтяжелых космических ядер.

Центральное место в программе симпозиума, занимали проблемы синтеза новых элементов на ускорителях тяжелых ионов. В трех обзорных докладах была представлена картина состояния и перспектив развития исследований в ведущих лабораториях мира в данной области — в ЛЯР ОИЯИ, в

Центре по исследованиям с тяжелыми ионами (Дармштадт, ФРГ) и Лаборатории им. Лоуренса (Беркли и Ливермор, США). Основное внимание уделялось искусственному получению СТЭ, для которого в настоящее время развиваются два подхода. Один из них основан на использовании глубоководных столкновений между предельно тяжелыми ядрами типа $^{238}\text{U} + ^{238}\text{U}$ или $^{238}\text{U} + ^{248}\text{Sm}$. Эти эксперименты проводят на ускорителе тяжелых ионов UNILAC в Дармштадте. Их результаты, полученные за последние три года с применением различных методов, в основном, радиохимических, были суммированы в обзорном докладе Г. Херрманна (ФРГ). Многочисленные попытки синтеза СТЭ в реакции $^{238}\text{U} + ^{238}\text{U}$ не привели к успеху, несмотря на весьма высокую чувствительность экспериментов. Были определены лишь верхние границы сечений образования, в частности, 10^{-35} см² для интервала времени жизни от 1 сут до 1 года. В экспериментах без применения радиохимии были сделаны попытки наблюдать короткоживущие изотопы СТЭ с $T_{1/2} > 10^{-3}$ с. Какие-либо новые спонтанно делящиеся ядра с сечениями образования выше 10^{-33} см² не обнаружены.

Особые надежды связывались с реакцией $^{238}\text{U} + ^{248}\text{Sm}$, для которой по теоретическим оценкам сечения образования СТЭ, вызывающих относительно мгновенного деления, могли быть в 100 раз выше, чем для реакции $^{238}\text{U} + ^{238}\text{U}$. К. Хьюлет (США) представил результаты экспериментов по облучению мишеней из ^{248}Sm ионами ^{238}U , выполненных объединенной группой ученых ФРГ и США в последнее время. Они также не дали положительного результата: была установлена лишь верхняя граница сечения образования СТЭ на уровне 10^{-34} см² для времени жизни в интервале от 1 до 100 сут. Чувствительность, достигнутая в этих опытах, пока гораздо ниже, чем в случае $\text{U} + \text{U}$, что связано с неожиданно быстрым разрушением металлических мишеней из ^{248}Sm под действием тепловой и радиационной нагрузок, вызываемых пучком ускоренных ионов ^{238}U (полная энергия 2,4 ГэВ). Для последующих экспериментов необходимо существенное развитие технологии изготовления мишени.

В обзорном докладе Ю. Ц. Оганесяна (ОИЯИ) было показано, что более перспективным в настоящее время является другой подход к синтезу СТЭ, который основан на использовании реакций слияния, вызываемых ионами ^{48}Ca при облучении ими тяжелых мишеней, — ^{244}Pu , ^{248}Sm или ^{249}Cf . На ускорителях нового поколения, таких как 4-метровый изохронный циклотрон У-400 в Дубне, интенсивность пучков экзотических частиц типа ^{48}Ca может быть существенно увеличена — до 10^{13} част./с и более, что обеспечивает 100-кратное повышение чувствительности по сравнению с прежними опытами $^{48}\text{Ca} + ^{248}\text{Sm}$, выполненными в Дубне и Беркли в 1975—1977 гг.

Вывод о перспективности реакций $^{48}\text{Ca} + ^{248}\text{Sm}$ следует непосредственно из анализа большой совокупности данных по синтезу новых ядер в реакциях слияния, вызываемых ионами массой $A \geq 40$ на мишенях из изотопов вблизи дважды магического ядра ^{208}Pb . Этот нетрадиционный подход, как известно, был предложен и широко применялся в Дубне. Он позволяет «отодвинуть» границу таблицы Менделеева до $Z = 107$, получить и исследовать большое число новых изотопов с $Z = 100-107$, установить резкое изменение характера систематики периодов спонтанного деления T_{sf} для ядер с $Z \geq 104$. Для последнего исключительно важными оказались свойства изотопа $^{256}104$ ($T_{sf} \approx 5$ мс). Это направление сейчас развивается также и в Дармштадте (доклад Г. Мюнценберга, ФРГ). Здесь в независимых опытах $^{40}\text{Ar} + ^{208}\text{Pb}$ и $^{50}\text{Ti} + ^{208}\text{Pb}$ подтверждены и дополнены результаты дубненских работ по свойствам новых ядер с Z до 104 включительно, в частности, $^{256}104$, а также по механизму реакций их образования.

Отметим, что факт резкого изменения систематики периодов спонтанного деления ядер при $Z \geq 104$ признан теперь также и берклиевской группой (доклад М. Ничке, США), несмотря на остающееся расхождение с данными Дубны в значении T_{sf} для более тяжелого изотопа 104-го элемента — $^{260}104$. Последнее, однако, в силу логарифмически сильных

изменений T_{sf} не является принципиальным. Вместе с тем, как показано В. А. Друиным и др. (ОИЯИ), постановка берклиевских опытов по синтезу $^{260}104$ все еще далеко не беспредельна из-за отсутствия должной дискриминации фоновых активностей, в частности, спонтанно делящегося изомера ^{242m}f Am.

Среди новых результатов по физике деления следует отметить данные, полученные при изучении характеристик спонтанного деления наиболее тяжелых изотопов фермия и менделеева — ^{258}Fm , ^{259}Fm , ^{259}Md (доклад К. Хьюлета, США). Весьма необычной чертой деления этих ядер, резко отличающей их от ординарных актиноидов из области U — Cf, является строго симметричное массовое распределение осколков. Кроме того, для ^{258}Fm и ^{259}Fm наблюдается аномально высокое значение средней суммарной кинетической энергии осколков $E_k \approx 240$ МэВ — на 40-50 МэВ выше, чем следует из систематики. Еще более удивительным является тот факт, что для ^{259}Md , который отличается от ^{259}Fm заменой одного нейтрона на протон, E_k вновь принимает «обычное» значение ~ 190 МэВ, хотя массовое распределение остается совершенно симметричным. Налицо сильный одночастичный эффект, приводящий к крупномасштабному изменению коллективной характеристики деления: принято считать, что основной вклад в E_k дает кулоновское отталкивание осколков вблизи точки разрыва ядра. Удовлетворительное объяснение этих интересных и несомненно важных эффектов пока не найдено.

В докладе Ю. А. Лазарева (ОИЯИ) обсуждались возможности экспериментального определения высоты барьеров деления тех ядер, которые по Z или N расположены вблизи известных замкнутых нуклонных оболочек $Z = 82$ или $N = 126$ и одновременно с этим значительно (на 20 и более нейтронов) удалены от линии β -стабильности. Для получения этой информации, важной с точки зрения синтеза СТЭ, наиболее ценные возможности представляют исследования β -запаздывающего деления (деления ядер из возбужденных состояний, заселяемых при β^+ -распаде или электронном захвате). Результаты теоретического определения высоты барьеров деления тяжелых ядер с $N \leq 126$ были представлены В. В. Пашкевичем (ОИЯИ). Для изотопов Th — U с $N \sim 126$, несмотря на их сильную нейтронодефицитность, теория предсказывает существенное повышение высоты барьера — до 12—14 МэВ, примерно вдвое по сравнению с тем, что имеет место для изотопов этих же элементов вблизи линии β -стабильности ($N = 140-145$).

В докладе А. Собичевского (ИИЯР) содержались результаты теоретического определения периодов спонтанного деления ядер с $Z = 92-110$. Современные динамические расчеты позволяют без использования каких-либо свободных параметров получить описание систематики экспериментальных значений T_{sf} для четно-четных ядер с точностью в среднем до фактора 50 и при этом воспроизвести все главные «нерегулярности» в систематике, в том числе резкое изменение характера изоспиновой зависимости T_{sf} при $Z \geq 104$.

При обсуждении механизма ядерных реакций наибольший интерес вызвали эффекты эмиссии быстрых легких частиц, сопровождающих столкновения тяжелых ионов с ядрами. В частности, в докладе Ю. Э. Пенюнякевича (ОИЯИ) было показано, что при облучении ^{197}Au , ^{232}Th и других ядер ионами ^{22}Ne или ^{40}Ar энергией 8 МэВ/нуклон с большой вероятностью испускаются α -частицы энергией 25 МэВ/нуклон и более, т. е. имеет место своеобразный кумулятивный эффект. Полагают, что высокоэнергичные α -частицы образуются в краевых соударениях в результате быстрого прямого процесса, который приводит к образованию слабозвужденного (однако быстровращающегося) остаточного ядра массой на четыре нуклона меньше, чем масса компаунд-ядра. Такие процессы представляют интерес с точки зрения поиска новых путей синтеза тяжелых элементов, а также для получения ненагретых вращающихся ядер. Попытки теоретического описания этих процессов на основе моделей предравновесного исчисления и прямого выбивания частиц были даны в докладах Р. В. Джолоса (ОИЯИ) и В. Е. Бунакова (СССР).

Химии новых элементов были посвящены обзорные доклады И. Звары (ОИЯИ) и Ф. Давида (Франция). В первом из них анализировалась относительная роль химических и ядерно-физических доказательств открытия в истории трансураниевых элементов, рассматривались достоинства термохроматографии летучих неорганических соединений как основного метода химической идентификации трансактиноидных элементов. Обсуждались также вопросы интерпретации данных химических опытов с единичными атомами и было показано, что во всех практически важных случаях поведение отдельных атомов совпадает с поведением макроколичеств. Наиболее интересные результаты в докладе Ф. Давида относились к исследованию химических свойств менделевия. Было найдено, что его химия подобна химии двухвалентного фермия. С помощью термохроматографии в Орсе установлено существование четырехвалентного эйнштейния. Новые данные о физико-химических свойствах менделевия были представлены также в докладах А. Н. Каменской (СССР) и Э. Хюбенера (ГДР). В докладе В. П. Доманова (ОИЯИ) рассматривалась постановка опытов по химической идентификации элемента 107 на основе высокой ле-

тучести окисных и гидроокисных соединений рения — его ближайшего аналога.

Подводя итоги, можно констатировать, что синтез новых элементов на ускорителях и поиск СТЭ в природе, несомненно, сохраняют высокую актуальность. Эта проблема имеет многие аспекты и коренным образом затрагивает фундаментальные концепции современной физики атомного ядра и ядерной химии. Исследования в области синтеза новых элементов, в особенности сверхтяжелых, позволяют критически проверить представления о строении ядра, в частности, о его оболочечной структуре, о силах, действующих в ядре, и т. д. Последние и определяют устойчивость ядер, а следовательно, и предельное число элементов, которое может содержать Периодическая таблица Менделеева.

К открытию симпозиума в ОИЯИ был издан сборник кратких сообщений о всех представленных докладах. Полный текст семи приглашенных докладов, прочитанных на симпозиуме, будет опубликован в официальном журнале ИЮПАК «Pure and Applied Chemistry» в 1981 г.

ЛАЗАРЕВ Ю. А.

VIII Международный вакуумный конгресс

Конгресс состоялся 22—26 сентября 1980 г. в Канне (Франция). Одновременно проводились IV международная и III европейская конференции по физике поверхностей и тонким пленкам. В работе конгресса и конференций, организованных Международным союзом по исследованиям, технике и применению вакуума и Французской вакуумной ассоциацией при участии международных и национальных научных центров, научных и научно-технических обществ и ассоциаций, участвовали свыше 1200 специалистов из 42 стран. Было представлено около 650 пленарных, секционных и стендовых докладов по физике, технике и технологии вакуума, кинетике двухфазных сред, физике и технологии тонких пленок и т. п. Работала выставка образцов вакуумного откатного, технологического и измерительного оборудования, аппаратуры и приборов, выпускаемых более чем 40 крупнейшими зарубежными фирмами.

Представленные на конгрессе доклады охватывали следующие тематические направления: методы анализа молекулярных потоков; взаимодействие ионного и электронного пучков с твердой поверхностью; газодиффузионные характеристики конструкционных материалов; сверхвысоковакуумные системы электрофизических комплексов; компримирующие, криогенные и электрофизические насосы; вакуумные технологические установки; контроль герметичности; приборы вакуумметрии и масс-спектрометрии; метрология вакуума.

Большая часть докладов по физике вакуума была непосредственно связана с работами по созданию и технологической оптимизации вакуумных систем термоядерного реактора JET, ускорительных комплексов ЦЕРНа, ФРГ, Японии, США, Франции, Великобритании и т. п. Заметное место занимали вопросы кинетики теплового и стимулированного газовыделения и газопроницаемости конструкционных материалов вакуумных камер. Большое внимание уделялось влиянию различных видов предварительной физико-химической обработки и воздействию на материалы нейтронного, электронного, ионного и электромагнитного излучения.

Измерения, выполненные группой специалистов Исследовательского центра в Зайберсдорфе (Австрия) в реакторе ASTRA (плотность потока γ -квантов и нейтронного потока в зоне образца $1,4 \cdot 10^{14}$ и $6,4 \cdot 10^{13}$ см⁻²·с⁻¹ соответственно), показали существенное влияние реакторного излучения на водородопроницаемость нержавеющей стали. В диапазоне 690—840 К температура монотонно увеличивается с мощностью дозы, возрастая при 840 К и мощности дозы 0,5 Вт/г примерно втрое по сравнению с необлучаемым образцом.

В связи с созданием кольцевого накопителя — источника синхротронного излучения измерен коэффициент электронно-стимулированной десорбции с поверхности образцов из бескислородной меди (Ливерпульский университет). Показано, что после одновременного воздействия на образец прогрева при 200°C и тлеющего разряда в среде Ar — O₂ (10%) парциальный коэффициент электронно-стимулированной десорбции падает в 2 (CH₄) — 10 (H₂) раз. Уменьшение плотности электронного потока приводит к возрастанию электронно-стимулированной десорбции. В диапазоне 0,1—3 кэВ наблюдается ее медленный рост с энергией.

В связи с разработкой ускорительных комплексов группой ISR (ЦЕРН) измерен парциальный коэффициент ионно-стимулированной десорбции с поверхности образцов из нержавеющей стали при различной температуре T . Независимо от температуры мишени и условий ее предварительного обезгаживания коэффициент ионно-стимулированной десорбции быстро возрастает с увеличением массы бомбардирующих ионов m_i (η_{H_2} — отношение коэффициента ионно-стимулированной десорбции при бомбардировке образца данным ионом и ионом H₂ соответственно). При прогреве образца наблюдается снижение η_{H_2O} , коэффициент η для остальных десорбирующихся газов несколько возрастает. Изменение энергии бомбардирующих ионов в диапазоне 1—5 кэВ почти не влияет на η_i (см. таблицу).

В некоторых работах приводились константы теплового газовыделения различных конструктивных материалов. Обратила на себя внимание, в частности, низкая скорость газовыделения (менее 10⁻¹² Па·м/с) алюминидно-магниевого сплава AlMg₃, на подвергнувшегося предварительной обработке (Институт физико-химической ассоциации, Зап. Берлин).

Свыше 20 докладов было посвящено сверхвысоковакуумным системам недавно введенных в эксплуатацию, строящихся и проектируемых синхротронных ускорителей нового поколения (ISABELLE, США; BESSY, Зап. Берлин; LEP, реконструируемый ISR, ЦЕРН; PETRA, ФРГ; TRISTAN, TARN, Япония). Наряду с традиционным подходом к построению системы откачки таких ускорителей — применением автономных электрофизических насосов, устанавливаемых между магнитами, и постов предварительной откачки на базе турбонасосов, — все более широко используются встроенные насосы как элемент интегрированного вакуумного тракта. Такое конструктивное решение устраняет ограничения по предельному вакууму, связанные с малой площадью