

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГЦИ СИ,

заместитель генерального директора

ФГУП «ВНИИФТРИ»



М.В.Балаханов

03

2008 г.

Установка измерения выгорания
ядерного топлива отработавших
тепловыделяющих сборок
МКС-01 РБМК

Внесен в Государственный Реестр
средств измерений
Регистрационный № 37386-08
Взамен № _____

Выпускается по техническим условиям НПОК.012.00.00.000 ТУ

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Установка измерения выгорания ядерного топлива отработавших тепловыделяющих сборок МКС-01 РБМК (далее по тексту УИВ) предназначена для измерения выгорания ядерного топлива отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) реакторов типа РБМК.

УИВ 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 реакторов типа РБМК выполняются в соответствии с документом «Методика выполнения измерений выгорания ядерного топлива отработавших тепловыделяющих сборок РБМК с помощью установки МКС-01 РБМК. МВ 06-2007» (свидетельство об аттестации № 001-143-2008) с использованием одного или нескольких каналов регистрации нейтронного и гамма-излучения УИВ.

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}Cs и ^{137}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 работоспособен при мощности поглощенной дозы гамма-излучения до 10^3 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 предназначен для размещения блоков детектирования и свинцовых коллиматоров относительно ОТВС. Комплект монтажных частей включает в себя опору для установки ОТВС, блок установки детекторов, привод. Блок установки детекторов - каркас в виде частично разомкнутого круга с фиксатором. Размыкание фиксатора производится вручную в верхнем положении блока, замыкание – автоматически при сведении частей блока в рабочее положение. Блоки детектирования нейтронов и гамма-излучения расположены параллельно оси исследуемых ОТВС.

При проведении измерений выгорания ОТВС в пенале размещается на опоре. С помощью привода блок детекторов перемещается вдоль пенала с ОТВС непрерывно или с остановками в фиксированной точке для проведения измерений. Перемещение блока детекторов осуществляется по сигналу с электронного модуля.

В состав электронного модуля, располагаемого в помещении бассейна выдержки хранилища отработавшего ядерного топлива (БВ ХОЯТ) и соединенного с блоками детектирования герметичными кабелями, входит набор электронных блоков для обеспечения работы блоков детектирования и обработки данных.

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

Рабочие условия эксплуатации:

- рабочая среда.....воздух, вода
- температура воздуха, °С.....от 18 до 40
- температура воды, °С.....до 50
- 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 ⁴ 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)·10⁻⁴ имп./нейтр.

Пределы допускаемой относительной погрешности чувствительности каналов регистрации нейтронного излучения к тепловым нейтронам ±5 %.

Мощность поглощенной дозы сопутствующего гамма-излучения, не более 10³ Гр/ч.

Канал регистрации гамма-излучения спектрометрический

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 ⁴ 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 ¹³⁷ Cs типа ОСГИ в жесткой геометрии вспомогательного устройства ВУ-2	(0.2÷1.0)·10 ⁻⁶ имп./Бк.
Пределы допускаемой относительной погрешности чувствительности к гамма-излучению	±10 %.
<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 ⁻⁴ до 0,2 Гр/с.
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения мощности поглощенной дозы гамма- излучения (с доверительной вероятностью 0,95)	±5 %.
<u>Общие технические характеристики</u>	
Время установления рабочего режима УИВ, не более	30 мин.
Характеристики сети переменного тока, обеспечивающей питание УИВ	(50±3) Гц, (220±22)/380 В.
Потребляемая мощность, не более	1000 В·А.
Габаритные размеры блока установки детекторов:	
– диаметр	450 мм;
– высота	400 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 установку измерения выгорания ядерного топлива отработавших тепловыделяющих сборок МКС-01 РБМК. Способ нанесения – в соответствии с технологией предприятия-изготовителя.

КОМПЛЕКТНОСТЬ

1. Установка измерения выгорания ядерного топлива отработавших тепловыделяющих сборок МКС-01 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.
- 1.1 Состав модуля электронного УИВ:
 - блок вторичной аппаратуры (БВА)..... 1 компл.
 - блок управления и обработки данных (БУ)..... 1 компл.
- 1.2 Состав механической части УИВ:
 - опора 1 шт.
 - привод 1 шт.
 - блок установки детекторов..... 1 шт.
2. Паспорт НПОК012.00.00.000 ПС..... 1 шт.
3. Руководство по эксплуатации НПОК012.00.00.000 РЭ..... 1 шт.
4. Свидетельство о поверке..... 1 шт.

ПОВЕРКА

Поверка осуществляется в соответствии с разделом «Методика поверки» руководства по эксплуатации НПОК.012.00.00.000 РЭ, согласованным ФГУП «ВНИИФТРИ» 14.12.2007 г.

Межповерочный интервал – два год.

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}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_а-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

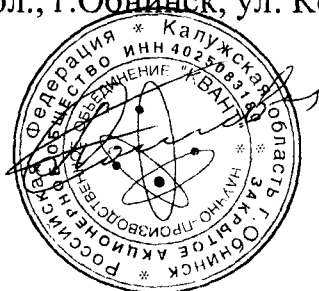
Тип установки измерения выгорания ядерного топлива отработавших тепловыделяющих сборок МКС-01 РБМК утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации.

Изготовитель: ЗАО НПО «КВАНТ»

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

Тел. (48439) 98161.

Генеральный директор
ЗАО НПО «КВАНТ»



А.И.Сомов