

# ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГЦИ СИ,

заместитель генерального директора

ФГУП «ВНИИФТРИ»



М.В.Балаханов

12 2008г.

Установка измерения выгорания ядерного топлива отработавших тепловыделяющих сборок МКС-02 РБМК	Внесен в Государственный Реестр средств измерений Регистрационный № <u>39666-08</u> Взамен № _____
---	--

Выпускается по техническим условиям НПОК.014.00.00.000 ТУ

## НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Установка измерения выгорания ядерного топлива отработавших тепловыделяющих сборок МКС-02 РБМК (далее по тексту установка) предназначена для измерения выгорания ядерного топлива отработавших тепловыделяющих сборках (ОТВС) реакторов типа РБМК в условиях камеры комплектации сухого хранилища ОЯТ (ХОТ-2) и в условиях «горячих» камер.

Установка применяется в атомной промышленности.

## ОПИСАНИЕ

Выгоранием ядерного топлива является величина, равная количеству выделенной энергии при делении ядерного топлива в ОТВС в течение времени ее облучения в реакторе, деленному на начальную массу урана в ОТВС. Размерность выгорания - МВт·сут/кг и ГВт·сут/т.

Значения выгорания ядерного топлива используются:

- для обеспечения ядерной безопасности;
- для системы учета и контроля ядерных материалов.

Измерения выгорания ОТВС РБМК выполняются по «Методике выполнения измерений выгорания ядерного топлива отработавших тепловыделяющих сборок РБМК с помощью установки МКС-02 РБМК. МВ 08-2008» с использованием одного или нескольких каналов регистрации нейтронного и гамма-излучения установки измерения.

Каналы регистрации нейтронного излучения предназначены для измерения скорости счета импульсов, пропорциональных плотности потока тепловых нейтронов от ОТВС. На основе измеренных значений скорости счета импульсов определяется программно выгорание ядерного топлива в диапазоне 10-40 МВт-сут/кг. Время выдержки ОТВС должно составлять от 2 до 50 лет.

Каналы регистрации гамма-излучения спектрометрические предназначены для измерения энергетических спектров гамма-излучения от ОТВС, на основе которых определяется программно выгорание ядерного топлива по соотношению активностей радиоизотопов  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в ОТВС в диапазоне 5-40 МВт-сут/кг. Время выдержки ОТВС должно быть от 2 до 6 лет.

Каналы регистрации гамма-излучения дозиметрические предназначены для измерения мощности поглощенной дозы гамма-излучения вблизи ОТВС. На основе измеренной мощности поглощенной дозы гамма-излучения определяется программно выгорание ядерного топлива ОТВС в диапазоне 5-40 МВт-сут/кг. Время выдержки ОТВС должно быть при этом от 10 до 50 лет.

В каналах регистрации нейтронного излучения используются импульсные камеры деления типа КНК-15-1 (или КНТ-54-1) с компенсацией фона гамма-излучения. Блок детектирования нейтронного излучения размещен в полиэтиленовом коллиматоре для увеличения эффективности регистрации нейтронного излучения. Верхняя часть блока детектирования размещена в свинцовой защите для уменьшения дозовой нагрузки от гамма-излучения на предусилитель. Блок детектирования нейтронного излучения в свинцовой защите работает при мощности поглощенной дозы гамма-излучения до  $10^2$  Гр/ч.

В каналах регистрации гамма-излучения спектрометрических используются CdZnTe-детекторы. Блок детектирования гамма-излучения спектрометрический размещен в свинцовой защите для уменьшения дозовой нагрузки от гамма-излучения на датчик и предусилитель. Блок детектирования гамма-излучения в свинцовом коллиматоре работает при мощности поглощенной дозы гамма-излучения до  $10^2$  Гр/ч.

В каналах регистрации гамма-излучения дозиметрических используется алмазный детектор типа ПДПС для измерения мощности поглощенной дозы. Блок детектирования размещен в свинцовой защите с щелевым коллиматором, обеспечивающим «просмотр» ОТВС.

Комплект монтажных частей, предназначенный для размещения блоков детектирования и коллиматоров относительно ОТВС, включает в себя основание для размещения блоков детектирования и опоры для установки основания. Основание для размещения блоков детектирования выполнено в виде цилиндрической конструкции. Основание устанавливается ориентированно на опору, которая в свою очередь устанавливается и фиксируется ориентированно на гнездах для ампулы с проверяемым ОТВС.

Основание окружено слоем борированного полиэтилена для уменьшения фонового нейтронного излучения. Детекторы каналов регистрации расположены в основании для размещения блоков детектирования параллельно оси исследуемых ОТВС.

С помощью электромеханического манипулятора ампула с пучком твэлов (ПТ) ОТВС перемещаться вдоль блоков детектирования непрерывно с заданной скоростью или с остановкой в фиксированных точках, равноудаленных друг относительно друга. Перемещение ампулы с ПТ ОТВС (ОТВС) осуществляется по сигналу с БУ. Количество фиксированных точек должно быть не менее 12. Измерения с остановками производятся в течение одинаковых промежутков времени, количество которых при полном перемещении ПТ ОТВС относительно установки должно быть не менее 12.

В состав электронного модуля, располагаемого в операторском или подоператорском помещениях и соединенного с блоками детектирования кабельными линиями связи, входит набор электронных блоков для обеспечения работы блоков детектирования и обработки данных.

Программный комплекс FLAME обеспечивает функционирование установки: градуировку и проверку каналов регистрации нейтронного и гамма-излучения установки; измерения скорости счета импульсов блоков детектирования нейтронного излучения, мощности дозы и энергетических спектров гамма-излучения, вычисление выгорания ОТВС.

Рабочие условия эксплуатации:

- рабочая среда.....воздух
- температура воздуха, °С.....от 18 до 40
- относительная влажность воздуха, %.....до 80
- режим работы.....периодический

## **ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

### Канал регистрации нейтронного излучения

Диапазон измерения выгорания	от 10 до 40 МВт·сут/кг.
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения выгорания при доверительной вероятности 0.95	±10 %.
Время измерения выгорания одной ОТВС, не более	10 минут.
Диапазон измерения скорости счета импульсов F	от 1 до 10 <sup>4</sup> имп./с.
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения скорости счета импульсов	$\delta_F = \pm[0,1+5/F] \%$ ,
где F – числовое значение измеренной величины.	
Диапазон чувствительности каналов к нейтронам источника типа ИБН в водородосодержащем замедлителе вспомогательного устройства ВУ-1	(0.2÷1.0)·10 <sup>-4</sup> имп./нейтр.
Пределы допускаемой относительной погрешности чувствительности каналов регистрации нейтронного излучения к тепловым нейтронам	±5 %.
Мощность поглощенной дозы сопутствующего	

гамма-излучения, не более	10 <sup>3</sup> Гр/ч.
Габаритные размеры блока детектирования:	
– длина	450 мм;
– диаметр	65 мм.
<u>Канал регистрации гамма-излучения спектрометрический</u>	
Диапазон измерения выгорания	от 5 до 40 МВт·сут/кг.
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения выгорания при доверительной вероятности 0.95	±10 %.
Время измерения выгорания одной ОТВС, не более	2 ч.
Энергетический диапазон регистрируемого гамма-излучения	0.05 до 1.0 МэВ.
Абсолютное энергетическое разрешение:	
– при энергии гамма-излучения E=60 кэВ и температуре 25°С, не более	10 кэВ;
– при энергии гамма-излучения E=662 кэВ и температуре 25°С, не более	15 кэВ.
– при энергии гамма-излучения E=898 кэВ и температуре 25°С, не более	18 кэВ
Максимальная входная статистическая загрузка	10 <sup>4</sup> имп./с.
Диапазон мощности поглощенной дозы гамма-излучения с энергией 0.662 МэВ при максимальной входной статистической загрузке	от 0.01 до 0.1 Гр/ч.
Пределы нестабильности чувствительности и энергетического разрешения в течение времени непрерывной работы	±5 %.
Диапазон чувствительности каналов к гамма-квантам источника <sup>137</sup> Cs типа ОСГИ в жесткой геометрии вспомогательного устройства ВУ-2	(0.2÷1.0)·10 <sup>-6</sup> имп./Бк.
Пределы допускаемой относительной погрешности чувствительности к гамма-излучению	±10 %.
Габаритные размеры блока детектирования:	
– длина	145 мм;
– диаметр	12,5 мм.
<u>Канал регистрации гамма-излучения дозиметрический</u>	
Диапазон измерения выгорания	от 5 до 40 МВт·сут/кг.
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения выгорания	±10 %.
Время измерения выгорания одной ОТВС, не более	15 минут.
Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения	от 0,08 до 25 МэВ.
Диапазон измерения мощности поглощенной дозы гамма- излучения	от 2·10 <sup>-4</sup> до 0,2 Гр/с.
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения мощности поглощенной дозы гамма- излучения (с доверительной вероятностью 0,95)	±5 %.

Габаритные размеры блока детектирования:	
– длина	60 мм;
– диаметр	7,5 мм.
<u>Общие технические характеристики</u>	
Время установления рабочего режима установки, не более	30 мин.
Характеристики сети переменного тока, обеспечивающей питание установки измерения (50±3) Гц, (220±22)/380В	
Потребляемая мощность, не более	1000 В·А
Габаритные размеры блока установки детекторов:	
– диаметр	500 мм;
– высота	600 мм.
Габаритные размеры модуля электронного:	
– длина	560 мм.
– ширина	600 мм.
– высота	2030 мм.
Масса блока установки детекторов, не более.....	200 кг.
Масса электронного модуля, не более. ....	100 кг.
Средняя наработка на отказ, не менее	5000 ч.

### ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа наносится на титульный лист руководства по эксплуатации НПОК014.00.00.000РЭ типографским или иным способом.

### КОМПЛЕКТНОСТЬ

1. Установка измерения выгорания ядерного топлива отработавших тепловыделяющих сборок МКС-02 РБМК в составе:

- блок детектирования нейтронного излучения ..... 3 шт.
- блок детектирования гамма-излучения:
  - спектрометрический ..... 3 шт.
  - дозиметрический ..... 3 шт.
- модуль электронный..... 1 компл.
- комплект монтажных частей (механическая часть) ..... 1 компл.
- вспомогательные устройства ВУ-1 и ВУ-2 для проверки каналов регистрации нейтронного и гамма-излучения .... 1 компл.
- стенд для ремонта, наладки БД... ..... 1 компл.
- комплект ЗИП..... 1 компл.
- 1.1 Состав модуля электронного установки измерения:
  - блок вторичной аппаратуры (БВА)..... 1 компл.
  - блок управления и обработки данных (БУ)..... 1 компл.
- 1.2 Состав комплекта монтажных частей установки измерения:
  - основание для размещения блоков детектирования..... 1 шт.
  - опора для установки основания ..... 1 шт.
- 2. Руководство по эксплуатации НПОК014.00.00.000 РЭ.....1 шт.

3. Свидетельство о поверке.....1 шт.

### ПОВЕРКА

Поверка осуществляется в соответствии с разделом «Методика поверки» руководства по эксплуатации НПОК.014.00.00.000 РЭ, согласованным ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИФТРИ» 25.11.2008 г. Межповерочный интервал – 2 года.

Основное поверочное оборудование:

1. Источник быстрых нейтронов типа ИБН-8 с потоком нейтронов не менее  $5 \cdot 10^5$  нейтр./с, пределы относительной погрешности выхода нейтронов  $\pm 5\%$  при доверительной вероятности 0.95 (аттестованный в установленном порядке).

2. Источник гамма-излучения  $^{137}\text{Cs}$  типа ОСГИ с активностью не менее  $10^5$  Бк и погрешностью  $\pm 3\%$  при доверительной вероятности 0.99 (аттестованный в установленном порядке).

3. Дозиметр клинический на основе алмазного детектора для радиотерапевтических установок ДКД<sub>а</sub>-01 - «ИФТП». Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности поглощенной дозы гамма излучения  $\pm 3\%$  при доверительной вероятности 0,95.

### НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение	Наименование
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
ГОСТ 12997-84	Изделия ГСП. Общие технические условия.
ГОСТ 27451-87	Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия
НП-061-05	Правила безопасности при хранении и транспортировании ядерного топлива на объектах использования атомной энергии
НП-001-97	Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (ОПБ-88/97)
РД-50-691-89	Поглощенные дозы фотонного (1-50 МэВ) и электронного (5-50 МэВ) излучений в лучевой терапии. Методы определения.
НРБ-99	Нормы радиационной безопасности.
ОСПОРБ-99	Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.
ПТЭ	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей
ПТБ	Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип установки измерения выгорания ядерного топлива отработавших тепловыделяющих сборок МКС-02 РБМК утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации.

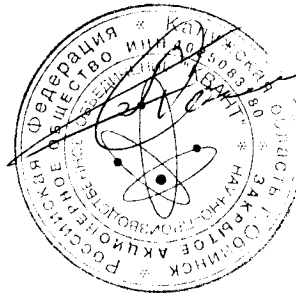
## ИЗГОТОВИТЕЛЬ

ЗАО НПО «КВАНТ»

Адрес: 249035, Калужская обл., г.Обнинск, ул. Королева, д.6, оф. 225

Тел. (48439) 73296, 98161.

Генеральный директор  
ЗАО НПО «КВАНТ»



А.И.Сомов