# Конспект занятия 5.

## Цель.

Рассмотреть ядерный исследовательский реактор как источник излучений для реакторных испытаний. Познакомить слушателей с техническими характеристиками исследовательских реакторов Российской Федерации. Обосновать выбор реакторов для последующего детального рассмотрения. Дать общие представления о проекте типового исследовательского реактора ИРТ-2000 и рассмотреть возможности реактора ИРТ-МИФИ.

## План.

1. Исследовательский реактор как источник излучений.

2. Исследовательские ядерные реакторы Российской Федерации.

3. Исследовательские реакторы ИРТ-2000 (проект) и ИРТ-МИФИ.

Ядерный реактор как источник излучений весьма "богат": это и по диапазону энергий излучений и по их интенсивности и по качественным показателям, и, наконец, по характеру изменений потоков излучений во времени.

В нашем случае вопрос монохроматичности излучений отодвигается на второй план, так как основная задача реакторных испытании состоит в том, чтобы определить ресурс изделия или свойство материала при суммарном воздействии реакторных излучений на объект испытаний. Естественно, что в определенных случаях, когда в результате испытаний выявлены эффекты, физическая сущность которых может быть понята при использовании потоков излучений с определенными, заранее известными качественными характеристиками, такие испытания могут быть поставлены.

Основными показателями реактора как источника излучения является его нейтронный поток и энергетический спектр нейтронов. Для реакторных испытаний достаточно провести весьма "грубое" разделение исследовательских реакторов по энергиям нейтронов на тепловые, промежуточные и быстрые. Такое разделение неточно, так как в зависимости от местоположения облучательного устройства в конкретном канале реактора, заполнении канала и даже от конструкционных материалов, из которых выполнена установка, зависит энергетический спектр нейтронного потока, падающего на испытуемый образец.

Табл. 2.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Название. Предприятие. Место. Тип. | Мощность  (МВт) | Год пуска |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | ИР-8. РНЦ КИ. Москва. Бассейновый | 8 | 1957 |
| 2 | ВВР-М. ПИЯФ. Гатчина. Бассейновый | 18 | 1959 |
| 3 | БР-10. ФЭИ. Обнинск. Быстрый, жидкометаллический. | 10 | 1960 |
| 4 | СМ. ГНЦ РФ НИИАР. Димитровград. Корпусной. | 100 | 1961 |
| 5 | ВВР-Ц. Филиал НИФХИ. Обнинск. Бассейновый. | 15 | 1964 |
| 6 | ВК-50. ГНЦ РФ НИИАР. Димитровград. Корпусной, кипящий. | 200 | 1965 |
| 7 | МИР. ГНЦ РФ НИИАР. Димитровград. Канальный. | 100 | 1966 |
| 8 | ИВВ-2М. СФ НИКИЭТ. Заречный. Бассейновый. | 15 | 1966 |
| 9 | ИРТ. МИФИ. Москва. Бассейновый. | 2,5 | 1967 |
| 10 | ИРТ-Т. НИИЯФ ТПИ. Томск. Бассейновый. | 6 | 1967 |
| 11 | БОР-60 (опытный). ГНЦ РФ НИИАР. Димитровград. Быстрый, жидкометаллический. | 60 | 1969 |
| 12 | РБТ-6. ГНЦ РФ НИИАР. Димитровград. Бассейновый. | 6 | 1975 |
| 13 | РБТ-10/1. ГНЦ РФ НИИАР. Димитровград. Бассейновый. | 10 | 1983 |
| 14 | РБТ-10/2. ГНЦ РФ НИИАР. Димитровград. Бассейновый. | 10 | 1983 |

В табл. 2.1. представлены действующие в настоящее время исследовательские реакторы России [6]. . Зарубежные реакторы близки к отечественным по перечисленным параметрам.

В дальнейшем мы рассмотрим исследовательские реакторы 3-х типов: тепловые, промежуточные и быстрые. Наш интерес к ним будет сосредоточен на возможностях их использования для проведения реакторных испытаний.

Наиболее подробно рассмотрим реакторы:

-ИРТ-2000 и ИВВ-2, как примеры реакторов на тепловых нейтронах;

- на промежуточных нейтронах СМ-2;

- на быстрых нейтронах БР-10,

- реактор МИР, специально приспособленный для испытания тепловыделяющих сборок (ТВС).

По-видимому, не следует считать, что какой-то из перечисленных реакторов как источник излучения "плохой" из-за малости потока или отсутствия тепловой части нейтронного спектра. В конкретном случае постановки реакторного эксперимента каждый из них более или менее удобен.

Реактор ИРТ-2000 (исследовательский реактор тепловой, мощностью 2000 кВт) предназначен для проведения научно-исследовательских работ в НИИ и ВУЗах. Он является самым дешевым, надежным и безопасным в работе устройством подобного типа.

Экспериментальные направления, которые могут развиваться на ИРТ:

1) измерение нейтронных сечений;

2) гамма-спектроскопия;

3) опыты по дифракции и поляризации нейтронов;

4) изучение замедляющих свойств смесей;

5) действие излучения на вещества;

6) радиационная химия;

7) радиационная генетика.

Реактор ИРТ - бассейнового типа. Активная зона размещена в водяном бассейне, и циркуляция осуществляется с помощью эжектора при расходе 175 л/час. Теплоносителем и замедлителем является монодистилят воды.

Активная зона реактора содержит 24 кассеты, критическая масса по урану 235 -3,17кг. Кампания 1,2 года при мощности 2 МВт. Рассматриваются вопросы повышения мощности до 5 МВт, что повысит максимальный поток до 10 14 н./см 2 с.

1

2

3

5

6

7

8

9

10

12

14

16

17

18

19

11

21

20

22

4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Тип** | **(Плотность**  **потока)\*109 н/см2с** | **№** | **Тип** | **(Плотность**  **потока)\*109 н/см2с** |
| **1** | **ВЭК** | **2000** | **12** | **ГЭК- горизонтальный** | **1,5** |
| **2** | **ГЭК** | **1,5** | **13** | **ВЭК- вертикальный** | **1000** |
| **3** | **ВЭК** | **730** | **14** | **ГЭК** | **1,0** |
| **4** | **ГЭК** | **2,2** | **15** | **ВЭК** | **420** |
| **5** | **ВЭК** | **1000** | **16** | **ЦЭК- центральный** | **16000** |
| **6** | **ГЭК** | **1,5** | **17** | **ВЭК** | **370** |
| **7** | **ВЭК** | **1000** | **18** | **АЗ- активная зона** |  |
| **8** | **ГЭК** | **1,4** | **19** | **ВЭК** | **260** |
| **9** | **ВЭК** | **810** | **20** | **КЭК- касательный** | **0,6** |
| **10** | **ГЭК** | **10** | **21** | **ТК- тепловая колонна** | **2,0** |
| **11** | **ВЭК** | **2500** | **22** | **Биологическая** | **защита** |

На базе проекта ИРТ-2000 разработано несколько модификаций. Изменения в основном коснулись конфигурации активной зоны, материалов замедлителя нейтронов, отражателя, системы охлаждения и используемых ТВС.

Реактор ИРТ-МИФИ является базовой установкой АЦ МИФИ (Атомный центр МИФИ). Это единственный атомный реактор в РФ, работающий в составе многопрофильного учебного заведения.

После проведения ряда модернизаций в соответствии с рекомендациями Института атомной энергии им. И.В.Курчатова (ИАЭ), контроля радиационной обстановки в комплексе реактора и окружающей среды тепловая мощность реактора установлена 2,5 МВт.

Реактор находится под контролем государственных органов надзора и МАГАТЭ.

За 40 лет в различных формах учебной работы на реакторе и в его исследовательских комплексах участвовали более 17 тысяч студентов МИФИ. Более 7 тысяч школьников, студентов, сотрудников других организаций и вузов в форме лекций-экскурсий ознакомились со спецификой эксплуатации и использования реактора. Результаты научных исследований на ИРТ отражены в 120 диссертациях, 15 из которых- докторские, опубликованы в более чем 2000 научных статей [7].

Гетерогенный водо-водяной реактор на тепловых нейтронах ИРТ-МИФИ сооружен в соответствии с типовым проектом ТП-3304М. Активную зону составляют тепловыделяющие сборки ИРТ-2М и ИРТ-3М.

Режим работы реактора определяется требованиями экспериментальных программ. Как правило, реактор эксплуатируется недельными циклами по 100 часов с годовым временем работы на мощности до 5000 часов.

Запас реактивности и суммарная эффективность органов компенсации реактивности обеспечивают возможность эксплуатации реактора без перегрузки ТВС до энергровыработки 140 МВт-суток.

Радиационная безопасность обеспечивается следующими барьерами:

- матрица твэлов обладает слабой способностью растворения в воде,

- защитная оболочка твэла из алюминиевого сплава позволяет своевременно обнаружить дефектную ТВС и удалить ее из активной зоны реактора из-за значительного интервала времени поступления продуктов деления в теплоноситель.

- вода бассейна реактора.

- железобетонный бассейн реактора, облицованный алюминием и закрытый защитной крышкой.

- замкнутая конструкция физического зала.

На рис.2.1 представлен вид на активную зону ИРТ-МИФИ с экспериментальными каналами и распределение нейтронных потоков по вертикальным (ВЭК), горизонтальным (ГЭК) и касательному (КЭК) каналам.