

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Установки измерения выгорания и количества ядерных материалов в пенах с отработавшим ядерным топливом АМБ МКС-01 АМБ

Назначение средства измерений

Установка измерения выгорания и количества ядерных материалов в пенах с отработавшим ядерным топливом АМБ МКС-01 АМБ (далее – установка) предназначена для измерения выгорания и количества ядерных материалов (ЯМ) в пенах с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ), образующимся при разделке отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) реакторов АМБ, и измерения количества ЯМ в фильтрах с твердыми радиоактивными отходами (ТРО) и просыпями ОЯТ в условиях Белоярской АЭС.

Описание средства измерений

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.

Контролируемыми ЯМ в ОЯТ, ТРО и просыпях ОЯТ являются изотопы урана и плутония.

Измерение выгорания ядерного топлива и количества ЯМ в пенах с ОЯТ осуществляется посредством измерений скорости счета каналов регистрации нейтронного излучения, пропорциональной плотности потока собственного нейтронного излучения от накопившихся в ОЯТ актиноидов.

Измерение количества ядерного топлива в фильтрах с ТРО и просыпями ОЯТ осуществляется посредством измерений скорости счета каналов регистрации нейтронного излучения, пропорциональной плотности потока собственного нейтронного излучения от накопившихся в ОЯТ актиноидов, мощности дозы гамма-излучения, спектров гамма-излучения.

Установка включает в себя каналы регистрации нейтронного излучения, каналы регистрации гамма-излучения спектрометрические, каналы регистрации гамма-излучения дозиметрические, электронный модуль и комплект монтажных частей (механическую часть).

В каналах регистрации нейтронного излучения используются счетчики типа СНМ-18. Блок детектирования нейтронного излучения (БДН) размещен в свинцовой защите для уменьшения дозовой нагрузки от гамма-излучения на счетчики и предусилитель. БДН размещен в полиэтиленовой защите для увеличения эффективности регистрации нейтронного излучения. Один БДН обеспечивает просмотр верхней либо нижней половины выемной части, содержащей фрагменты твэлов АМБ, или фильтров с ТРО и просыпями ОЯТ.

В каналах регистрации гамма-излучения спектрометрических используются CdZnTe-детекторы. Блоки детектирования гамма-излучения спектрометрические (БДС) размещены в свинцовой защите для уменьшения дозовой нагрузки от гамма-излучения на детектор и предусилитель. На уровне эффективного центра детектора в защите находится коллиматор, обеспечивающий «просмотр» трети фильтра с ТРО и просыпями ОЯТ.

В каналах регистрации гамма-излучения дозиметрических используются блоки детектирования дозиметрические (БДД) на основе алмазного детектора типа ПДПС для измерения мощности поглощенной дозы гамма-излучения. На уровне эффективного центра

детектора в защите находится коллиматор, обеспечивающий «просмотр» трети фильтра с ТРО и просыпями ОЯТ.

Механическая часть предназначена для размещения блоков детектирования нейтронного и гамма-излучения для проведения измерений с пенами с ОЯТ АМБ и фильтрами с ТРО и просыпями ОЯТ. Центральная несущая конструкция (ЦНК) механической части выполнена в виде цилиндрической конструкции, окруженной слоем борированного полиэтилена для уменьшения фонового нейтронного излучения. В ЦНК размещаются свинцовая и полиэтиленовая защита БДН и свинцовые коллиматоры БДД и БДС. ЦНК накрывается крышкой из борированного полиэтилена для защиты БДН от фонового нейтронного излучения. Блоки детектирования расположены в ЦНК параллельно оси исследуемых выемных частей и фильтров.

БДН, БДС и БДД входят в состав блока детекторов (БД), который устанавливается на защитном цилиндре координатно-наводящего устройства (КНУ) в защитном корпусе блока детекторов. БД содержит элементы для его захвата и съема с защитного цилиндра координатно-наводящего устройства (КНУ) для проведения ремонта или поверки блоков детектирования.

С помощью грузоподъемного механизма пенал с выемными частями с ОЯТ АМБ или фильтрами с ТРО и просыпями ОЯТ помещается внутри БД. Высота БД позволяет проводить измерения характеристик одновременно одной выемной части или одного фильтра. Перемещение пенала, в котором размещаются 3 выемные части или 3 фильтра, осуществляется по сигналу оператора установки измерения.

В состав электронного модуля, соединенного с блоками детектирования кабельными линиями связи, входит набор электронных блоков для обеспечения работы блоков детектирования и обработки данных.

Установка имеет следующие средства ограничения от несанкционированного доступа:

- защитные наклейки и замки шкафа, в котором размещается оборудование блока вторичной аппаратуры и блока управления установкой;
- пломбы на корпусе персонального компьютера;
- замок на лицевой панели персонального компьютера, препятствующий несанкционированному включению компьютера и подключению внешних устройств хранения информации.

Программное обеспечение FLAME-AMB обеспечивает функционирование установки:

- градуировку, проверку и поверку каналов регистрации нейтронного и гамма-излучения установки;
- измерения скорости счета импульсов каналами регистрации нейтронного излучения, мощности дозы и энергетических спектров гамма-излучения;
- вычисление выгорания и количества ядерных материалов (ЯМ) в пенах с ОЯТ, вычисление количества ЯМ в фильтрах с ТРО и просыпями ОЯТ;
- связь с установкой МКС-02 АМБ и базой данных системы учета и контроля ЯМ.

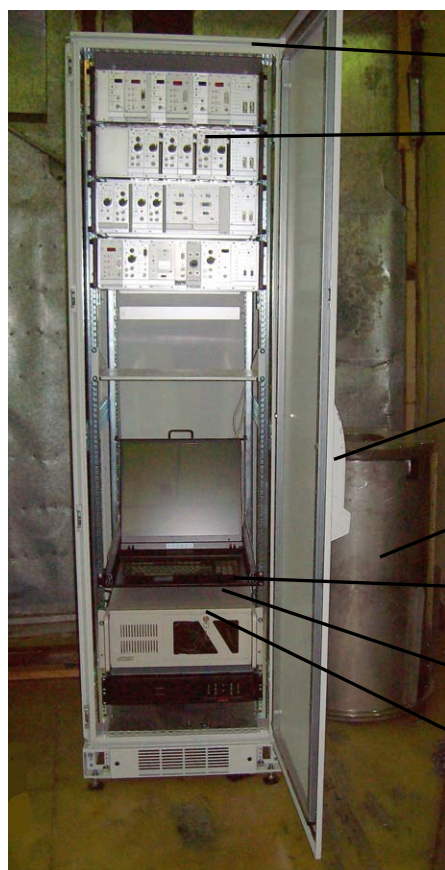
Программное обеспечение FLAME-AMB состоит из следующих функциональных блоков:

- Flame-amb.exe – основного исполняемого модуля;
- AsTract.dll – модуля управления блоками детектирования нейтронного и гамма-излучения, аналого-цифровыми преобразователями АЦП-1к-В8 и счетчиками-интенсиметрами СЧМ-32;
- DirectUse.dll – модуля для обеспечения интерфейса с пользователем и связи с модулем AsTract и другими блоками установки;
- done.mdb – база данных.

Программное обеспечение FLAME-AMB не влияет на метрологические характеристики установки, имеет уровень защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений А.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
FLAME-AMB	flame-amb	1.0.0.0	B5A37236D96-D7895B80753524-F9B6D7FCCA00AAE	SHA-1



Шкаф для размещения электронных блоков

Блок вторичной аппаратуры

Замок шкафа, защитная наклейка

Блоки детектирования нейтронного и гамма-излучения

Пломба на корпусе персонального компьютера

Блок управления и обработки данных

Замок на лицевой панели персонального компьютера

Метрологические и технические характеристики

- диапазон измерений выгорания ОЯТ в пенах, МВт·сут/кг. от 1 до 45
- пределы допускаемой относительной погрешности измерения выгорания ОЯТ в пенах, % 10
- диапазон измерения массы урана-238 в пенах с ОЯТ, кг от 9 до 90
- пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения массы урана-238 в пенах с ОЯТ, кг ± 1
- пределы допускаемой относительной погрешности измерения масс изотопов урана и плутония (кроме урана-238) в пенах с ОЯТ, % ± 15

- минимальная контролируемая масса ЯМ в фильтрах с ТРО и просыпями ОЯТ, г
 - при выгорании ОЯТ 1 МВт·сут/кг 5
 - при выгорании ОЯТ 45 МВт·сут/кг 0,1
- пределы допускаемой относительной погрешности измерения минимальной и максимальной массы изотопов урана и плутония в фильтрах с ТРО и просыпями ОЯТ, % ± 25
- время измерения выгорания и количества ЯМ в одной выемной части с ОЯТ, мин. от 5 до 30
- время измерения количества ЯМ в фильтре с ТРО и просыпями ОЯТ, мин. от 5 до 30
- время установления рабочего режима установки измерения, мин., не более 30
- характеристики сети питания установки
 - напряжение, В от 198 до 242
 - частота, Гц от 47 до 53
- потребляемая мощность, В·А, не более 1000
- габаритные размеры блока установки детекторов, мм:
 - диаметр 660
 - высота 990
- габаритные размеры модуля электронного, мм:
 - длина 560
 - ширина 800
 - высота 2030
- масса блока установки детекторов, кг, не более 500
- масса электронного модуля, кг, не более 120
- средняя наработка на отказ, ч., не менее 5000

Канал регистрации нейтронного излучения

- диапазон измерения масс изотопов урана и плутония в фильтрах с ТРО и просыпями ОЯТ, кг
 - при выгорании ОЯТ 1 МВт·сут/кг..... от $2 \cdot 10^{-3}$ до 50
 - при выгорании ОЯТ 45 МВт·сут/кг..... от 5 до 50
- диапазон чувствительности детектора для энергии нейтронов, выходящих из водородосодержащего замедлителя вспомогательного устройства ВУ-3 с источником типа ИБН в центре, имп./нейтр. от $0,2 \cdot 10^{-3}$ до $1,0 \cdot 10^{-3}$
- пределы допускаемой относительной погрешности чувствительности детектора для энергии нейтронов, выходящих из водородосодержащего замедлителя вспомогательного устройства ВУ-3 с источником типа ИБН в центре, % ± 10

Канал регистрации гамма-излучения спектрометрический

- диапазон измерения масс изотопов урана и плутония в фильтрах с ТРО и просыпями ОЯТ, кг
 - при выгорании ОЯТ 1 МВт·сут/кг..... от $5 \cdot 10^{-3}$ до 2
 - при выгорании ОЯТ 45 МВт·сут/кг..... от 10^{-4} до $2 \cdot 10^{-2}$
- диапазон контролируемой суммарной массы ЯМ в корзинах и емкостях с ТРО, кг
 - при выгорании ОЯТ 1 МВт·сут/кг..... от 10^{-2} до 5
 - при выгорании ОЯТ 45 МВт·сут/кг..... от $2 \cdot 10^{-4}$ до $5 \cdot 10^{-2}$
- энергетический диапазон регистрируемого гамма-излучения, МэВ от 0,05 до 1,0

- абсолютное энергетическое разрешение:
 - при энергии гамма-излучения $E=60$ кэВ, кэВ 15
 - при энергии гамма-излучения $E=662$ кэВ, кэВ 20
- максимальная входная статистическая загрузка, имп./с 10^4
- диапазон чувствительности детектора к гамма-излучению источника ^{241}Am типа ОСГИ при размещении источника и детектора во вспомогательном устройстве ВУ-4, имп./Бк от $1 \cdot 10^{-5}$ до $5 \cdot 10^{-5}$
- пределы допускаемой относительной погрешности чувствительности к гамма-излучению, % ± 10

Канал регистрации гамма-излучения дозиметрический

- диапазон измерения масс изотопов урана и плутония в фильтрах с ТРО и просыпями ОЯТ, кг
 - при выгорании ОЯТ 1 МВт-сут/кг от 2 до 50
 - при выгорании ОЯТ 45 МВт-сут/кг от $2 \cdot 10^{-2}$ до 50
- диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения, МэВ от 0,08 до 25
- диапазон измерения мощности поглощенной дозы гамма-излучения, Гр/с от $2 \cdot 10^{-4}$ до 0,2
- пределы допускаемой относительной погрешности измерения мощности поглощенной дозы гамма-излучения, % ± 5

Рабочие условия эксплуатации установки:

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

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульный лист руководства по эксплуатации НПОК017.00.00.000РЭ типографским или иным способом и на переднюю панель модуля электронного по технологии предприятия-изготовителя.

Комплектность средства измерений

1. Установка в составе:

- блок детектирования нейтронного излучения 6 шт.
- блок детектирования гамма-излучения:
 - спектрометрический 9 шт.
 - дозиметрический 9 шт.
- модуль электронный 1 компл.
- комплект монтажных частей (механическая часть) 1 компл.
- вспомогательные устройства ВУ-1 и ВУ-2 для проверки и поверки каналов регистрации нейтронного и гамма-излучения 1 компл.
- стенд для ремонта, наладки БД 1 компл.
- комплект ЗИП 1 компл.

Состав модуля электронного установки измерения:

- блок вторичной аппаратуры (БВА) 1 компл.
- блок управления и обработки данных (БУ) 1 компл.

Состав комплекта монтажных частей установки измерения:

- центральная несущая конструкция со слоем защиты из борированного полиэтилена 1 шт.
- свинцовая и полиэтиленовая защита БДН 3 шт.

- свинцовый коллиматор БДС и БДД 9 шт.
- кабельный шлейф от разъема РП 14 до блоков детектирования нейтронного и гамма-излучения 4 компл.
- крышка из борированного полиэтилена 1 шт.
- 2. Руководство по эксплуатации НПОК017.00.00.000 РЭ 1 шт.
- 3. Методика поверки 1 шт.
- 4. Методика выполнения измерений МВ-09-2009 1 шт.

Поверка

осуществляется в соответствии с документом «Установка измерения выгорания и количества ядерных материалов в пенах с отработавшим ядерным топливом АМБ МКС-01 АМБ. Методика поверки» разработанной изготовителем и утвержденной руководителем ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИФТРИ».

Для поверки используются:

1. Источник быстрых нейтронов типа ИБН с потоком нейтронов не менее $5 \cdot 10^5$ нейтр./с, пределы допускаемой относительной погрешности потока нейтронов ± 5 % при доверительной вероятности 0.95 (аттестованный в установленном порядке).
2. Источник гамма-излучения ^{241}Am типа ОСГИ с активностью не менее 10^5 Бк, пределы допускаемой относительной погрешности активности ± 3 % при доверительной вероятности 0.95 (аттестованный в установленном порядке).
3. Дозиметр ДКД-02-«ИФТП» на основе алмазного детектора, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности поглощенной дозы гамма-излучения ± 5 % при доверительной вероятности 0,95, поверенный в установленном порядке.

Сведения о методиках (методах) измерений

Измерения производятся согласно «Методике выполнения измерений выгорания и количества ядерных материалов в пенах с отработавшим ядерным топливом АМБ. МВ-09.2009». Свидетельство об аттестации 176-01.00294-2010 от 10.11.2010, Регистрационный код методики измерений по Федеральному реестру ФР.1.38.2010.008827.

Нормативные документы, устанавливающие требования к установке измерения выгорания и количества ядерных материалов в пенах с отработавшим ядерным топливом АМБ МКС-01 АМБ

1. ГОСТ 27451-87. «Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия».
2. ГОСТ 29075-91. «Система ядерного приборостроения для атомных станций. Общие требования».
3. ГОСТ 8.105-80. «Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений плотности потока и флюенса нейтронов на ядерно-физических установках».
4. «Методика выполнения измерений выгорания и количества ядерных материалов в пенах с отработавшим ядерным топливом АМБ. МВ-09.2009». Регистрационный код методики измерений по Федеральному реестру ФР.1.38.2010.08827.
5. «Методика выполнения измерений при контроле ядерных материалов в твердых радиоактивных отходах, образующихся при разделке отработавших тепловыделяющих сборок реакторов АМБ. МКАМ-01.2009». Регистрационный код методики измерений по Федеральному реестру ФР.1.34.2010.08828.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Рекомендуемые области применения в соответствии с частью 3 ФЗ-102 «Об обеспечении единства измерений»:

- осуществление производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта;
- выполнение государственных учетных операций;
- осуществление мероприятий государственного контроля (надзора).

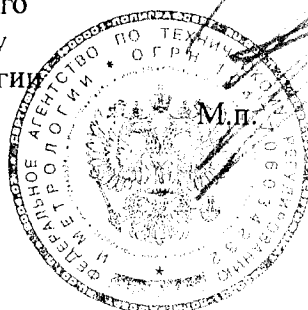
Изготовитель

Закрытое акционерное общество Научно-производственное объединение «КВАНТ».
Адрес: 249035, Калужская обл., г. Обнинск, ул. Королева, д.6, оф. 225
Тел. (48439) 53814, 98161.

Испытательный центр

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИФТРИ»,
Регистрационный номер 300002-08
141570, п/о Менделеево, Солнечногорский р-н, Московская область
Тел. 535-93-45, факс 535-93-87, E-mail: office@vniiftri.ru

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии



В.Н. Крутиков

«05» 05 2011 г.