

Конференции и совещания

Симпозиум МАГАТЭ по захоронению радиоактивных отходов

4—8 сентября 1972 г. в Москве состоялось совещание экспертов МАГАТЭ по захоронению отверженных отходов в зависимости от их свойств и уровня активности.

Надежное безопасное захоронение радиоактивных отходов — один из наиболее актуальных вопросов современности. Поэтому ведутся интенсивные поиски процесса перевода жидких отходов высокого и среднего уровней активности в отверженное состояние. Хранение таких отходов в твердых формах с надежной фиксацией в них радиоизотопов практически полностью исключает опасность распространения радиоактивности в окружающую среду.

Настоящее совещание явилось продолжением совещаний по отверждению жидких отходов, прошедших в 1965—1968 гг. в Дубне.

Подбор правильных условий для захоронения отверженных материалов в зависимости от их свойств и уровня активности — логическое продолжение вопросов, рассматриваемых на предыдущих совещаниях, один из решающих факторов обеспечения чистоты окружающей среды. Усилия ученых, разрабатывающих ту или иную технологию отверждения, сведутся к нулю, если не будут определены условия безопасного захоронения отверженных препаратов.

В совещании, вызвавшем большой интерес, приняли участие 25 экспертов из 17 стран. Кроме того, присутствовали представители четырех международных организаций: Евратома, Комиссии европейских сообществ, ВОЗ и СЭВ.

Были обсуждены следующие вопросы:

1. Последние достижения в области отверждения отходов путем включения их в битум, цемент или другие связующие материалы. При этом отмечалось, что особое внимание необходимо уделить экспериментальным работам по выщелачиванию и миграции радиоизотопов при различных условиях захоронения.

2. Опыт захоронения радиоактивных отходов низкого и среднего уровней активности. При этом подчеркивалась необходимость специальных мер против загрязнения окружающей среды.

3. Зависимость надежности захоронения радиоактивных отходов от конструкции могильника, свойств и уровня активности отходов с целью выработки основных принципов обеспечения безопасного захоронения отходов и контроля за их состоянием.

Кроме того, были заслушаны сообщения по технологии окончательного удаления концентратов высоко-радиоактивных отходов и захоронения отходов с высокой α -активностью и мерам против загрязнения окружающей среды, а также рассмотрены вопросы удаления высокоактивных отходов с учетом дальнейшего раз-

вития ядерной энергетики. Сделаны сообщения по термостабильности и охлаждению получаемых радиоактивных препаратов.

Всего было заслушано 23 сообщения.

С большим интересом были выслушаны доклады, посвященные существующей практике захоронения твердых отходов и опытным работам по захоронению отверженных препаратов. В частности, в сообщении, представленном Великобританией, сравниваются пять возможных методов захоронения отходов: захоронение в землю, в море, хранение в соляных выработках, в тоннелях, охлаждаемых воздухом, в бассейнах, охлаждаемых водой. При этом на основании установившегося в Англии мнения о том, что отвержденные высокоактивные отходы должны храниться в условиях, при которых всегда возможен контроль, предпочтительными считаются два последних метода. Кроме того, они сравнительно дешевле других.

В японском докладе приведены методы расчета, позволяющие в первом приближении дать сравнительную оценку места, выбранного для захоронения отходов в землю, а также безопасности места, выбранного для строительства ядерных установок. Специальный доклад Японии был посвящен методу выбора оптимального места захоронения радиоактивных отходов с помощью ЭВМ. В нем сравниваются различные искусственные сооружения (подземные железобетонные колодцы, подземные непроницаемые стены, дамбы). Авторы находят этот метод расчета перспективным.

В докладе польских специалистов помимо общего изложения системы обращения с радиоактивными отходами описывается работа установки для битумирования радиоактивных отходов производительностью 25 л/ч. Получаемые битумные препараты загружают в бочки на 180 л из черной жести. Они укладываются в земляные рвы и засыпаются землей.

В кратком докладе США излагались в основном взгляды на захоронение отходов с низким уровнем активности, причем еще раз подтверждена возможность захоронения непосредственно в землю в расчете на высокие сорбционные свойства грунтов. Об отходах с высоким уровнем активности ничего не сообщалось.

Доклад, представленный Чехословакией, посвящен продолжению работ по непрерывному процессу цементирования под вакуумом. Помимо опытной установки испытывается полупромышленная установка производительностью 400 м³/год концентратов и шламов. Удается получить довольно низкое соотношение цемент — вода ($\leq 0,35$). Разрабатывается также процесс холодного битумирования на небольшой опытной установке. Основные проблемы при этом — нахождение оптимальной композиции битумных препаратов, условий вклю-

чения в битум и замораживания. Рассматривается процесс комбинирования цементирования с битумированием.

Исследования болгарских специалистов показали, что битумные блоки могут храниться как на поверхности, так и под землей.

В Нидерландах, как отметили представители этой страны, нет еще значительных количеств высокоактивных отходов. Они появятся когда потребуется переработка отработавших твэлов. Предварительно изучается возможность захоронения отвержденных высокоактивных отходов в соляные формации. Рассматриваются четыре случая попадания воды в места хранения и возможные последствия этого. Соляные формации считаются наиболее подходящими для захоронения отвержденных высокоактивных отходов.

В интересном сообщении, представленном Францией, рассматривается два способа окончательного захоронения: в безопасные геологические формации (соляные выработки, глубокие горные пласты) и в хранилища, построенные на месте отверждения, хорошо охлаждаемые в течение необходимого периода циркулирующим воздухом. Второй способ рассматривается как более предпочтительный, так как не требует транспортировки высокоактивных отходов, легко поддается контролю и в случае необходимости позволяет вторично перерабатывать эти отходы. Начатые в 1957 г. работы по отверждению в 1967 г. были перенесены на опытную установку с имитаторами, а в 1969 г. начаты работы по отверждению отходов полного уровня активности.

Испытываются два процесса: полунепрерывный (остекловывание в тиглях) и непрерывный, состоящий из двух стадий (кальцинация во вращающейся печи и остекловывания в тигле с периодическим сливом). Производительность последнего процесса примерно 10 л/ч. Промышленную установку предполагается пустить в 1974 г. С начала пуска опытной установки выработано 8 т стекла, содержащего более 2 млн. *кюри*. Оно хранится в могильниках, состоящих из 32 бетонных камер, которые находятся под землей на глубине 10 м. В каждой камере имеются обыкновенные забетонированные стальные трубы, вмещающие 20 банок или 3 тигля (~4,5 т стекла). Охлаждение проводится циркуляцией воздуха. В этом докладе рассматриваются перспективы хранения высокоактивных отходов.

Большую дискуссию вызвало сообщение советских представителей о методике выбора условий захоронения отвержденных отходов, учитывающей их свойства и уровень активности (что было основной целью совещания).

Участники совещания согласились с тем, что современный уровень знаний позволяет создать методику выбора условий захоронения отвержденных отходов низкого и среднего уровней активности в зависимости от их свойств, и обратились с просьбой к Секретариату МАГАТЭ выработать рекомендацию по такой методике с учетом высказанных предложений.

Совещание прошло на высоком научном уровне в дружественной обстановке.

Б. С. КОЛЫЧЕВ

V Европейская конференция по управляемому термоядерному синтезу и физике плазмы

С 21 по 25 августа 1972 г. в Гренобле (Франция) проходила V Европейская конференция по физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу, организованная Отделением физики плазмы Европейского физического общества*.

В работе конференции, на которой было представлено 177 оригинальных и 20 обзорных докладов, приняли участие (по официальному списку) 378 человек из 19 стран мира, в том числе из США, Японии и других неевропейских стран.

На утренних пленарных заседаниях заслушивались обзорные и приглашенные доклады, на вечерних заседаниях секций (работало параллельно по четыре секции) — оригинальные сообщения. Больше по сравнению с предыдущей конференцией в Риме число обзорных докладов, в том числе обзоры по состоянию и перспективам термоядерных исследований в СССР, США и Европе, сделанные соответственно Л. А. Арцимовичем (доклад был прочитан Б. Б. Кадомцевым), Р. Гулдом и Д. Падумбо, дало участникам конференции сравнительно полное представление о современном состоянии термоядерных исследований во всем мире.

Успешные эксперименты на токамаках, проведенные в ИАЭ им. И. В. Курчатова, привели к тому, что многие

лаборатории Европы и США пересмотрели свои планы и переключились на сооружение и исследование установок этого типа. Поэтому эксперименты на токамаках были в центре внимания конференции. Хотя «токамачный бум» еще не привел к резкому увеличению потока научной экспериментальной информации (большинство установок в настоящее время находится в стадии сооружения или пуско-наладочных работ), на конференции были сообщены новые, интересные результаты.

Обзор исследований на токамаках в СССР был сделан В. С. Стрелковым. Наблюдается заметный прогресс в параметрах получаемой плазмы (см. рисунок). На самой большой советской установке этого типа Т-4 в настоящее время температура электронов достигает нескольких килоэлектронвольт, температура ионов дейтерия — больше 600 эв, время удержания энергии порядка 10^{-2} сек, время удержания частиц — порядка 0,1 сек. Дальнейшие исследования направлены на изучение методов дополнительного нагрева плазмы, неустойчивостей, зависимостей процессов переноса от параметров плазмы. Эксперименты, проведенные на установках Т-3а и Т-6, показали, что с помощью программирования тока в плазме, а также приближения к ее поверхности проводящего кожуха можно получить МГД-устойчивую плазму при значениях запаса устойчивости q вплоть до 1, что значительно меньше ранее считавшегося необходимым для устойчивости значения $q = 3$. Эксперименты по электронно-циклотронному нагреву (они только начинаются) показывают, что

* Труды конференции (кроме обзорных и приглашенных докладов, которые будут опубликованы позднее) были изданы организаторами до начала конференции и розданы участникам.