

## 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 <b>МКС-01 ВВЭР</b>	Внесен в Государственный Реестр средств измерений Регистрационный № <u>37387-08</u> Взамен № _____
--	--

Выпускается по техническим условиям НПОК.011.00.00.000 ТУ.

### НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

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

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 ВВЭР выполняются в соответствии с документом «Методика выполнения измерений выгорания ядерного топлива отработавших тепловыделяющих сборок ВВЭР с помощью установки МКС-01 ВВЭР. МВ 06-2007» (свидетельство об аттестации № 001-142-2008) 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 в диапазоне 10-70 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 по соотношению активностей радиоизотопов  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в ОТВС в диапазоне 5-70 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 ОТВС в диапазоне 5-70 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 свинцовом коллиматоре для уменьшения дозовой нагрузки от гамма-излучения на детектор 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 блок установки детекторов и противовес. С помощью перегрузочной машины ОТВС перемещаются вдоль блоков детектирования непрерывно с заданной скоростью или с остановками в фиксированных точках для проведения измерений. Перемещение ОТВС осуществляется по сигналу с блока управления и обработки данных установки.

В состав электронного модуля, располагаемого в помещении реакторного отделения (РО) 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  
с концентрацией  
борной кислоты от 12 до 26 г/кг
- 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 70 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.

### Канал регистрации гамма-излучения спектрометрический

Диапазон измерения выгорания	от 5 до 70 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 нагрузка	10 <sup>4</sup> имп./с.
Диапазон мощности поглощенной дозы гамма-излучения с энергией 0.662 МэВ при максимальной входной статистической нагрузке	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 %.

Канал регистрации гамма-излучения дозиметрический

Диапазон измерения выгорания	от 5 до 70 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 %.

Общие технические характеристики

Время установления рабочего режима УИВ, не более	30 мин.
Характеристики сети переменного тока, обеспечивающей питание УИВ	(50±3) Гц, (220±22) В.
Потребляемая мощность, не более	1000 В·А.
Габаритные размеры блока установки детекторов и противовеса:	
– длина	1300 мм;
– ширина	440 мм;
– высота	908 мм.
Габаритные размеры электронного модуля:	
– длина	560 мм;
– ширина	600 мм;
– высота	2030 мм;
Масса механической части, не более	160 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 ВВЭР. Способ нанесения – в соответствии с технологией предприятия-изготовителя.

### КОМПЛЕКТНОСТЬ

- 1 Установка измерения выгорания ядерного топлива отработавших тепловыделяющих сборок МКС-01 ВВЭР в составе:
- блок детектирования нейтронного излучения ..... 2 шт.
  - блок детектирования гамма-излучения:
    - спектрометрический ..... 2 шт.
    - дозиметрический ..... 2 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:
- блок установки детекторов..... 1 шт.
  - противовес..... 1 шт.
- 2 Паспорт НПОК011.00.00.000 ПС ..... 1 шт.
- 3 Руководство по эксплуатации НПОК011.00.00.000 РЭ..... 1 шт.
- 4 Свидетельство о поверке.....1 шт.

### ПОВЕРКА

Поверка осуществляется в соответствии с разделом «Методика поверки» руководства по эксплуатации НПОК.011.00.00.000 РЭ, согласованным ФГУП «ВНИИФТРИ» 14.12.2007 г.

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.

Межповерочный интервал – два года.

## 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

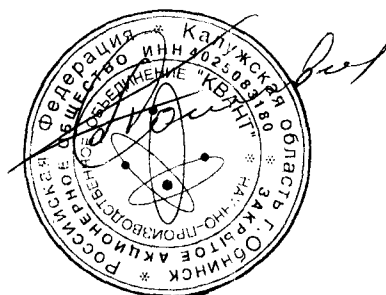
## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип установки измерения выгорания ядерного топлива отработавших тепловыделяющих сборок МКС-01 ВВЭР 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