

Специальное сообщение

Сары-Шаган и Кыштым

Посещение советских военных лабораторий

7-8 июля 1989 года во время поездки в СССР, организованной Комитетом защиты природных ресурсов США и Академией Наук СССР, группа американских ученых посетила советский полигон средств противоракетной обороны в Сары-Шагане (Казахстан) и советский комплекс по производству ядерных материалов вблизи Челябинска на Урале. В сообщении приводятся информационные материалы по этим посещениям, основанные на докладах советских ученых, связанных с указанными организациями, собственных впечатлений членов американской делегации, и заметок Томаса Кохрана, старшего научного сотрудника Комитета защиты природных ресурсов, Кристофера Пэйна, помощника сенатора Эдварда Кеинеди по вопросам контроля над вооружениями и Франка фон Хиппеля, профессора физики Принстонского университета.

Данное сообщение представляет собой исправленный вариант информационных материалов, опубликованных Комитетом защиты природных ресурсов 11 июля 1989 года в Вашингтоне.

Лазерная установка в Сары-Шагане

Расположение

Вблизи восточного берега озера Балкаш в Казахстане (45 55 с.ш., 73 30 в.д.).

Назначение

Проведение исследований по лазерной локации.

История

Основное здание построено в конце 70-х годов. Здание для лазера на углекислом газе закончено в середине 1982 года. Сейчас проводится установка оптической системы. Последний эксперимент по локации космических объектов проводился в августе 1988 года.

Описание

Для лазерной локации используются две лазерные системы малой мощности, излучение которых сводится в единый пучок. В первой системе используется импульсный лазер на углекислом газе с длиной волны 10,6 мкм, а во второй - импульсный рубиновый лазер с длиной волны 0,7 мкм. Пучок излучения рубинового лазера формируется в 19 независимых лазерах.

Характеристики систем

Система рубинового лазера.

19 лазеров со средней мощностью 5 ватт.

10 импульсов в секунду.

Длительность импульса 30 наносекунд.

Возможно, что лазеры включаются последовательно во времени.

Описание.

Излучение отдельных лазеров комбинируется в единый пучок, который проходит через отверстие в центре полуметрового первичного зеркала, попадает на вторичное зеркало диаметром 15 сантиметров, отражаясь от него на первичное зеркало с золотым покрытием. Широкий пучок, выходящий из первичного зеркала, направляется на систему управления пучком, состоящую из двух плоских зеркал диаметром около одного метра. Эта система расположена вне здания.

Этот же телескоп используется для регистрации отраженного от мишеней излучения при помощи телевизионной камеры и фотоумножителя.

В системе не применяется ни адаптивная оптика, ни охлаждение оптических элементов. Зеркала системы управления пучком подвержены непосредственному влиянию атмосферы (когда они открыты).

Система лазера на углекислом газе.

Импульсный лазер с мощностью около 20 киловатт, длительностью импульса 10 микросекунд и частотой повторения импульсов в 60 - 100 герц. На выходе системы управления мощность пучка составляет 1 - 2 киловатта. Оптическая эффективность (отношение световой энергии к энергии накачки) равна 15 процентам, полная эффективность (отношение световой энергии к потре-

близкой) равна 5 процентам. Полное потребление энергии составляет примерно 400 киловатт. Начальный диаметр пучка равен 1,5 - 3 сантиметрам (диаметр выходной апертуры лазера равен примерно 5 сантиметрам). Электронная пушка питается от источника питания с напряжением 250 киловольт. В лазере используется система водяного охлаждения.

Откачка

Из подземному туннелю пучок излучения передается в подвал главного здания, где расположены рубиновые лазеры. Пучок отклоняется к вертикали и потом при помощи наклонного зеркала диаметром 30 сантиметров, расположенного между большим первичным зеркалом и системой управления пучком, соединяется с пучком излучения рубинового лазера. Ширина пучка излучения этого лазера не превышает 30 сантиметров. Наклонное зеркало позолочено, не охлаждается и находится в контакте с атмосферой.

Управление ЭВМ

Используется технология 60-х годов с индивидуальными транзисторами, ввод с перфоленты.

Источники питания

Полная мощность источника питания для всего комплекса, включая лазеры, ЭВМ, освещение и охлаждение, равна 5 мегаваттам.

Циклоплатная трансформация

Эта установка включается несколько раз в неделю для слежения за самолетами с установленными на них уголковыми отражателями и системами измерения параметров лазерного луча при дальности до 60 - 70 километров. Были сделаны попытки слежения за спутником серии "Космос" с установленными на нем уголковыми отражателями; этот спутник не был предназначен только для этих измерений. Непрерывного слежения за спутником достигнуть не удалось.

Большая засоленность воды из озера Балхаш, используемой для охлаждения лазера на углекислом газе, приводит к тому, что трубопроводы системы охлаждения приходится менять раз в несколько лет.

Общая стоимость проекта

Несколько десятков миллионов рублей.

Большое подземное помещение

Неподалеку находится очень большое подземное помещение (около 70 метров длиной, 30 метров шириной и 10 метров высотой). Это помещение незакончено и пусто. Советские специалисты расска-

зывали, что оно было построено примерно в 1970 году для мощного лазера. Подземное помещение оборудовано мощными противозрывными воротами, поскольку предполагалось, что накачка лазера будет обеспечиваться электромагнитными импульсами от взрывных генераторов. Над помещением на поверхности земли сооружен мощный защитный земляной вал, который должен защищать крышу помещения от повреждений при взрывах. Проект был прекращен на самых ранних стадиях.

Комплекс в Кыштыме и производство ядерных материалов в Советском Союзе

(основная часть этих материалов представлена начальником производственно-технологического отдела Госкомитета по использованию атомной энергии Е.И. Микериньим)

Комплекс в Кыштыме

Расположение

К востоку от Уральских гор, вблизи города Кыштыма (55° 44' с.ш., 60° 54' в.д.). Этот комплекс часто называют по его почтовому адресу - "Челябинск-40".

Известные установки

Пять промышленных реакторов с водяным охлаждением и с графитовым замедлителем. Три из них расположены на старой площадке, два - на новой. Сейчас работают три реактора, один из них должен быть выключен в августе 1989 года, а два оставшихся - в 1991 году.

Один завод химического разделения. Предполагалось построить три реактора-размножителя на быстрых нейтронах с жидкометаллическим охладителем типа БН-800 с электрической мощностью 800 мегаватт. Построен фундамент одного из новых реакторов. Дальнейшее строительство заморожено до пересмотра проекта.

История и составление известных установок.

Реактор А

Первый в СССР промышленный реактор для производства плутония, на котором был изготовлен плутоний для первой советской атомной бомбы. Строительство реактора началось в 1946 году, пуск реактора состоялся 19 июня 1948 года. Реактор был выключен в 1987 году после 39 лет эксплуатации, сейчас начат его демонтаж.

Начальная тепловая мощность составляла 100 мегаватт, впоследствии она была повышена до 500 мегаватт.

Тепловыделяющие элементы (ТВЭЛ)

расположены вертикально и высвобождаются под действием силы тяжести. В начале эксплуатации процесс перезарядки ТВЭЛов был непрерывным. После повышения мощности реактора перезарядка стала проводиться в периоды выключения реактора.

В блоке графитового замедлителя имеется 1168 каналов.

ТВЭЛы изготовлены из природного урана, заключенного в алюминиевую оболочку.

Диаметр рабочей зоны реактора равен 9,4 метрам, а ее высота составляет 9,2 метра. Рабочая зона расположена в бетонной яме с толщиной стенок до 3 метров. Высота зала над рабочей зоной равна 9,3 метра.

Система сбора случайных выбросов

Случайные выбросы продуктов деления собираются в резервуаре объемом около 100 кубических метров. Газ и пылевые частицы направляются в "лабиринт" с фильтрами из специальных тканей для захвата пылинок с изотопами цезия и стронция, с поглотительными колонками из активированного угля для захвата изотопа мода-131. В резервуаре происходит распад короткоживущих изотопов газовой фазы.

Сброс охлаждающей воды

Вода прокачивается непосредственно через рабочую зону реактора. Горячая вода со средней температурой 70 градусов сбрасывается прямо в озеро (максимальная температура достигает 80-85 градусов).

Этапы демонтажа реактора

На первом этапе реактор был выключен и ТВЭЛы выгружены.

На последующих этапах предполагается провести демонтаж оборудования и заливку пустот бетоном. Через 20-25 лет будет сделан выбор между захоронением реактора или его выносом в хранилища радиоактивных отходов.

Данных о производстве трития на этом реакторе не имеется.

Реактор Б

Этот реактор использовался как для производства плутония, так и для испытаний новых конструкций ТВЭЛов. В настоящее время реактор демонтирован. Тепловая мощность реактора на всем протяжении его эксплуатации была примерно постоянной и составляла примерно 65 мегаватт. Этот реактор использовался для испытаний ТВЭЛов для реакторов типа РБМК.

Третий реактор

Начальная тепловая мощность реактора

составляла 100 мегаватт.

Окончательная тепловая мощность была доведена до 500 мегаватт.

Остановка реактора запланирована на август 1989 года.

Четвертый и пятый реакторы

В настоящее время они работают. Построены относительно недавно и работают на больших уровнях мощности. Работают на отдельной площадке комплекса. Остановка планируется на 1991 год.

Завод химического разделения

В 1978 году завод перешел от переработки топлива с промышленных реакторов к переработке топлива от морских ядерных энергетических установок и от водо-водяных реакторов типа ВВЭР-440 с электрической мощностью 440 мегаватт на атомных электростанциях.

Из топлива гражданских реакторов было выделено около 20 тонн плутония, что соответствует мощности завода в 400 тонн урана в год.

Обращение с радиоактивными отходами

По-видимому, высокоактивные отходы с общей активностью около 120 миллионов кюри стронция-90 с периодом полураспада 30 лет и цезия-137 сбрасывались прямо в небольшое озеро. Для предотвращения распространения радиоактивности озеро начали бетонировать. Посетители озера получают дозу, примерно равную 500 миллибер.

Некоторое время назад радиоактивные отходы стали хранить в баках из нержавеющей стали с двойными стенками. Один или два раза происходила утечка отходов из баков, после которой баки освобождались и ремонтировались. Несколько лет назад были начаты работы по испариванию жидких отходов.

Известная авария 1957 года, во время которой произошел выброс в атмосферу и заражение сотен квадратных километров долгоживущими продуктами деления, была вызвана химическим взрывом в баке с радиоактивными отходами. В баке находились такие реагенты, как нитрат аммония и этаноат аммония. После аварии была изменена технология разделения, и на заводе перешли к процессу, похожему на применяемый в США процесс "Пурекс".

Прочие предприятия по производству ядерных материалов

Расположение промышленных реакторов

Комплекс Кыштыма: в июле 1989 года работало 3 реактора, один из которых

должен был быть остановлен в августе 1989 года.

Томск

Красноярск (или Додоново)

Производство плутония

Третий производится во время специальных кампаний реакторов с тяжеловодным замедлителем в Томске или Красноярске (число и расположение промышленных реакторов с тяжеловодным замедлителем неизвестно).

Иногда третий производится в управляющих стержнях любых промышленных реакторов.

Заводы химического разделения

Челябинск 40: см. выше.

Красноярск: Большое предприятие по хранению и переработке топлива с энергетическими реакторами типа ВВЭР-1000 с докритическим замедлителем и электрической мощностью 1000 мегаватт и с других реакторов. Предполагается, что завод по переработке ядерного топлива в Красноярске начнет работу в конце 90-х годов. В настоящее время работы завершены на 30%.

Заводы для разделения изотопов

Раскломление

Ангарск

Красноярск

Верхне-Нейнинский

Технология разделения

Вначале на заводах использовалась газовая диффузия. В настоящее время на пяти газодиффузионных заводах работа практически прекращена.

Проводится переход на технологию газового центрифугирования. Имеется десять заводов с мощностью каждого из них, примерно равной 1 миллиону единиц работы разделения (SWU) в год.

Отдельные установки обладают меньшей мощностью по сравнению с европейскими аналогами.

Количество и качество ядерных материалов

Отработанное топливо от реакторов РБМК, аналогичных установленным на Чернобыльской АЭС (с графитовым замедлителем и водяным охлаждением), хранится рядом с реакторами.

В СССР было произведено "несколько

больше" плутония оружейного качества, чем в США (где было произведено около 100 тонн).

Степень обогащения урана оружейного качества в СССР равна 95 процентам.

Содержание плутония-240 в советском плутонии оружейного качества не превышает 5 процентов.

Степень обогащения урана в топливе для морских ядерных энергетических установок примерно равна 10 процентам (в США - 97,3 процента, во Франции - 7 процентов).

Программа реакторов-размножителей и переработки плутония

Один реактор БН-350 электрической мощностью 350 мегаватт с плутониевым топливом.

Один реактор БН-600 электрической мощностью 600 мегаватт, работавший на половинной мощности с топливом из обогащенного урана.

Планируется постройка трех реакторов БН-800 с электрической мощностью 800 мегаватт в комплексе Челябинск-40. В них предполагается использовать плутониевое топливо.

Разработан проект реактора-размножителя БН-1600 с электрической мощностью 1600 мегаватт, однако его строительство не будет начато ранее 2020-2030 года.

Программа реакторов-размножителей задерживается как из-за проблем с безопасностью (утечки в натриево-водяных теплообменниках и возможности разгона цепной реакции при аварийном перегреве), а так же из-за отсутствия острой необходимости.

Стоимость электроэнергии на реакторах-размножителях должна быть примерно в 2,5 раза больше, чем на обычных ядерных электростанциях.

В ближайшем будущем должны быть закончены исследования по использованию для переработки плутония в существующих реакторах топлива на основе смесей окислов урана и плутония, после чего может быть построен завод по переработке такого топлива и организована его продажа другим странам.