

Для полного представления эффективности использования СТУ при дистанционных работах с манипуляторами на рисунке (б) представлены для сравнения графики экспериментальных данных по совмещению объектов в пространстве при прочих равных условиях различными способами наблюдения. Кривая 9 — система оператор — ПТУ — манипулятор, где ПТУ — прикладная телевизионная установка, дающая плоское изображение объекта. Кривая 10 — расчетные данные, полученные по формуле, приведенной в [3]:

$$\Delta r = \frac{rl}{2ZB} \frac{S_1 + d/2}{S' + d/2}, \quad (1)$$

где r — расстояние от объекта до камеры, мм; l — ширина передающего раstra, мм; Z — разрешающая способность телевизионной системы по горизонтали, линий по таблице 0249; B — базис передачи, мм; $S_1 + d/2$ — расстояние от центра объектива до объекта, мм; $S' + d/2$ — расстояние от центра объектива до фотокатода, мм.

Для ориентировочного расчета можно пользоваться приближенными соотношениями, приняв $S_1 + d/2 \approx r$; $S' + d/2 \approx F$, тогда

$$\Delta r = \frac{r^2 l}{2ZBF}. \quad (2)$$

Формулы (1), (2) являются производными из приведенных в [1] с учетом оптико-телевизионных параметров СТУ. Подставив в формулу (2) данные $F = 50$ мм, $Z = 500$, $l = 12,7$ мм, $B = 65$ мм, при расстояниях $r = = 500, 1000, 2000$ мм будем иметь значение Δr соответственно 0,98; 3,9; 15,6 мм. Кривая 11 — система оператор — манипулятор, где наблюдение велось через иллюминатор бассейна непосредственно оператором; кривая 5 — система оператор — СТУ — манипулятор (см. рисунок а).

Анализируя графики, можно сделать следующие выводы:

весьма большие погрешности по точности совмещения объектов при использовании системы оператор —

ПТУ — манипулятор не позволяют рекомендовать ее для работы с манипуляторами;

экспериментальные результаты по совмещению предметов с применением системы оператор — СТУ — манипулятор хорошо согласуются с расчетными;

совмещение предметов в водной среде хуже, чем в воздухе, что объясняется рассеянием света в толще воды. В этом случае вода становится как бы вторичным источником светового излучения, снижаются контрастность и видимость объекта;

наличие фона за предметами увеличивает точность совмещения;

результаты наблюдения за совмещением предметов непосредственно оператором (невооруженным глазом) по схеме оператор — манипулятор хорошо согласуются с аналогичными данными при работе с использованием системы оператор — СТУ — манипулятор. Причем в некоторых случаях за счет оптического и электронного увеличения система, в которую входит СТУ, дает более предпочтительные результаты;

значительное влияние на точность совмещения оказывают качество работы исполнительного механизма манипулятора и способ съема результатов измерения. Так, при работе в бассейне исполнительный механизм имел больший выбег, чем механизм, используемый на Серпуховском протонном ускорителе, что явно видно из рисунка (а).

ГЕРАСИМОВ Ю. А., ИВАНОВ В. П., МАЛЮЖОНОК Г. П.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стефенсон Р. Введение в ядерную технику. Пер. с англ. М., Гостехтеориздат, 1956.
2. Афонин Э. М. и др. «Атомная энергия», 1974, т. 36, вып. 3, с. 243.
3. Шмаков П. В., Колин К. Т., Джакония В. Е. Стереотелевидение. М., «Связь», 1968.

Выставки

Новое в павильоне «Атомная энергия» на ВДНХ СССР

Новая экспозиция павильона «Атомная энергия», организованная ГКАЭ СССР, знакомит посетителей ВДНХ с итогами развития советской атомной науки и техники в девятой пятилетке и с перспективами в свете решений XXV съезда КПСС.

Экспозиция зала «Ядерные реакторы и атомная энергетика» рассказывает посетителям о программе строительства атомных электростанций в СССР, об основных типах отечественных ядерных реакторов, различном оборудовании АЭС и новых конструкционных материалах, применяемых в реакторостроении. Макет уникального канального реактора РБМК-1000 электрической мощностью 1 млн. кВт, установленного на ЛАЭС им. В. И. Ленина, — центральный экспонат этого зала. Уран-графитовые реакторы интересны тем, что позволяют получать практически любые мощности, в них используются типовые конструктивные элементы и узлы, они надежны в эксплуатации и предоставляют возможность ядерного перегрева пара и перегрузки топлива без остановки реактора.

Водо-водяные энергетические реакторы представлены макетами серийного реактора ВВЭР-440, выполненного на уровне лучших образцов мировой атомной техники, и серийного реактора ВВЭР-1000, в котором более эффективно использован внутрикорпусной объем, повышены удельная энергонапряженность активной зоны и параметры первичного теплоносителя.

Третье направление в советском реакторостроении демонстрируют макеты быстрых реакторов БН-600 и БН-350 с опреснительным комплексом. За счет расширенного воспроизводства горячего в реакторах поддогодного типа и возможности использования практически всего урана, а также тория намного увеличиваются ресурсы ядерного топлива.

В зале представлены также макеты твэлов ВВЭР-440, РБМК-1000, БОР-60, БН-350, кассета реактора с газом (CO_2) теплоносителем, различное контрольно-измерительное и вспомогательное оборудование. Кроме того, здесь можно ознакомиться со специальными аспектами применения реакторов для исследований в ядер-

ной физике и других областях науки (макет исследовательского реактора ИВВ-2). Макеты атомной блочно-транспортальной электростанции «Север-2» и Билибинской АЭС демонстрируют возможности энергетики СССР по созданию АЭС малой и средней мощности, которые можно эффективно и экономично использовать на Крайнем Севере и в условиях бездорожья для выработки электрической и тепловой энергии.

Экспозиция зала «Термоядерные исследования» рассказывает об исследованиях по управляемому термоядерному синтезу, конечная цель которых — соорудить термоядерные электростанции с неисчерпаемым источником энергии. Успехи советских ученых в этом направлении наглядно демонстрирует макет экспериментальной термоядерной установки Токамак-10, разработанной в ИАЭ им. И. В. Курчатова. Сделан еще один шаг к созданию установок, которые продемонстрируют физическую осуществимость управляемых термоядерных реакций. Каким представляют себе инженеры и ученые реактор будущего, показывает макет гипотетического реактора. В зале можно ознакомиться также с исследованиями свойств плазмы в магнитных ловушках с пробками. Макет отечественной оригинальной установки «Огра-3» — один из главных экспонатов этого зала.

Впервые открыта экспозиция нового тематического зала «Добыча и переработка природного урана». Его экспонаты рассказывают о прогрессивном методе добычи бедных урановых руд методом подземного выщелачивания, об обогащении руд и их гидрометаллургической переработке. Среди экспонатов этого зала — макет установки для обогащения руд с нейтронным размножителем СО-2, экстрагенты для извлечения и очистки урана и сопутствующих элементов, ионообменные смолы и мембраны, технологическое оборудование по добыче, переработке и захоронению радиоактивных продуктов, разработанные во ВНИИХТ и Свердловском НИИ химического машиностроения. В зале можно ознакомиться с новой разновидностью химического оборудования — пульсационной аппаратурой, созданной ВНИИНМ. Ее достоинством является полное отсутствие движущихся частей в рабочих зонах, что позволяет легко и просто герметизировать оборудование, снизить до минимума, а иногда совершенно отказаться от обслуживающего персонала. Пульсационная техника может заинтересовать специалистов химической, нефтехимической, металлургической, медицинской, микро-

биологической, пищевой и других отраслей промышленности.

Изделия заводов и конструкторских бюро, специализирующихся на производстве ядерных приборов, демонстрируются в зале «Ядерно-физическое приборостроение». В экспозиции широко представлены дозиметрическая и радиометрическая аппаратура, приборы и аппараты для научных исследований в ядерной физике, биологии и других областях, ядерно-физические приборы, применяемые в атомной энергетике, а также при разведке, добыче и переработке полезных ископаемых. Все экспонаты этого зала демонстрируются в натурном виде и в действии. В зале можно ознакомиться с радиометром типа РК, разработанным в СНИИПе, и радиометром газов Радиового института им. В. Г. Хлопина, с термодарами, нейтронными уровнями, детекторами и их качественными изменениями последних лет, с приборами типа «Мустанг» и «Лук», применяемыми в аналитических процессах.

Большая часть экспозиции зала «Ускорители заряженных частиц» освещает деятельность НИИЭФА им. Д. В. Ефремова, который разрабатывает ускорительную технику всех видов и назначений. В экспозиции — макеты ускорителя для дефектоскопии ЛУЭ-10-2Д, успешно эксплуатируемого на Ижорском заводе им. А. А. Жданова, малогабаритного циклотрона МГЦ, сильноточных ускорителей прямого действия «Электрон-3М» и «Аврора-II», используемых в качестве источников быстрых электронов в химической, текстильной, деревообрабатывающей, радиотехнической, автомобильной и других отраслях промышленности. Ускорители для медицинских целей представлены макетами ЛУЭ-15 и ЛУЭ-8-5В. В экспозиции этого зала демонстрируются также приборы и установки НИИЯФ ТПИ им. С. М. Кирова (компактный сильноточный бетатрон типа КВС-8-25), НИИЭИ того же института (ротационная бетатронная установка типа Б-32/6) и НИИ механики и физики при Саратовском государственном университете (переносной микротрон для дефектоскопии ИМД-5).

Обновленная экспозиция павильона «Атомная энергия» полно и широко освещает деятельность ГКАЭ СССР по основным тематическим направлениям исследований; экспонаты представляют безусловный интерес для специалистов как атомной техники, так и других отраслей народного хозяйства.

СОКОЛОВ Б. А.