

что они должны иметь значительно более высокие параметры теплоносителя, чем АСТ, и вместе с тем АСПТ необходимо располагать вблизи потребителей тепла. Безопасность и надежность АСПТ должны быть такими же, как АСТ. Приведено обоснование технической возможности и экономической целесообразности создания АСПТ на базе водо-водяных кипящих реакторов.

Токарев Ю. И. выступил с сообщением о разработках водо-водяного кипящего реактора с корпусом из предварительно-напряженного железобетона для АСПТ. Особое внимание уделено средствам обеспечения радиационной безопасности, что достигается интегральной компоновкой, трехконтурной схемой, применением корпуса из предварительно-напряженного железобетона. В

качестве страховочного корпуса для АСПТ Институтом электросварки им. Е. О. Патона АН УССР предложен многослойный корпус из тонкой листовой стали.

О создании реактора ВК-500 в железобетонном корпусе для промышленно-отопительной АТЭС, рассказал Г. Э. Городецкий (Гидропроект). Изложены результаты испытаний горячей модели корпуса реактора ВК-500, проведенных Научно-исследовательским сектором Гидропроекта.

Участники семинара пришли к общему мнению, что использование ядерных энергоисточников для теплоснабжения — актуальная народно-хозяйственная задача, для реализации которой в настоящее время уже имеются научно-технические предпосылки.

ВОЙТЮК Г. В.

## Всесоюзная конференция «Энергетика и окружающая среда»

Конференция, организованная ГНТ СССР, АН СССР, Минэнерго СССР, институтом ВНИПИЭнергопром, Белглавэнерго и Советом научно-технических обществ Белоруссии, проходила 15—17 октября 1980 г. в Минске.

На ней присутствовали около 360 специалистов; было представлено 182 доклада по различным аспектам взаимодействия энергетического производства с окружающей средой. Большое число докладов, широта затронутых тем, дискуссии и полемики свидетельствуют о важности и актуальности темы, причастности к ней научно-технической обществу.

На пленарном заседании были зачитаны доклады о наиболее общих, ключевых проблемах и связи энергетического производства с природной средой. К ним относятся доклады, посвященные экологическим последствиям развития мировой энергетики, ее воздействию на биосферу и здоровье людей, разработке и освоению технологии уменьшения выбросов сернистого ангидрида, гигиеническим характеристикам окислов серы и азота как загрязнителей атмосферного воздуха, изучению растений как природных фильтров атмосферного воздуха и индикаторов его чистоты. Кроме того, рассматривались последствия загрязнения атмосферы выбросами ТЭС, топливно-энергетический комплекс страны и мероприятия по охране окружающей среды, основные направления деятельности Минэнерго СССР по охране природной среды.

Доклады, прочитанные ведущими специалистами различных министерств и ведомств, обрисовали картину роста техногенной нагрузки на природную среду. В докладе от Минэнерго СССР были освещены некоторые из принятых за последние годы постановлений, направленных на повышение эффективности мер по охране и защите природной среды. Результаты эти уже сказываются, и как бы ни были сложны и трудны эти проблемы, они поддаются решению. В значительной степени их решение облегчается плановой и социальной основой функционирования народного хозяйства. Отмечалась важная роль ядерной энергетики в обеспечении чистоты воздушного бассейна.

Основная часть сообщений и их обсуждение были сделаны на заседаниях специализированных секций.

Признавая за ядерной энергетикой ее неизмеримо большую, чем ТЭС, радиологическую безопасность, ее приоритет в наращивании генерирующих мощностей в европейской части СССР, участники конференции сосредото-

чили внимание на тех вопросах ее связи с окружающей средой, решение которых облегчило бы выполнение возлагаемых на нее больших народнохозяйственных задач и повысило эффективность ядерно-энергетического хозяйств. Связи ядерной энергетики с окружающей средой, как известно, осуществляются не только через радиоэкологию, но и через отчуждение земельных и водных ресурсов, тепловые сбросы, ландшафтные изменения и, наконец, общественное мнение. В наиболее концентрированном виде основные из этих вопросов были рассмотрены в докладе Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. В нем рассматривалась обстановка, складывающаяся в водном балансе юга европейской части СССР. Предусматривается с приростом техногенной нагрузки на природную среду, увязывать всемерную экономию и сохранение качества земельных и водных ресурсов регионов страны с наибольшим биоклиматическим потенциалом (в первую очередь запада, центра, юга европейской части СССР). Нужно также разрабатывать АЭС с агрокомплексами, создаваемыми на сбросном тепле. Решение этой проблемы даст возможность регулировать энергоантропогенные нагрузки на окружающую среду с минимальным вредным воздействием на население и объекты живой природы.

К этому же докладу примыкает доклад Н. Н. Дельвина и др. о нормировании тепловых сбросов ТЭС и АЭС в водоемы. Введен безразмерный индекс уровня экологической опасности тепловых сбросов  $I$ , являющийся функцией нескольких факторов и прежде всего степени приближения температуры воды в водоеме к летальному (для конкретных видов фауны водоема) порогу. Приведена градация экологической значимости индекса для некоторых электростанций: ГРЭС (Мироновская, Конаковская, Старобещевская) и АЭС (Курская, Кольская и Чернобыльская).

Интересное сообщение об использовании сбросного тепла сделал А. Н. Корнев. Замкнутые пруды-охладители при АЭС могут быть перспективными для разведения в них специальных видов теплолюбивых рыб.

Созданию энергобиологических и сельскохозяйственных комплексов при АЭС был посвящен доклад В. Г. Фарберова. Речь идет о возможности и экономической целесообразности строительства на базе сбросного низкопотенциального тепла АЭС теплиц с открытым и закрытым грунтом, шампиньонниц, производства биогаса.

Еще один вопрос, который был затронут на конференции, — ремонтоспособность и связанные с этим радиоэкологические проблемы при выработке АЭС проектного срока службы и ресурса работы оборудования.

Сделанный обзор касается только части докладов и сообщений, посвященных новым или наиболее контрастным аспектам сложной и многогранной экологической проблемы ядерной энергетики. Наблюдавшееся несогласие и несовпадение точек зрения является, несомненно,

отражением сложности энергоэкологических проблем и говорит о необходимости дальнейшего углубленного их изучения. Нужны и эксперименты, и эколого-математическое моделирование, и эколого-экономическая методология расчета эффектов взаимодействия энергетических объектов с природной средой. По этому поводу на конференции было принято соответствующее решение.

КОРЯКИН Ю. И.

## Советско-итальянский семинар по эксплуатации больших токамаков

Семинар состоялся во второй половине сентября 1980 г. во Фраскати (Италия). На нем было обсуждено 7 советских и 10 итальянских докладов, касающихся основных вопросов физики плазмы токамака: процессы переноса, скейлинги для энергетического времени жизни; поведение примесей и диверторы; методы нагрева плазмы инжекцией пучков быстрых атомов, вводом ВЧ-мощности и адиабатическим сжатием; проекты токамаков, рассчитанных на получение плазмы с термоядерными параметрами; результаты работ по созданию сверхпроводящих катушек большого диаметра и с высоким магнитным полем; диагностические методы исследования плазмы.

В Италии экспериментальные исследования по изучению тороидальных плазменных конфигураций ведутся на токамаках FT и FT-U во Фраскати, Thot в Миланском университете ( $R = 52$  см,  $a = 17$  см,  $B = 4$  Тл,  $I = 40$  кА) и установке ЕТА-Бета II — тороидальном пинче с обратным полем ( $R = 65$  см,  $a = 12,5$  см,  $I = 300$  кА) в Падуанском университете. Последняя отличается от токамака малым тороидальным магнитным полем и большим током плазмы.

Программой предусмотрено изучение плазмы большой плотности ( $n \geq 10^{14}$  см<sup>-3</sup>) в токамаках с умеренно сильным (действующий FT и планируемый FT-U) или сильным магнитным полем (планируемый IGNITOR в Миланском университете). Параметры разрабатываемых установок приведены в таблице. Там же для сравнения указаны характеристики установки ZEPHYR (ФРГ), в разработке которой участвуют итальянские специалисты.

В ближайшие 10 лет планируется получить плазму с термоядерными параметрами и достичь условий зажигания; исследовать устойчивость горения при удержании плазмы в течение нескольких секунд; изучить вопросы, связанные с  $\alpha$ -частицами, которые рождаются в термоядерных реакциях. Создание FT-U или IGNITOR позволило бы в той или иной степени решить эти проблемы.

На FT заканчивается монтаж системы для нагрева плазмы на нижнем гибридном резонансе. Предполагается, что на первом этапе экспериментов мощность ВЧ-нагрева составит 0,5 МВт, затем повысится до 1 МВт. В FT-U мощность достигнет 8 МВт, в IGNITOR планируется вначале нагреть плазму адиабатическим сжатием, затем  $\alpha$ -частицами, получающимися в результате термоядерных реакций.

Работы по созданию сверхпроводящих магнитных катушек ведутся в двух направлениях: создание сверхпроводящих материалов и конструкций кабелей с высокой плотностью тока в сильном магнитном поле и исследование конструкций и разработка сверхпроводящих магнитных систем большого размера. В разработке технологии производства кабеля на основе сверхпроводника А-15 (Nb<sub>3</sub>Al), пригодного для изготовления магнитов с сильным полем, участвуют промышленные предприятия. Теоретическое значение критического поля для этого сверхпроводника 32 Тл. В настоящее время используется сверхпроводник в виде кабеля, состоящего из многожиль-

ных проводников (400 жил), которые навиты на медную трубку квадратного сечения  $14,6 \times 14,6$  мм с отверстием  $8 \times 8$  мм для протока жидкого гелия.

Итальянские специалисты совместно со швейцарскими и голландскими создают магнит наружным диаметром 2

Основные характеристики токамаков

Параметр	FT	FT-U	IGNITOR	ZEPHYR
Магнитное поле, Тл	8	8	10—15	6—9
Радиус плазмы, см:				
большой	83	90	91—70	203—135
малый	18,5	30	32—28	61—50
Ток плазмы, МА	0,6	1,6	4,2	3,7
Запас устойчивости:				
на оси шнура	—	1	0,8	1
на границе шнура	—	—	2	2,4
Начальная температура на оси, кэВ:				
электронов	1,3	1,6	3,9	2,2
ионов	1	1,6	3,9	2,2
Начальная средняя электронная температура, кэВ	—	0,8	2,6	1,5
Время жизни, с	—	0,07	0,15	0,15
Средняя плотность плазмы, $10^{14}$ см <sup>-3</sup>	4,5	4,5	10,7	3,9
Мощность джоулева нагрева, МВт	—	0,94	2,4	2,5
Мощность дополнительного нагрева, МВт	—	4	—	10
Средняя электронная температура, кэВ	—	3,4	—	6,1
Температура электронов на оси, кэВ	—	6,8	—	9
Температура ионов на оси, кэВ	—	9,2	4	13,6
Мощность $\alpha$ -частиц, МВт	—	—	0,17	5,3
$\beta$ , %	—	1,1	0,5	1,3
Энергетическое время жизни, с	0,04	0,16	0,3	0,4
плт, $10^{13}$ см <sup>-3</sup> ·с	0,15	0,7	2,94	1,4
Коэффициент сжатия по большому радиусу	—	—	1,43	1,5

Примечание: Для установок IGNITOR и ZEPHYR приведены по два значения магнитного поля, большого и малого радиуса плазмы — для начального состояния и после адиабатического сжатия.