

## Конференции, симпозиумы, совещания

### Международный симпозиум по оценке запасов урана и горной технике

Симпозиум проходил в Буэнос-Айресе (Аргентина) 1—4 октября 1979 г. Он был организован МАГАТЭ при участии Межамериканской комиссии по ядерной энергии ОАГ, Агентства по ядерной энергии ОЭСР и Национальной комиссии по атомной энергии Аргентины. Участвовали 195 человек. Работа проходила по трем секциям: физическая разведка и оценка запасов руды; горные и другие методы добычи урана; оценка неразведанных запасов урана. Заслушано и обсуждено 27 докладов, которые по масштабности и тематике можно разделить на несколько групп.

В докладах первой группы освещены общие проблемы. Делается попытка оценить запасы урана отдельных стран, континентов и планеты в целом. Наиболее полно это приведено в докладе «Спрос и предложение на мировом рынке урана» (Дж. Патерсон, США), где помимо реальных цифр добычи и запасов по состоянию на конец 1977 г. для отдельных стран и континентов даны прогнозы до 2000 г. Аналогичные вопросы рассмотрены в докладе «Мировая добыча урана к 2000 г. и последующие перспективы» (В. Зиглер, Франция).

Непропорционально много времени в работе симпозиума было отведено геостатистическим методам оценки запасов урана. Слабая изученность обширных регионов планеты не позволяет, на наш взгляд, использовать эти методы для реальных прогнозов по конкретным провинциям.

К этой же группе можно отнести доклад «Определение нижнего предела для комбинации параметров мощности исследуемых месторождений и содержания урана в руде» (П. Тоенс, ЮАР). Автор оценивает рентабельность эксплуатации урановых месторождений в зависимости от их параметров при гарантированной прибыли 50 млн. долл. в течение 10 лет. Стоимость 1 кг урана к 2025 г. достигнет, по мнению автора, 200 долл.

Доклады «Опыт ООН по стандартизации классификации минеральных ресурсов» (Дж. Шанц, США) и «Интургео» — банк геологических данных Агентства по урану (М. Хансен, МАГАТЭ), посвящены актуальной проблеме стандартизации и последующей машинной обработке первичных геологических материалов. Разработка международной информационной системы, позволяющей с помощью ЭВМ отыскать необходимые сведения по любому зарегистрированному месторождению, даст возможность широко использовать накопленные геологические данные для прогнозов и оценки площадей. При выполнении этой задачи использовано 500 отчетов, отобранных среди 3000 работ.

Вторая, более многочисленная, группа докладов посвящена отдельным проблемам, месторождениям и локальным площадям в различных странах. Для советских геологов интересен доклад «Разработка урановых месторождений в районе Аллигатор-Ривер» (Р. Вернер, Австралия). Крупные месторождения Джабилука, Рейнджер, Набарлек в 200 км восточнее Дарвина с запасами в 290 000 т урана и содержаниями от 0,25 до 2,35%  $U_3O_8$  найдены радиометрическими методами в условиях гумидного климата при 2200 мм осадков в год. Высокопроцентные руды (смолка и силикаты урана) обнаружены прямо на поверх-

ности или вскрыты канавами на глубине 1 м. Оруденение локализовано в метаморфических сланцах, гнейсах, гранитоидах и мигматитах протерозоя. В ближайшие годы добыча в этом районе достигнет 12 000 т урана в год.

Интересны также доклады специалистов Аргентины, освещающие геологическое строение небольших урановых месторождений в пластовых телах пермских аркозовых песчаников в Мендосе (месторождение «Тигре») и в континентальных отложениях мелового периода в Патагонии. Эти доклады в какой-то мере восполняют пробел в наших сведениях об ураноносности территории Южной Америки.

Заслуживает внимания доклад «Перспективы производства урана как побочного продукта в США» (Ф. Мак-Гинли, США). Рассмотрены два уже используемых источника попутной добычи урана: при переработке фосфоритов в удобрения и при выплавке меди. Попутная добыча урана из фосфоритов в ближайшее время составит 1500 т, при выплавке меди — 900 т в год.

Доклад «Высокорецизионный автоматизированный бета-гамма-метод анализа урановой руды» (Ц. Шарланд, ЮАР) носит рекламный характер. Рекламируются лабораторные установки «Аврора» и «Джемини» для анализа дробленных проб на уран, радий, торий и калий. Принципиально они не отличаются от установок, работающих в СССР уже многие годы. Необычным является лишь детектор состава  $CaF_2$  (Eu).

Представители СССР выступили с двумя докладами: «Технические средства и технология контроля качества урановых руд в процессе их добычи и первичной переработки» (М. А. Темников) и «Использование определений протактиния для оценки урановых рудопроявлений на поисковом этапе» (Г. Н. Котельников и И. П. Шумилин)\*. Судя по числу и характеру вопросов и высказываний на заседании и в кулуарах, они вызвали большой интерес.

Участие в работе симпозиума позволило оценить развитие исследований в области разведки и эксплуатации урановых месторождений в основных индустриальных и развивающихся странах. В Австралии, США, ЮАР, Франции и Канаде уровень научных исследований, методов и эксплуатационных работ сопоставим с уровнем таких работ в СССР. В других странах такие исследования проводятся в значительно меньших масштабах.

К сожалению, на симпозиуме было очень мало докладов по методике поисков, особенностям оценки различных типов месторождений и системам разведки, особенно на начальных этапах исследований, что, несомненно, представляет интерес для стран, только приступающих к созданию сырьевой базы урана.

Для геологов-поисковиков представляет интерес открытие урановых месторождений в Северной Австралии в районе с 2200 мм осадков в год, т. е. с промывным режимом почв в условиях гумидного климата, что еще раз свидетельствует о возможности успешного применения

\* Доклады опубликованы в предыдущем выпуске журнала на с. 139 и 144.

легких и дешевых радиометрических методов даже в таких неблагоприятных условиях.

Следует отметить хорошую организацию и четкое руководство работой симпозиума со стороны Аргентины —

страны-хозяйки — и МАГАТЭ в лице ее ученого секретаря М. Хансена.

КОТЕЛЬНИКОВ Г. Н.

## Советско-французский семинар по атомным станциям теплоснабжения

18—24 сентября в Москве — Димитровграде состоялся советско-французский семинар по атомным станциям теплоснабжения. В нем участвовали около 50 специалистов, представивших 18 докладов. На семинаре рассматривались различные предложения по использованию атомных энергоисточников для отопительного теплоснабжения с учетом экономической эффективности. Из материалов семинара следует, что как во Франции, так и в СССР в настоящее время разрабатываются АСТ с реакторами единичной мощности от 15 до 500 МВт. Значительное внимание в обеих странах уделяется вопросам безопасности ввиду предполагаемого размещения АСТ вблизи перспективной границы крупных городов (СССР) или даже в пределах городской черты (Франция).

Пять советских докладов были посвящены различным аспектам создания вариантов установок АСТ тепловой мощностью 500 МВт. В докладе А. В. Дубровина и др. изложена концепция активной зоны реактора, характеризующейся небольшой энергонапряженностью (27,4 кВт/л), компенсацией реактивности только механическими регуляторами, низкими параметрами теплоносителя (давление 1,6 МПа, температура входа 150°C, выхода 200°C), его естественной циркуляцией и интегральной компоновкой оборудования контура. Об экспериментальной проверке некоторых характеристик одного из вариантов реактора на установке ВК-50 сообщил И. Н. Соколов и др. Измерение скорости циркуляции в активной зоне при давлении 0,9—2 МПа и изменении мощности от 4 до 20 МВт показало, что благодаря относительно низкому давлению в реакторе АСТ высокая интенсивность естественной циркуляции обеспечивается низким массовым паросодержанием на выходе из активной зоны. Заметный вклад в естественную циркуляцию вносит самовскипание в тяговом участке. Измерения концентрации радиолитических газов в воде и паре показали, что равновесная концентрация устанавливается через 4—5 ч после прекращения сдувок, причем она на 2 порядка ниже взрывоопасной. Граница резонансной устойчивости определяется объемным паросодержанием 0,7—0,75, которое не зависит от давления в реакторе. В докладах О. М. Ковалевича и др., а также В. В. Егорова и др. сформулированы дополнительные требования по обеспечению безопасности АСТ. К ним относятся исключение плавления твэлов при повреждении корпуса реактора, учет таких факторов, как падение самолета, ударная волна и т. п., ограничение срока хранения на АСТ облученного топлива и радиоактивных отходов, нормирование коллективной дозы облучения в нормальных и аварийных ситуациях, наличие между тепловой сетью и теплоносителем реактора промежуточного контура, пониженное по отношению к сетевому контуру давление греющей среды. Предусмотренные в проектах АСТ конструктивные решения удовлетворяют этим требованиям.

Оценка технико-экономических показателей АСТ приведена в докладе М. И. Завадского и др. Показана экономическая целесообразность строительства АСТ мощностью более 3350 ГДж/ч в Европейской части СССР при существующих ценах на органическое топливо. При этом для строительства предпочтительны районы, наиболее удаленные от месторождений органического топлива (северо-запад, центр). Конкурентоспособность АСТ достигается за счет меньшей топливной составляющей стоимости тепла 40—50% при 60—70% для газомазутных и 80% для угольных котельных. Повышение стоимости органиче-

ского топлива приведет к повышению конкурентоспособности АСТ. При цене 60 руб./т усл. т. эффективными становятся АСТ мощностью до 840 ГДж/ч (вместо органических котельных на любом топливе). АСТ целесообразно размещать на расстоянии до 20—25 км от крупных потребителей тепла и до 30—40 км от мелких изолированных потребителей.

В качестве источника атомного теплоснабжения во Франции предполагается применять реактор THERMOS мощностью 100 МВт, о котором было рассказано в докладе Г. Дюпюи, М. Лярусса, Д. Пелтье и Д. Тома. Активная зона реактора состоит из пластинчатых твэлов толщиной двуокисного топлива 4 мм и циркаллоевых оболочек толщиной 0,5 мм. Относительно низкая температура топлива вследствие его малой толщины (и соответственно небольшой выход из него газов) является одним из основных факторов безопасности реактора. Опытные образцы в настоящее время проходят реакторные испытания. Прогнозируемое выгорание при обогащении 4% составляет 30 ГВт·сут/кг. Каждая из 96 тепловыделяющих сборок состоит из 4 девятиэлементных пучков. Средняя тепловая нагрузка на поверхности твэлов 58 Вт/см<sup>2</sup>. Между сборками размещен 21 крестообразный поглощающий стержень. Для удобства перегрузки топлива приводы стержней расположены в нижней части корпуса, однако поглотитель вводится в активную зону сверху под действием силы тяжести. Температура теплоносителя на выходе из активной зоны 139°C. Активная зона вместе с 4 теплообменниками и 4 насосами размещена в корпусе, снабженном теплоизоляцией из стальной фольги, который для большей безопасности заключен в бассейн с водой при температуре 35°C. Бассейн находится в корпусе из предварительно напряженного железобетона. Он предназначен для съема остаточного тепловыделения и (или) локализации радиоактивных выбросов в аварийной ситуации. Для повышения безопасности над зданием реактора устанавливается защитный колпак, предохраняющий установку от внешних воздействий (снарядов, взрывной волны, падающего самолета). Мощность реактора 100 МВт достаточна для отопления города с 200 000 жителей. В перспективе предполагается проектирование реактора такого же типа на 200 МВт. Столь низкая мощность объясняется отсутствием во Франции разветвленных тепловых сетей и стремлением приблизить источник тепла к потребителю вплоть до размещения его на границе города. Ожидаемая стоимость тепла 20,5 фр./ГДж. Разрешение на строительство головной установки в Сакле и согласие санитарных служб пока еще не получено.

Возможность использования канальных реакторов для получения тепла и электроэнергии показана в докладе М. Е. Минашина и др. Успешный опыт эксплуатации Билибинской АТЭЦ подтвердил высокую надежность и безопасность установок с канальными водографитовыми реакторами с естественной циркуляцией теплоносителя. Подтверждена также экономическая эффективность строительства АТЭЦ в районах Крайнего Северо-Востока, несмотря на относительно малую мощность энергоблоков. В тяжелых климатических условиях успешно эксплуатировались воздушные радиаторные охладители технической воды. Определенные преимущества для АСТ имеют реакторы с органическим теплоносителем. Об опыте эксплуатации реакторной установки с органическим теплоносителем АРБУС говорилось в докладе В. А. Цыканова и др. Реактор работает в НИИАР (г. Димитровград) с 1963 г.