

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Установки контроля ядерных материалов в твердых радиоактивных отходах при разделке ОТВС АМБ Белоярской АЭС МКС-02 АМБ

Назначение средства измерений

Установка контроля ядерных материалов в твердых радиоактивных отходах при разделке отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) АМБ Белоярской АЭС МКС-02 АМБ (далее – установка) предназначена для измерения количества ядерных материалов (ЯМ) пассивными методами в твердых радиоактивных отходах (ТРО), образующихся при разделке ОТВС АМБ Белоярской АЭС.

Описание средства измерений

Измерения количества ЯМ (массы изотопов урана и плутония) в корзинах и емкостях с ТРО 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. БДН в свинцовой защите работает при мощности поглощенной дозы гамма-излучения до 10^2 Гр/ч. Один БДН обеспечивает «просмотр» емкости ТРО или одной 4второй корзины ТРО

В каналах регистрации гамма-излучения спектрометрических (БДС) используются CdZnTe-детекторы. Блок детектирования гамма-излучения спектрометрический размещен в свинцовой защите для уменьшения дозовой нагрузки от гамма-излучения на датчик и предусилитель. На уровне эффективного центра детектора в защите находится коллиматор, обеспечивающий «просмотр» емкости ТРО или одной второй корзины ТРО.

В каналах регистрации гамма-излучения дозиметрических используются блоки детектирования гамма-излучения дозиметрические (БДД) на основе алмазного детектора типа ПДПС для измерения мощности поглощенной дозы. На уровне эффективного центра детектора в защите находится коллиматор, обеспечивающий «просмотр» емкости ТРО или одной второй корзины ТРО.

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 центральной несущей конструкции размещаются свинцовая и полиэтиленовая защита БДН и свинцовые коллиматоры БДД и БДС.

Центральная несущая конструкция накрывается крышкой из борированного полиэтилена для защиты БДН от фонового нейтронного излучения. Блоки детектирования каналов регистрации расположены в центральной несущей конструкции параллельно оси исследуемых корзин и емкостей ТРО.

БДН, БДС и БДД входят в состав блока детекторов (БД), который устанавливается на тележке периметра корзины ТРО рядом с узлом разделки ОТВС АМБ. БД содержит элементы для его захвата и съема с места установки для проведения ремонта или проверки блоков детектирования.

С помощью грузоподъемного механизма (ГПМ) корзина или емкость ТРО размещается внутри БД для проведения измерений. Высота БД позволяет проводить контроль ЯМ в ТРО сразу от всей корзины или емкости ТРО. Перемещение корзины или емкости ТРО 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 установки;
- пломбы на корпусе персонального компьютера;
- замок на лицевой панели персонального компьютера, препятствующий несанкционированному включению компьютера и подключению внешних устройств хранения информации.

Программное обеспечение FLAME-TRO-АМБ 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 количества ЯМ в корзинах и емкостях ТРО, связь с установкой МКС-01 АМБ и базой данных системы учета и контроля ЯМ.

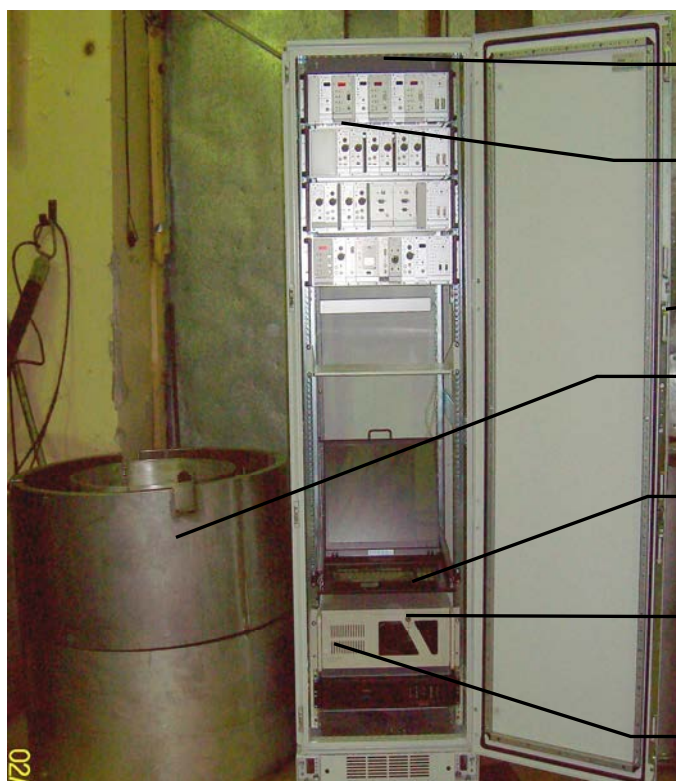
Программное обеспечение FLAME-TRO-AMB состоит из следующих функциональных блоков:

- Flame-tro-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 – базы данных.

Программное обеспечение FLAME-TRO-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-TRO-AMB	flame-tro-amb	1.0.0.0	4D6116B3F10-A248EEE07-DE7285F51B-A6D8CA60DF	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

Замок на лицевой панели персонального компьютера

Блок управления и обработки данных

Метрологические и технические характеристики

- пределы допускаемой относительной погрешности измерения минимальной и максимальной массы изотопов урана и плутония в емкостях и корзинах с ТРО, % ± 25
- время измерения при использовании различных каналов регистрации излучения, мин от 5 до 30
- габаритные размеры
 - БД ($\varnothing \times h$), мм 990x990
 - блока вторичной электронной аппаратуры (БВА) и блока управления и обработки данных (БУ), мм 560x800x2030
- масса БД, кг, не более 800
- масса электронного модуля, кг, не более 120
- время установления рабочего режима установки, 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
- средняя наработка на отказ, ч., не менее 5000

Канал регистрации нейтронного излучения

- диапазон измерения масс изотопов урана и плутония в емкостях и корзинах с ТРО, кг
 - при выгорании ОЯТ 1 МВт·сут/кг от $5 \cdot 10^{-3}$ 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
- мощность поглощенной дозы сопутствующего гамма-излучения, Гр/ч, не более 10²

Канал регистрации гамма-излучения спектрометрический

- диапазон измерения масс изотопов урана и плутония в емкостях и корзинах с ТРО, кг
 - при выгорании ОЯТ 1 МВт·сут/кг..... от 10⁻² до 5
 - при выгорании ОЯТ 45 МВт·сут/кг..... от 2·10⁻⁴ до 5·10⁻²
- энергетический диапазон регистрируемого гамма-излучения, МэВ 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 10⁴
- диапазон чувствительности детектора к гамма-излучению источника ²⁴¹Am типа ОСГИ при размещении источника и детектора во вспомогательном устройстве ВУ-4, имп./Бк от 1·10⁻⁵ до 5·10⁻⁵
- пределы допускаемой относительной погрешности чувствительности к гамма-излучению, % ±10

Канал регистрации гамма-излучения дозиметрический

- диапазон измерения масс изотопов урана и плутония в емкостях и корзинах с ТРО, кг
 - при выгорании ОЯТ 1 МВт·сут/кг от 5 до 50
 - при выгорании ОЯТ 45 МВт·сут/кг от 5·10⁻² до 50
- диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения, МэВ от 0,08 до 25
- диапазон измерения мощности поглощенной дозы гамма- излучения, Гр/с от 2·10⁻⁴ 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 НПОК018.00.00.000РЭ 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 8 шт.

– блок детектирования гамма-излучения:	
спектрометрический	8 шт.
дозиметрический	8 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.
Состав модуля электронного установки:	
– 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	4 шт.
– свинцовый коллиматор БДС и БДД	8 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 НПОК018.00.00.000 РЭ	1 шт.
3. Методика поверки	1 шт.
4. Методика выполнения измерений МКЯМ-01.2009	1 шт.

Поверка

осуществляется в соответствии с документом «Установка контроля ядерных материалов в твердых радиоактивных отходах при разделке отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) АМБ Белоярской АЭС МКС-02 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 $\pm 5\%$ 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 $\pm 3\%$ 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 $\pm 5\%$ 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 контроля ядерных материалов в твердых радиоактивных отходах при разделке отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) АМБ Белоярской АЭС МКС-02 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 при контроле ядерных материалов в твердых радиоактивных отходах, образующихся при разделке отработавших тепловыделяющих сборок реакторов АМБ. МКЯМ-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:

- 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.