

Радиационный контур повышенной мощности на ядерном реакторе ИРТ в Тбилиси

Г. В. КИКНАДЗЕ, Э. Л. АНДРОНИКАШВИЛИ, В. С. БЕДБЕНОВ, И. А. ГАССИЕВ,
Г. В. ЗАКОМОРНЫЙ, Д. М. ЗАХАРОВ, Б. И. ЛИТВИНОВ, Р. Б. ЛЮДВИГОВ,
Л. Ф. МКРТИЧЯН, И. А. НАТАЛЕНКО, Л. И. ФЕЛЬДМАН

УДК 621.039.573

В 1963 г. на ядерном реакторе Института физики АН Груз. ССР был введен в строй первый индий-галлиевый радиационный контур погружного типа РК-П [1]. Эксплуатация этой установки в течение ~30 000 ч показала ее высокую надежность и удобство [2].

В 1967 г. в связи с реконструкцией реактора радиационный контур был демонтирован. Вся операция по демонтажу контура заняла 5—6 ч. Радиационная обстановка не представляла при этом опасности для обслуживающего персонала.

После реконструкции реактора и увеличения его мощности до 4—5 Мвт [3—5] было начато создание модернизированного радиационного контура РК-ПМ, строительство которого велось на тех же конструктивных принципах.

Новый контур был создан к концу 1968 г. и введен на радиационный режим в январе 1969 г. В качестве теплоносителя в нем вновь использован бинарный индий-галлиевый сплав эвтектической концентрации [6]. Контакт сплава с кислородом атмосферы предотвращается подушкой из инертного газа.

Схема установки представлена на рис. 1, а общий вид — на рис. 2. Элементы схемы объединены в следующие четыре основных конструктивных блока.

1. Генератор активности, представляющий собой четырехканальную систему разветвляющихся щелевых каналов толщиной 3 мм и поперечными размерами 40 ± 500 мм, связанных общими коллекторами (рис. 3). Слои разделяются графитовыми блоками толщиной 40 мм. Кожух генератора и щелевые каналы изготовлены из титана.

Выбор такой конструкции связан с возможностью более полной утилизации нейтронов утечки реактора и с возможностью увеличения коэффициента саморегулирования нейтронов в многослойных системах [7, 8].

Общий объем сплава в генераторе активности составляет 1 т. В верхней и центральной части генератора установлены в титановых карманах, вмонтированных в графитовые блоки, установлены два термометра контроля.

Под генератором активности и подводщими коммуникациями на случай аварийной утечки сплава имеется защитный поддон из стали 1X18H9T.

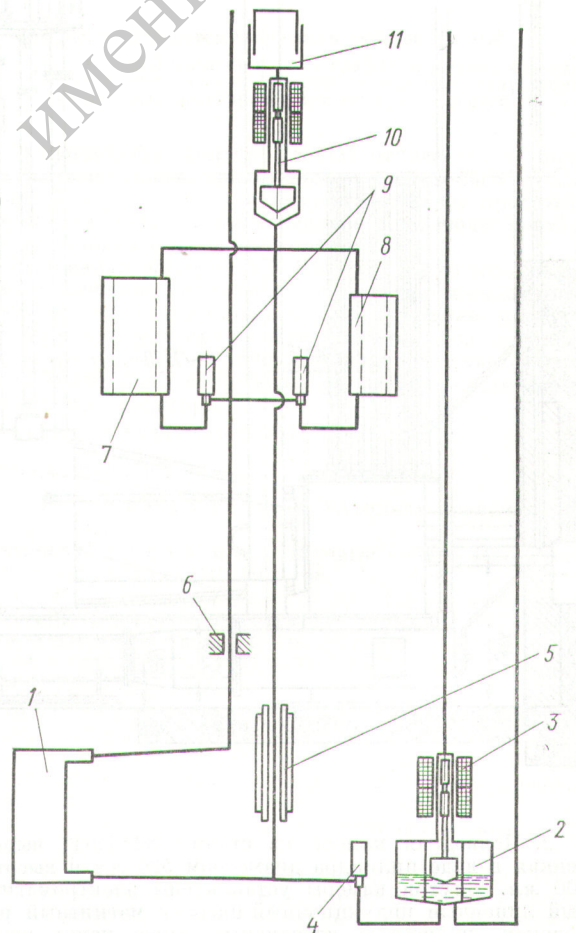


Рис. 1. Принципиальная схема контура РК-ПМ:

1 — генератор активности; 2 — сливной бак; 3, 10 — поплавковые термометры; 4, 9 — вентили; 5 — электромагнитный индукционный насос; 6 — электромагнитный расходомер; 7, 8 — большой и малый облучатели; 11 — газгольдер.

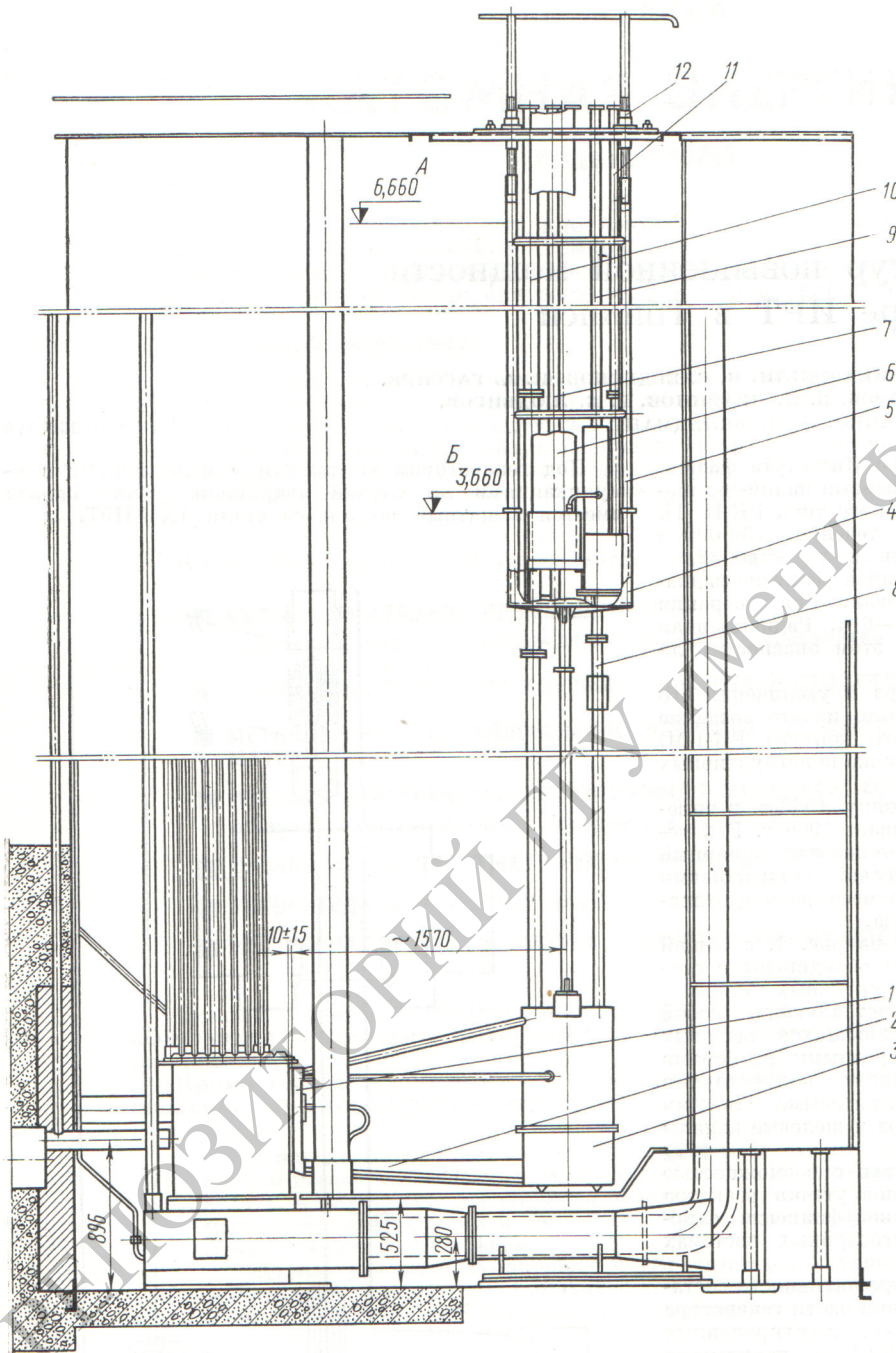


Рис. 2. Общий вид контура РК-ПМ:

- 1 — генератор активности; 2 — поддон генератора активности; 3 — подводная камера; 4 — поддон с облучателями; 5 — трубчатая ферма; 6 — центральный канал большого облучателя; 7 — центральный канал малого облучателя; 8, 9 — технологические каналы; 10 — канал электрического кабеля и ключа управления вентиляем слива; 11 — канал ключа управления вентилями облучателей; 12 — верхняя опорная площадка. А — уровень воды; Б — уровень облучателей.

2. Подводная камера из стали 1X18Н9Т, выполненная в виде цилиндра диаметром 520 мм и высотой 800 мм. Внутри камеры установлены электромагнитный линейный индукционный насос и магнитный расходомер, полностью идентичные ранее использовавшимся в контуре РК-П. Здесь же расположен сливной

бак емкостью 15 л, выполненный из стали 1X18Н9Т, оснащенный поплавковым уровнемером с дифференциально-трансформаторным датчиком. Рабочий регистрируемый ход поплавка датчика (50 мм) контролирует верхнюю половину емкости бака и позволяет проследить полноту слива γ -носителя из коммуника-

ной контура. Слив осуществляется с помощью запорного вентиля, также расположенного в подводной части.

3. Система двух облучателей, запорные вентили слива и вылавочный уровнемер расположены на жестком поддоне, который связан с нижней частью установочными четырьмя трубами-стойками. Последние являются одновременно и технологическими линиями, в которых проходят коммуникации контура, электрические кабели и канал дистанционного управления вентилем. Облучатели выполнены в виде полых цилиндров, между которыми по винтовой магистрали протекает сплав. Вентили позволяют включать в циркуляционную систему любой из облучателей или оба одновременно. Облучатели снабжены центральными и периферийными каналами для проведения облучений в поле чистого излучения и дозиметрического контроля за мощностью γ -излучения установки.

Вылавочный уровнемер, расположенный в верхней точке циркуляционной системы, позволяет измерять количество γ -носителя в системе и надежно регистрировать случаи аварийной утечки сплава с чувствительностью до 20 см³.

4. Верхняя опорная площадка с подвесной системой из труб, которые создают жесткую ферму, связывающую все перечисленные выше блоки в единую конструкцию. На верхней опорной площадке закреплены каналы облучателей радиационного контура и каналы дистанционного управления вентилями. Система регулировочных винтов опорной площадки позволяет точно установить генератор активности относительно грани активной зоны реактора ИРТ [9].

Устье управления контуром выполнено в виде мнемонической контуры, что позволяет обслуживающему персоналу наиболее оперативно получать информацию о работе установки.

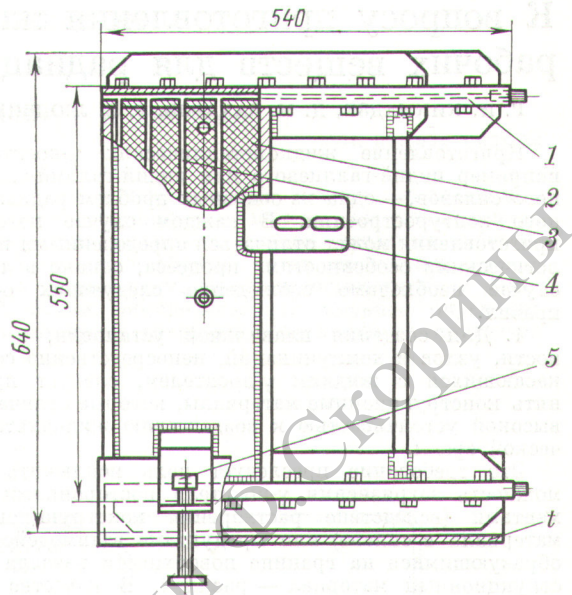
Приборы, установленные на пульте, обеспечивают контроль температуры в генераторе активности и каналах циркуляционного насоса, уровня индий-галлиевого сплава в циркуляционной системе и сливном баке, тока обмоток индукционного насоса, расхода γ -носителя в процессе его циркуляции и мощности дозы облучателей.

Схема аварийной и предупредительной сигнализации (на транзисторах) обеспечивает подачу звукового сигнала и включение соответствующей лампочки на мнемонической контуре при повышении температуры, снижении расхода, утечке инертного газа, выходе из строя или отключении насоса и снижении уровня сплава.

Мощность дозы γ -излучения в центре большого облучателя контура составляет ~ 400 р/сек; малого ~ 200 р/сек на каждый Мвт мощности реактора при одновременной работе обоих облучателей.

При отключенном большом облучателе мощность дозы в малом облучателе составляет ~ 850 р/сек на каждый Мвт мощности реактора. Гамма-эквивалент установки 60 000 г-эке Ra/Мвт. Рабочий расход γ -носителя ~ 7 см³/сек, время одного периода циркуляции сплава 1 мин. Температура γ -носителя достигает значения в генераторе активности: 150°С при мощности реактора 1 Мвт и 155°С при мощности 2 Мвт. Полный объем γ -носителя составляет 25 л, из которых, как указывалось, 2,6 л — в генераторе активности, 7,5 л — в большом облучателе, 1,5 л — в малом облучателе и 0,5 л — в коммуникациях.

Максимальная радиационная мощность РК-ПМ, достигнутая при тепловой мощности реактора ИРТ 3000 Мвт, составила 300 000 г-эке Ra.



Р и с. 3. Генератор активности контура РК-ПМ:

1 — верхний коллектор; 2 — графитовый блок; 3 — свеловой канал; 4 — кронштейн крепления генератора; 5 — опорный регулировочный винт; 6 — поддон.

Радиационный контур РК-ПМ отличается от предыдущего не только значительным увеличением радиационной мощности, но и компактностью и простотой сборки. Бригада из пяти человек произвела монтаж всей установки в баке реактора за 8 ч.

В каналах контура РК-ПМ уже проведено большое количество облучений с полупромышленными и исследовательскими целями. Ввод в действие контура значительно расширил экспериментальные возможности реактора. Радиационные контуры такого типа легко могут быть сооружены на любом действующем бассейновом реакторе.

Поступило в Редакцию 6/VIII 1970 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. И. К и к н а д з е и др. «Атомная энергия», 19, 176 (1965).
2. Е. Д. Ч и с т о в и др. Научные работы Института охраны труда ВЦСПС, 48, 42, 1967.
3. Ш. П. А б р а м и д з е и др. Труды юбилейной сессии Института Физики АН Груз.ССР, посвященной 50-летию Великой Октябрьской социалистической революции (Тбилиси, 1968). Ин-т физики АН Груз.ССР, 1969.
4. Ш. П. А б р а м и д з е и др. «Атомная энергия», 27, 547 (1959).
5. Ш. П. А б р а м и д з е и др. Доклад на V Международном совещании по физике и технике исследовательских реакторов (Варшава, 1968).
6. Г. И. К и к н а д з е и др. «Атомная энергия», 19, 178 (1965).
7. Г. И. К и к н а д з е. Диссертация. Тбилиси, 1968.
8. Г. И. К и к н а д з е и др. Доклад на IV Рабочем совещании по физике и технике исследовательских реакторов. (Будапешт, 1965).
9. В. Н. Ч е р н ы ш е в и ч и др. См. [5].