

Низкотемпературная петля с пневмопочтой на ядерном реакторе ИРТ-2000

Л. А. ВАДАЧГОРИЯ, Д. Г. КАЦИТАДЗЕ, Н. А. НАСКИДАШВИЛИ,
А. А. ЧИПАШВИЛИ

УДК 621.039.555.34

Для исследования радиационных нарушений на некоторых ядерных реакторах были созданы низкотемпературные петли [1—4].

Разработанная нами низкотемпературная петля для канала диаметром 100 мм реактора ИРТ-2000 позволяет проводить исследования при температурах образца 72—75 или 32—35° К в зависимости от вида применяемого хладагента.

Охлаждение в петле осуществляется циркулирующим в замкнутом контуре газообразным гелием. На рис. 1 представлена схема установки. Из компрессора 1 через блок очистки 2, кран 3, теплообменники 4 и 5 гелий поступает в рабочую камеру криоста-

та 6 и охлаждает объект исследования 7. Затем через экранный газодод 8, теплообменник 4 и кран гелий возвращается в компрессор. Теплообменник 5 находится в ванне 9 (емкостью 20 л) с жидким хладагентом 10 (азот или неон) и вместе с теплообменником 4 составляет узел холодильной установки. В режиме охлаждения кран находится в положении А, а газододер 11 соединен с контуром и служит буферной емкостью. Изменением расхода циркулирующего гелия достигается изменение температуры объекта исследования в широких пределах — от температуры, превышающей на 3—4° температуру жидкого хладагента, до 400° К.

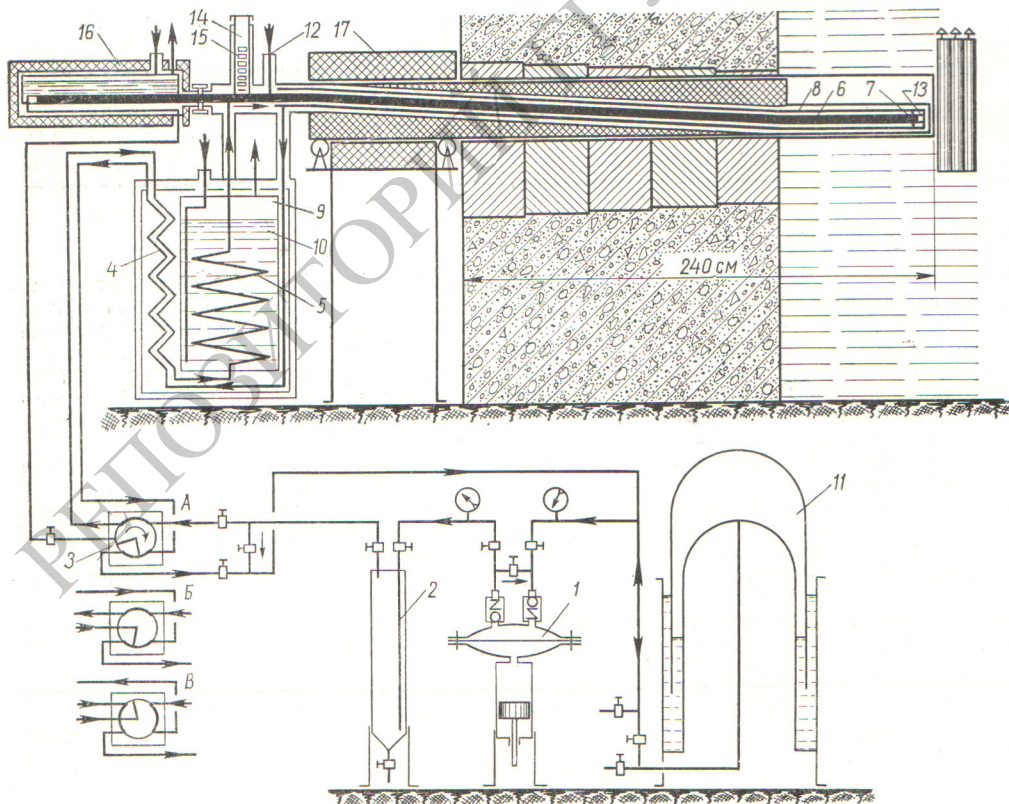
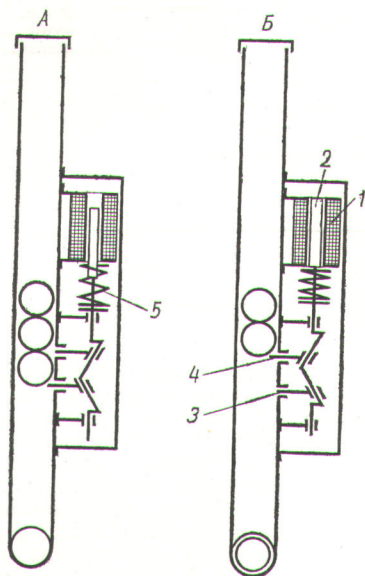


Рис. 1. Принципиальная схема петли.

Р и с. 2. Механизм подачи образцов.



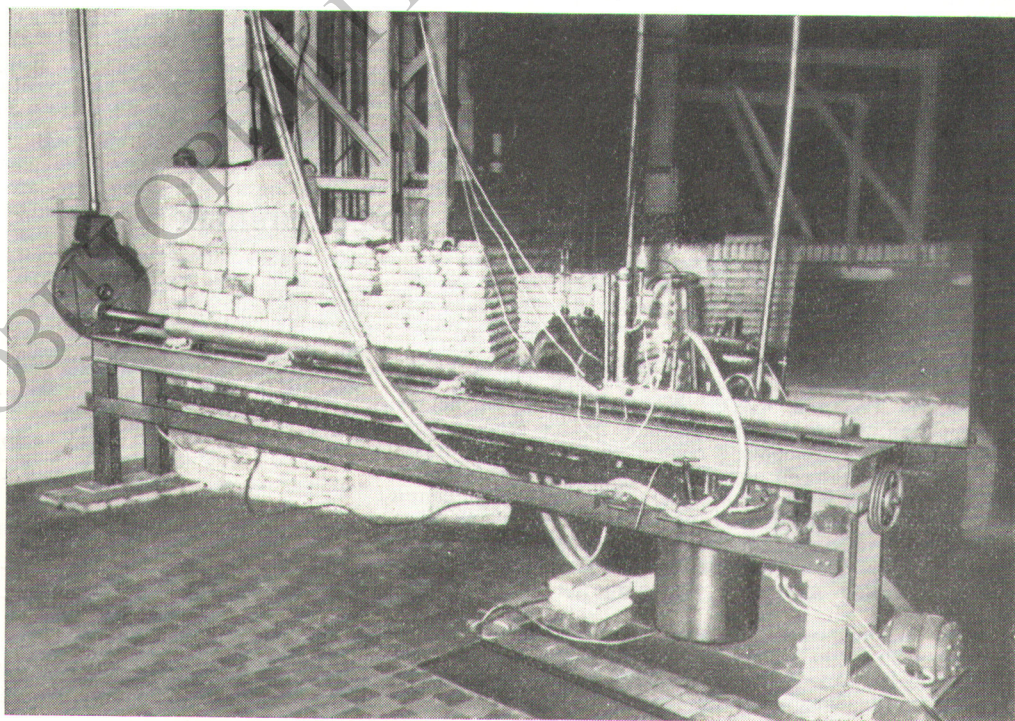
Кроме охлаждения циркулирующим газообразным гелием предусмотрено охлаждение жидким гелием, который при отключенном компрессоре можно подавать через переливатель 12. Пары гелия через экранный газод и теплообменник 4 поступают в газольдер.

Температура измеряется газовым термометром 13 и двумя медь-константановыми термопарами.

Тепловая изоляция охлаждаемых частей петли осуществляется с помощью вакуумной рубашки (10^{-4} мм рт. ст. при постоянной откачке). Рабочая камера

криостата на всю длину экранирована обратным потоком циркулирующего гелия, а холодильная установка экранирована парами хладагента.

Конструкция петли кроме внутриканальных низкотемпературных исследований предусматривает возможность удаления холодных образцов из зоны облучения для их исследования в лабораторных условиях. При этом введение образца в зону облучения и его удаление проводятся при работающем реакторе, без нарушения теплового режима работы петли. В расположенном в задней части криостата магазине 14 помещаются ампулы 15 (диаметром 12 мм и длиной 30 мм, одновременно не более 12 штук) с образцами. Для подачи ампулы включается индуктивная катушка 1 (рис. 2). Связанный с сердечником 2 нижний упор 3 освобождает очередную ампулу, а верхний упор 4 поддерживает остальные (положение Б). Освобожденная ампула падает в рабочую камеру и потоком циркулирующего газа доставляется в зону облучения. После отключения катушки механизм подачи с помощью пружины 5 возвращается в исходное положение А. Для перегрузки ампулы из зоны облучения в контейнер 16 с жидким хладагентом кран переводится в положение Б (см. рис. 1). Поток циркулирующего газа после теплообменника 5 раздваивается. Основная часть потока продолжает охлаждать объект исследования, а остальная проходит через трубопровод, соединяющий контейнер с криостатом, и охлаждает его. Переводом крана в положение В достигается изменение направления движения циркулирующего газа, который выдувает ампулу из криостата в контейнер, после чего кран возвращается в положение А. Движение ампулы прослушивается радиопередатчиком, микрофон которого закреплен на корпусе криостата. Скорость перемещения ампулы регулируется изменением расхода циркулирующего газа.



Р и с. 3. Низкотемпературная петля в секторе горизонтального канала реактора

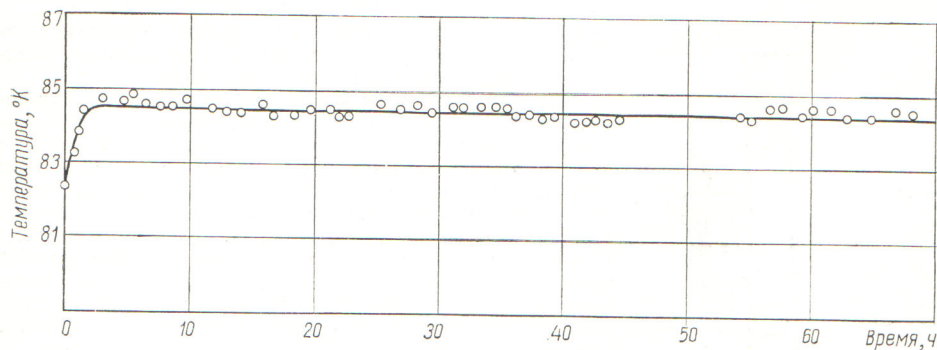


Рис. 4. Колебание температуры образца во время облучения.

С целью проведения внутриканальных низкотемпературных исследований с криостата снимается контейнер и с его открытой стороны в рабочую камеру вводится измерительный прибор с образцами.

Для предотвращения прямого прострела излучения трубопроводы криостата проходят через защитную среду по криволинейному профилю. Перемещение криостата вдоль канала реактора осуществляется дистанционно и может проводиться при включенных реакторе и установке. После вывода криостата из канала его передняя (радиоактивная) часть попадает в блок защиты 17, а шибер канала закрывается. На рис. 3 показана выведенная из канала реактора низкотемпературная петля без защитного блока.

Длительность непрерывной работы петли практически не ограничена, так как в случае выхода из строя компрессора систему можно переключить на запасной без существенного нарушения режима работы петли.

Во время многосуточных непрерывных экспериментов (в качестве хладагента применялся жидкий азот) максимальное колебание температуры не превышало $\pm 0,5^\circ$ (рис. 4). При мощности реактора 2000 *квт* и расходе циркулирующего гелия 0,5 *г/сек* температура образца не превышала 82—85° К.

Расход жидкого азота при этом составляет 5—7 *л/ч*. Путем откачки паров жидкого азота из ванны удалось понизить температуру в рабочей камере криостата до 72—75° К.

С помощью описанной петли были проведены исследования влияния реакторного излучения на некоторые физические свойства твердых тел в температурном диапазоне от 80° К до комнатных температур. Эксплуатация петли в течение года показала, что она может быть использована для проведения низкотемпературных облучений образцов с их последующей перегрузкой из криостата петли в сосуд Дьюара (без отогрева) для дальнейшего исследования образцов в лабораторных условиях и для внутриканальных исследований физико-механических свойств материалов при низких температурах в процессе облучения.

В заключение авторы приносят благодарность Б. Г. Калантарову, Г. Д. Квасавили, Р. С. Агамирову, И. А. Наталенко за помощь при изготовлении установки, а также О. В. Лодия и В. В. Петросяну за участие в определении характеристик установки.

Поступило в Редакцию 25/1 1968 г.
В окончательной редакции 17/VI 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. R. Coltman, T. Blewitt, T. Noggle. Rev. Sci. Instrum., 28, 375 (1957).
2. L. Bochirov et al. Rapport CEA-R2514, 1964.
3. W. Decker et al. Kerntechnik, 8, 275 (1966).
4. Э. Л. Андроникашвили и др. «Сообщения АН ГрузССР», XXXIV: 1, 45 (1964).

Об одном методе вычисления эффективных резонансных интегралов

А. И. КУЛЕШОВ

УДК 621.039.512.26

При некоторых расчетах ядерных реакторов, например определении выгорания горючего, приходится вычислять большое число эффективных резонансных интегралов. Время, затрачиваемое на их вычисление, является определяющим в общем времени, затрачиваемом на решение всей задачи. В одних случаях необходимо, в других желательно иметь алгоритм вычисления эффективных резонансных интегралов, отличающийся быстротой счета, компактностью, достаточной точностью и применимостью в широких пределах изменения параметров. Такой алгоритм предлагается в настоящей работе.

На основании некоторых эвристических соображений построено простое аналитическое выражение, являющееся хорошим приближением для двухпараметрического резонансного интеграла.

Пусть имеем эффективный резонансный интеграл без учета интерференции:

$$J(\theta, \beta) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\psi(\theta, x)}{\psi(\theta, x) + \beta} dx, \tag{1}$$

где

$$\psi(\theta, x) = \frac{\theta}{2\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\exp\left[-\frac{1}{4}\theta^2(x-y)^2\right]}{1+y^2} dy \tag{2}$$

является доплеровской формой уширения, дополняющей естественную форму линий $1/(1+x^2)$.