

Исходное сырье — минерал циркон. Вскрытие циркона производится посредством спекания с кремнефтористым натрием по методу Сажина и Пепеляевой, описанному в советских докладах на Первой международной конференции по мирному использованию атомной энергии в Женеве. Разделение циркония и гафния осуществляется дробной кристаллизацией двойных фторидов. Очищенный от гафния препарат переводится в гидроксид и далее в двуокись циркония. Последняя восстанавливается металлическим магнием в тиглях из нержавеющей стали, помещаемых в специальную электропечь. Плавка получаемого губчатого металла пока еще не налажена.

Имеется также установка для хроматографического разделения килограммовых количеств редких земель на базе минерала самарскита. Сорбентом служит американский катионит. Элюирование производится раствором трилона-Б (ЭДТА) с промежуточным образованием медного комплекса.

Изучается разделение тантала и ниобия методом экстракции с применением метилизобутилкетона. Большое внимание уделяется исследованиям по химии тория и урана. В частности, проводится тщательное изучение структуры и свойств промежуточных окислов урана с использованием методов электропроводности, рентгенофазового анализа и других. Эти работы связаны с тем, что на юге Индии имеются богатые месторождения редкоземельных минералов, содержащих торий, уран, ниобий, тантал и другие элементы. Кроме того, индийские ученые намереваются испытывать в реакторах твэлы из твердых растворов двуокисей урана и тория.

В химическом отделе проводятся также обширные исследования по усовершенствованию методов хими-

ческого анализа, эмиссионного спектрального анализа, спектрофотометрии, термогравиметрии и других методов. Проводятся также теоретические исследования по химии «горячих» атомов кобальта, брома и других элементов при облучении соответствующих комплексных соединений в ядерном реакторе.

В Атомном центре в Тромбее имеется большой отдел электронной техники, занятый конструированием и изготовлением измерительных приборов для ядерных исследований. В этом отделе находится специальное конструкторское бюро и производственные мастерские, которые выпускают до 30 видов различных электронных приборов — счетные системы, дозиметры, γ -спектрометры, многоканальные анализаторы, перерегружающиеся усилители, датчики загрязнений, демпфирующие блоки и т. д. Все приборы соответствуют по размерам индийским стандартам и приспособлены для использования в тропических условиях.

Научные и инженерные кадры Атомного центра в Тромбее производят весьма благоприятное впечатление. Это в основном молодые люди, получившие образование в Индии, а затем проходившие стажировку в США или Великобритании. Имеется пока еще очень небольшое число специалистов, обучившихся в СССР. Обращает на себя внимание стремление индийских ученых самостоятельно решать возникающие проблемы в области использования атомной энергии. Это тем более существенно, что в Индии отмечается недостаток обычных топливных ресурсов, и в связи со значительными запасами урана и тория большие надежды возлагаются на развитие ядерной энергетики.

Викт. П. Спицын

Атомная энергия в Бразилии*

В конце 1956 г. в Бразилии была создана Национальная комиссия по атомной энергии. В задачи комиссии входит руководство исследованиями в области ядерной физики, сооружение исследовательских лабораторий и ядерных реакторов, подготовка квалифицированных специалистов по ядерной технике, хранение и распространение радиоактивных материалов. Комиссия должна также поддерживать интересы частных фирм при строительстве атомных электростанций и разрабатывать собственные планы и проекты развития ядерной энергетики тем более, что в некоторых районах страны, бедных обычными энергетическими ресурсами, ощущается острая потребность в электроэнергии. Поэтому в планах комиссии предусмотрено сооружение в ближайшее время по крайней мере одной крупной атомной электростанции полезной мощностью 100—150 Мвт (эл.). Станцию намечено построить в промышленном центре юга страны. Предполагается также сооружение автономных атомных электростанций средней мощности от 10 до 100 Мвт (эл.), которые могли бы удовлетворить потребность в электроэнергии таких городов, как Манаус, Белен, Сан-Луис, Терезина, Форталеза, Порт-Алегри, а также небольших городов центра страны. Наконец, если позволят технические возможности производства небольшие атомные электростанции с успехом могли бы заменить неэкономичные

дизельные установки в удаленных от побережья районах страны.

Для осуществления столь обширной программы потребуется значительное время и многочисленные исследовательские работы.

В октябре 1957 г. в Институте атомной энергии университета в Сан-Паулу введен в эксплуатацию первый в стране исследовательский реактор погруженного типа мощностью 5 Мвт. На реакторе сразу же было налажено производство радиоактивных изотопов для медицинских и технических целей. Еще один реактор действует с 1960 г. в университете г. Беду-Оризонти. Это учебный и исследовательский реактор TRIGA мощностью 30 квт. Третий исследовательский реактор типа реактора «Аргонавт» будет сооружен в университете Рио-де-Жанейро. В отличие от первых двух реакторов, полностью поставленных США, в строительстве третьего реактора примут участие промышленные предприятия Бразилии. Еще один исследовательский реактор намечено построить в Сан-Жозе.

Планы строительства в Бразилии атомных электростанций нашли свое отражение в четырех проектах, некоторые из них сейчас представляют только исторический интерес. Первый проект, предложенный в 1956 г. крупнейшей латиноамериканской электропромышленной фирмой «Американ энд форейн пауэр», предусматривал сооружение в шт. Рио-де-Жанейро АЭС в водяном кипящем реактором полезной мощностью 10 Мвт. Предполагалось, что в реакторе будет использоваться уран 20%-го обогащения. Однако трудности, связанные

* K. Paulus. Atomwirtschaft, VIII, Nr. 3, 164 (1963).

с приобретением обогащенного урана, заставили фирму отказаться от своего предложения.

В 1957 г. в Бразилии была основана первая частная фирма по производству ядерной электроэнергии «СОРЕН», которая вскоре предложила проект сооружения в Рио-Паранананеме атомной электростанции с двумя реакторами полезной мощностью по 15 Мвт. Несмотря на полную поддержку правительства осуществление проекта отложено на неопределенное время.

Национальная комиссия по атомной энергии получила ряд предложений по строительству атомной электростанции полезной мощностью от 30 до 50 Мвт в новой столице страны г. Бразилиа. Образована специальная рабочая группа для тщательного рассмотрения поступивших предложений. По мнению Национальной комиссии условия для сооружения атомной электростанции в столице настолько благоприятны, что уже в настоящее время АЭС была бы конкурентоспособна с обычными электростанциями.

Пожалуй, наибольшего развития получил разрабатываемый Национальной комиссией проект «Мам-

букаба», предусматривающий сооружение в устье реки того же названия атомной электростанции мощностью 150—200 Мвт (эл.) с ежегодной выработкой 1 млрд. кат.ч электроэнергии. Станция будет расположена в 140 км к югу от крупнейшего промышленного района страны Рио-де-Жанейро.

Обращают на себя внимание значительные трудности при выборе места строительства атомной электростанции. Это объясняется весьма жесткими и подчас противоречивыми требованиями Национальной комиссии к месту строительства АЭС: удобный подъезд к площадке, наличие значительных водных ресурсов для охлаждения, малая плотность населения, с одной стороны, и близость потребителей электроэнергии, с другой, и т. п. Пока уточняется место строительства станции, в Европе и США ведутся переговоры по финансированию проекта. Национальная комиссия по атомной энергии надеется, что с осуществлением этого проекта удастся ликвидировать хронический недостаток электроэнергии в центральных районах юга страны.

Ю. Митяев

Предельно допустимые расстояния от транспортных упаковок с радиоактивными веществами

В связи с происходящим пересмотром «Правил безопасной перевозки радиоактивных материалов» МАГАТЭ [1] и разработкой «Единых правил перевозки радиоактивных веществ для стран — членов Совета Экономической Взаимопомощи» представляет интерес уточнение предельно допустимых расстояний от транспортных упаковок с радиоактивными веществами до людей и грузов с непроявленными кино-, фото- и рентгеновскими пленками и пластинками.

В советских правилах [2] таблицы безопасных расстояний составлены исходя из доз облучения от упаковок, расположенных в линию, при размещении облучаемого объекта на перпендикуляре к середине линии упаковок [3]. Более вероятно размещение упаковок в одной или нескольких компланарных плоскостях.

В целях единообразия советских и международных правил предлагаются единые таблицы расстояний, пригодные для использования при учете количества упаковок разных транспортных категорий (как это принято в советских правилах) и «числа показателей облучения», нормируемых международными правилами. Из этих же соображений пределы таблиц увеличены по числу упаковок до 50, по времени перевозки или хранения — до 1200 ч и по максимальным расстояниям от упаковок — до 100 м. В целях большей универсальности таблицы дополнены данными для 2; 3 и 15 ч, 3; 15; 30 и 50 суток перевозки или хранения, а также для 6, 25, 85 и 50 упаковок.

Предельно допустимые расстояния от упаковок в количестве до 6 шт., вычислялись по формулам, полученным из соотношений геометрических параметров размещения упаковок и объектов. В качестве примера приведена формула для 6 упаковок:

где R_0 — средний расчетный радиус упаковок, принимаемый (так же как в действующих правилах) равным 28,8 см; P_0 — мощность дозы излучения на поверхности упаковки соответствующей транспортной категории; t — время рейса или хранения упаковки; D — предельно допустимая доза облучения за один рейс или хранение упаковки, принимаемая равной 100 мбэр для людей и 10 мр для непроявленных кино-, фото- и рентгеновских пленок и пластинок.

При числе упаковок больше 6 формулы получаются чрезвычайно громоздкими, в связи с чем предельно допустимые расстояния проще определять графоаналитически, исходя из зависимости мощностей доз излучения (P_{x_n}) от расстояний (R_{x_n}), при разном числе упаковок (n). Однако практически удобней пользоваться таблицами, полученными по данным графиков. В качестве примера приведена таблица предельно допустимых расстояний от упаковок III транспортной категории до людей при отсутствии между упаковками и людьми экранирующих материалов (грузов, стен и т. п.). По этой же таблице определяются расстояния от упаковок III транспортной категории до грузов с непроявленными светочувствительными материалами, если между ними имеются экранирующие материалы, ослабляющие излучение в 10 раз.

На первый взгляд таблица кажется громоздкой, однако для каждого вида транспорта характерны определенные времена рейсов и расстояний от упаковок, что позволяет пользоваться только необходимой частью таблицы. Так, для воздушного транспорта время обычно не превышает 10 ч, а расстояния не могут быть больше нескольких метров, что ограничивает число перевозимых на одной транспортной единице упако-

$$R_{x_6} = R_0 \left(-1 \pm \sqrt{-3 \left(1 - \frac{P_0 t}{D} \right) \pm \frac{t}{D} \sqrt{9 \left(1 - \frac{P_0 t}{D} \right)^2 - \left(5 - 14 \frac{P_0 t}{D} \right)}} \right),$$