

Акционерное общество  
«Российский концерн по производству электрической  
и тепловой энергии на атомных станциях»

(АО «Концерн Росэнергоатом»)

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заместитель Генерального директора –  
директор по производству и  
эксплуатации АЭС**

\_\_\_\_\_ **А.А. Дементьев**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **2018**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОГО КОЛИЧЕСТВА  
ФИЛЬТРОЦИКЛОВ И ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО СРОКА  
СЛУЖБЫ ФИЛЬТРУЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА ФИЛЬТРОВ  
АДСОРБЕРОВ СИСТЕМЫ СПЕЦГАЗООЧИСТКИ**

**МЕТОДИКА**

**МТ 1.1.4.02.002.1417-2018**

С [изменением № 1](#) –приказ АО «Концерн Росэнергоатом» от 18.05.2018 № 9/583-П

## **Предисловие**

- 1 РАЗРАБОТАНА АО «ГНЦ РФ - ФЭИ».
- 2 ВНЕСЕНА Департаментом инженерной поддержки.
- 3 ВВЕДЕНА В ДЕЙСТВИЕ приказом АО «Концерн Росэнергоатом» от 20.01.2018 № 9/85-П
- 4 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ.

## Содержание

1	Область применения.....	1
2	Нормативные ссылки.....	1
3	Термины и определения.....	2
4	Сокращения .....	3
5	Общие положения.....	5
6	Метод измерений.....	6
6.1	Методика измерения остаточной ёмкости сорбентов фильтрующего элемента фильтров-адсорберов системы СГО.....	6
6.2	Средства измерений, вспомогательные устройства и материалы.....	8
6.3	Требования к условиям измерений.....	13
6.4	Требования к квалификации персонала.....	14
6.5	Требования по безопасности и охрана окружающей среды .....	14
6.6	Подготовка к выполнению измерений и выполнение измерений.....	14
6.7	Обработка результатов измерений.....	18
6.8	Оформление результатов измерений, анализ достаточности полученных данных. Организация дополнительного отбора проб сорбента из фильтра-адсорбера системы СГО и проведение измерения сорбционной ёмкости дополнительно отобранных проб (при необходимости).....	21
6.9	Требования к показателям точности измерений.....	23
6.10	Внутренний контроль качества измерений.....	23
7	Оценка остаточной ёмкости сорбента фильтра-адсорбера системы СГО.	24
8	Оценка остаточного срока службы фильтрующего элемента фильтра- адсорбера системы СГО и допустимого количества фильтроциклов.....	27
8.1	Оценка остаточного срока службы фильтрующего элемента фильтра-адсорбера системы СГО.....	27
8.2	Оценка допустимого количества фильтроциклов фильтрующего элемента фильтра-адсорбера системы СГО.....	30

Приложение А (обязательное). Определение остаточной сорбционной ёмкости пробы сорбента.....	31
Приложение Б (справочное). Зависимость остаточной сорбционной ёмкости пробы сорбента по метилйодиду от времени.....	33
Приложение В (обязательное). Остаточная сорбционная ёмкость сорбента фильтра-адсорбера системы СГО.....	34
Приложение Г (обязательное). Графики зависимости сорбционной (остаточной) ёмкости сорбента фильтра-адсорбера системы СГО .....	35
Приложение Д (обязательное). Результаты оценки остаточной ёмкости сорбента фильтра-адсорбера системы СГО.....	37
Приложение Е (обязательное). Зависимость сорбционной ёмкости сорбента фильтра-адсорбера системы СГО .....	39
Приложение Ж (справочное). Соотношение коэффициентов очистки к нормируемому значению с определением остаточного срока службы фильтрующего элемента.....	40
<i>Приложение И (обязательное) Проверка эффективности очистки технологических сдувок системы СГО (Дополнение <a href="#">изм.1</a>)</i>	41
Библиография.....	

## **Введение**

Настоящая Методика предназначена для определения остаточной сорбционной ёмкости фильтрующего элемента фильтра-адсорбера системы СГО при продлении срока эксплуатации энергоблоков АЭС с реакторами ВВЭР в соответствии с требованиями НП-017-2000.

Методика является составной частью методического обеспечения эксплуатации систем СГО и разработана в целях обеспечения безопасности атомных станций.

Методика разработана в соответствии с требованиями нормативных документов, регламентирующих порядок построения, содержания и изложения методик выполнения измерений (ГОСТ 8.563 и ОСТ 95 10351-2000).

---

## **Определение допустимого количества фильтроциклов и оценка остаточного срока службы фильтрующего элемента фильтров-адсорберов системы спецгазоочистки. Методика**

---

|Дата введения –

### **1 Область применения**

Настоящий документ (далее - Методика) устанавливает совокупность операций и правил выполнения измерений при определении остаточной сорбционной ёмкости фильтрующего элемента фильтра-адсорбера системы СГО при продлении срока эксплуатации энергоблоков АЭС с реакторами ВВЭР в соответствии с требованиями НП-017-2000.

Методика устанавливает требования к методам, средствам измерения и последовательности действий при выполнении измерений, обработки и оформления результатов измерений по параметру остаточной сорбционной ёмкости фильтра-адсорбера системы СГО.

### **2 Нормативные ссылки**

В настоящей Методике использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

НП-017-2000 Основные требования к продлению срока эксплуатации блоков атомной станций

НП-001-15 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций

НП-021-15 Обращение с газообразными радиоактивными отходами.  
Требования безопасности

СанПиН 2.6.1.24-03 Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-03)

СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)

СП 2.6.1.2612-10 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ Р 8.563-2009 ГСИ. Методики (методы) измерений

ОСТ 95 10351-2001 Общие требования к методикам выполнения измерений

ОСТ 95 10353-2008 Алгоритмы оценки метрологических характеристик при аттестации методик выполнения измерений

ОСТ 95 10289-2005 Внутренний контроль качества измерений.

### **3 Термины и определения**

В настоящей Методике применены следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 адсорбент:** Высокодисперсные природные или искусственные материалы с большой удельной поверхностью, на которой происходит адсорбция веществ из соприкасающихся с ней газов или жидкостей.

**3.2 адсорбер:** Устройство или сосуд, содержащий адсорбент.

**3.3 активированный уголь:** Адсорбент пористой структуры, возникающий в результате карбонизации органического материала и обработанный контролируемым окислением для повышения его микропористости, состоящий в основном из элементарного угля пористой структуры.

**3.4 газообразные радиоактивные отходы:** Не подлежащие дальнейшему использованию воздух или газы, которые содержат радионуклиды в концентрациях или активностях выше, чем разрешенный уровень, установленный регулирующими документами.

**3.5 защитное действие:** Измерение времени адсорбции углем определенного газа до начала пропускания минимальных концентраций газа слоем активированного угля.

**3.6 импрегнирование угля:** Пропитка угля различными химическими веществами.

**3.7 контроль пробы:** Способ получения информации о контролируемом параметре, при котором в установленном порядке производится отбор, подготовка пробы и ее измерение.

**3.8 контрольная точка:** Участок объекта контроля, для измерений в ней контролируемых параметров непосредственно или посредством взятия проб.

**3.9 методика (метод) измерений:** Совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности.

**3.10 навеска (аликвота)** - часть пробы, используемая при выполнении одного определения.

**3.11 номинальный расход газа:** Объем газа, проходящего через фильтр в единицу времени, при котором выполняются испытания фильтра.

**3.12 остаточная сорбционная ёмкость:** Количество поглощенного газа или пара, находящегося в равновесии с адсорбентом, и установленное по привесу адсорбента (весовой метод) для частично использованного сорбента. Выражается в граммах поглощенного газа на грамм сорбента, г/г.

**3.13 проба:** Часть анализируемого объекта, отобранная для проведения измерений(анализа).

**3.14 проскок:** Протечка газа через сорбент между точками отбора по потоку очищаемого газа

**3.15 рабочий цикл:** Период времени работы адсорбера (или сорбента).

**3.16 система очистки радиоактивного газа:** Система, предназначенная для удаления радиоактивных примесей в виде газов или радиоактивных частиц (аэрозолей) из газового потока с давлением, приближающемся к атмосферному, не изменяя существенно физических свойств транспортирующих инертных газов. Такая система состоит из адсорберов, загруженных активированным углем.

**3.17 сорбционная ёмкость:** Количество поглощенного газа или пара, находящегося в равновесии с адсорбентом и установленное по привесу адсорбента (весовой метод). Выражается в граммах поглощенного газа на грамм сорбента, г/г.

**3.18 фильтроцикл фильтра-адсорбера:** Технологический процесс, протекающий во времени от момента включения фильтра-адсорбера в работу до его готовности к очередному включению в работу. Технологический процесс включает



в себя: период работы фильтра, т.е. время накопления радиоактивных газов в процессе прокачки через него сдувок и временную выдержку фильтра, обусловленную периодом полураспада сорбированных радионуклидов.

## 4 Сокращения

В настоящей Методике приняты следующие сокращения:

АС	-	атомная станция
АЭС	-	атомная электрическая станция
ВВЭР	-	водо-водяной энергетический реактор
ДЖН	-	долгоживущие нуклиды
ИРГ	-	инертные радиоактивные газы
ОК	-	образцы контроля
ППР	-	планово-предупредительные ремонт
СГО	-	спецгазоочистка
СО	-	стандартные образцы
ТОиР	-	техническое обслуживание и реконструкция
ЭО	-	эксплуатирующая организация

## 5 Общие положения

5.1 Система спецгазоочистки (СГО) предназначена для очистки радиоактивных технологических газовых сдувок оборудования АС при различных режимах эксплуатации энергоблоков. СГО обеспечивает очистку инертных радиоактивных газов (ИРГ), аэрозолей и радиоактивного йода-131. Основное оборудование СГО: самоочищающиеся фильтры, цеолитовые фильтры и фильтры-адсорберы.

Самоочищающиеся фильтры предназначены для удаления капельной влаги из очищаемого газового потока («грубой» осушки), а так же для очистки радиоактивных технологических газовых сдувок от аэрозолей.

Цеолитовые фильтры предназначены для «тонкой» осушки газовых сдувок за счет адсорбции влаги цеолитом.

Фильтры-адсорберы являются главным элементом установки СГО, где происходит высокоэффективная очистка газа от изотопов радиоактивных инертных газов (ксенон, криптон) и радиоактивных изотопов йода методом сорбции и выдержки на активированном угле.

*5.2 Согласно требованиям нормативных документов НП-021 и СанПиН 2.6.1.24 в процессе эксплуатации оборудования систем СГО должен осуществляться контроль состояния оборудования и периодическая проверка эффективности очистки технологических сдувок системы СГО от ИРГ и йода-131 с определением коэффициента очистки с целью не превышения контрольных уровней выбросов радиоактивных веществ. Для контроля эффективности очистки технологических сдувок системы СГО от ИРГ и йода-131 на энергоблоках АЭС с периодичностью один раз в три месяца, а также после окончания технического обслуживания и реконструкции (ТОиР), должны выполняться работы по программе «Проверки эффективности очистки технологических сдувок системы СГО» в соответствии с Приложением И. Целью проверки является определение соответствия характеристик оборудования установки спецгазоочистки проектным требованиям (см. рисунок Ж.1, приложение Ж).*

*5.3 Коэффициент очистки определяется по показаниям датчиков системы АКРБ (аппаратура контроля радиационной безопасности) и по данным спектрометрического анализа проб газа до и после установки.*

*Результаты измерений и определения коэффициентов очистки технологических сдувок системы СГО от ИРГ и йода-131, полученные при выполнении работ по программе «Проверка эффективности очистки технологических сдувок системы СГО», используются для анализа изменения во времени коэффициентов очистки сдувок от радиоактивных газов на оборудовании системы СГО и также используются для оценки остаточного ресурса фильтрующего элемента фильтра-адсорбера СГО. (Новая ред. [изм.1](#))*

5.4 Степень очистки при нормальной эксплуатации должна исключать превышение контрольного уровня нормативов выбросов радиоактивных веществ, установленных действующими нормативными документами.

5.5 Нормируемое значение коэффициента очистки СГО установлено проектной организацией и составляет не менее 100.

## **6 Метод измерений**

### **6.1 Методика измерения остаточной ёмкости сорбентов фильтрующего элемента фильтров-адсорберов системы СГО**

Данная Методика устанавливает следующие этапы работ:

- отбор проб сорбента из фильтра-адсорбера системы СГО по тракту очистки сдувок.
- определение сорбционной ёмкости отобранных проб сорбента из фильтра-адсорбера системы СГО.

#### **6.1.1 Отбор проб сорбента из фильтра-адсорбера системы СГО по тракту очистки сдувок**

6.1.1.1 Тракт очистки сдувок фильтра-адсорбера системы СГО разбивается на пять участков, в которых производится отбор проб сорбента.

6.1.1.2 Точки отбора проб сорбента следующие:

- 1 – на входе тракта очистки фильтра-адсорбера;
- 2 – на расстоянии одной четверти тракта очистки от входа очищаемой среды в фильтр-адсорбер;
- 3 – на середине тракта очистки очищаемой среды фильтра-адсорбера;
- 4 – на расстоянии три четверти тракта очистки от входа очищаемой среды в фильтр-адсорбер;
- 5 - на выходе тракта очистки фильтра-адсорбера.

6.1.1.3 *Производится отбор проб сорбента из фильтра-адсорбера в точках отбора на разной глубине (1/10 глубины слоя загрузки, 1/2 глубины слоя загрузки; 3/4 глубины слоя загрузки) по отдельному решению, разработанному исходя из*

*конструкции фильтров-адсорберов. Исходя из принятых решений отбор проб может производиться через штатные лючки, или через дополнительные технологические отверстия, смонтированных для отбора проб согласно решения. Способ отбора сорбента определяется решением.* (Новая ред. [изм.1](#))

6.1.1.4 Отобранные пробы сорбента, в количестве не менее одного литра в каждой точке, должны быть пронумерованы, запаяны герметично в пластиковый пакет и уложены в металлическую тару с целью исключения контакта отобранных проб сорбента с влажным воздухом.

6.1.1.5 Пробы сорбента должны быть переданы Исполнителю (организация, имеющая опыт работы для определения сорбционной ёмкости сорбентов).

### **6.1.2 Определение сорбционной ёмкости отобранных проб сорбента из фильтра-адсорбера системы СГО**

6.1.2.1 Сорбционная емкость сорбента в данной Методике определяется отношением массы метилйодида, поглощенного сорбентом из газовой фазы, к исходной массе сорбента при фиксированной температуре  $T = 20^{\circ}\text{C}$  по формуле (6.3).

Масса метилйодида, поглощенного сорбентом, равна максимальному привесу контейнера с сорбентом.

6.1.2.2 Для сорбентов, предназначенных для очистки газовых сдувок от радиоактивных газообразных примесей, в том числе от летучих соединений йода, определение сорбционной емкости сорбента необходимо проводить по йодистому метилу из газовой фазы в соответствии с требованиями НП-021-015.

Так как по физико-химическим свойствам изотопы йода (как стабильные, так и радиоактивные) практически не отличаются друг от друга, то результаты измерений сорбционной ёмкости сорбента по стабильному изотопу  $\text{I}^{127}$  могут быть перенесены на радиоактивные изотопы, такие как  $\text{I}^{125}$ ,  $\text{I}^{129}$  и  $\text{I}^{131}$ .

### **6.1.3 Метрологические характеристики методики измерений**

6.1.3.1 Значения метрологических характеристик (далее – МХ) методики измерений: относительное значение показателя сходимости  $\sigma_{\text{сх}}$ , доверительные

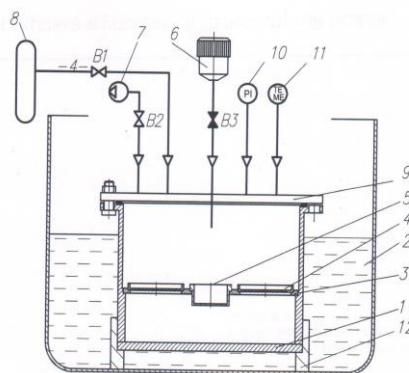
границы относительной случайной составляющей погрешности измерений  $\varepsilon_{\text{сх}}$ , доверительные границы относительной неисключенной систематической составляющей погрешности измерений  $\theta$ , доверительные границы суммарной относительной погрешности измерений  $\delta$  для доверительной вероятности  $P=0,95$ , количестве параллельных определений  $n = 3$ , числе результатов измерений, равном 3, приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Метрологические характеристики методики измерений

Марка сорбента	Диапазон сорбционной емкости фильтра - адсорбера, г/г в измеряемых образцах СКТ-3	Относительное значение показателя сходимости $\sigma_{\text{сх}}(\delta)$ , %	Доверительные границы относительной случайной погрешности измерений, $\varepsilon_{\text{сх}}$ , % $n = 3$	Доверительные границы относительной неисключенной систематической погрешности $\pm \theta$ , %	Доверительные границы суммарной относительной погрешности $\pm \delta$ , % $n = 3$
СКТ-3	от 0 ÷ 1,0 включит.	0,53	0,6	0,009	0,06
n = 3- три параллельных определения					

## 6.2 Средства измерений, вспомогательные устройства и материалы

6.2.1 Измерения по определению сорбционной емкости сорбентов по йодистому метилу проводятся на стенде для определения сорбционной ёмкости сорбента по метилйодиду, блок-схема которого приведена на рисунке 1.



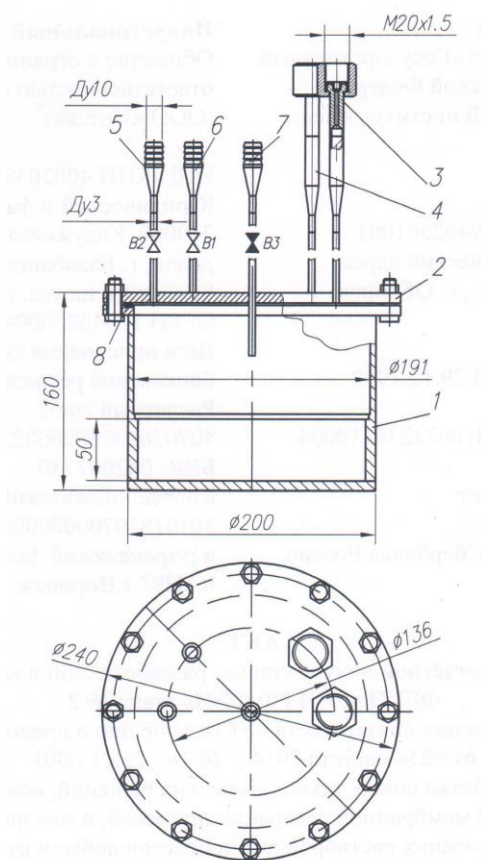
1 – реакционный сосуд; 2 – термостат типа TW2.02; 3 – воздухопроницаемый держатель контейнеров; 4 – контейнер с сорбентом (4 штуки); 5 – контейнер для

метилйодида; 6 – мерная емкость с метилйодидом; 7 – форвакуумный насос; 8 – баллон с газом; 9 – крышка реакционного сосуда; 10 – мановакуумметр; 11 – датчик влажности и температуры; 12 – опора для реакционного сосуда в термостате.

Рисунок 1 - Блок-схема стенда для определения сорбционной ёмкости сорбентов по метилйодиду

На рисунке 2 представлена конструкция реакционного сосуда, изготовленного из нержавеющей стали 12Х18Н10Т. В крышку реакционного сосуда вварены патрубок для присоединения датчика абсолютного давления, патрубок для присоединения датчика влажности и температуры, а также три капиллярных патрубка для присоединения игольчатых клапанов В1, В2, В3.

Герметизация реакционного сосуда осуществляется с помощью прокладки из силиконовой резины.



- 1- корпус; 2 – крышка; 3 – патрубок присоединения мановакуумметра;  
4 – патрубок присоединения датчика влажности и температуры; 5 – патрубок присоединения форвакуумного насоса; 6 – патрубок присоединения баллона с инертным газом; 7 – патрубок присоединения ёмкости с метилйодидом;  
8 - уплотнение

## Рисунок 2 - Реакционный сосуд

Таблица 6.2 - Технические характеристики реакционного сосуда

Характеристики	Параметры
Габариты реакционного сосуда (ДхВ), мм	240х 160
Объём внутренней ёмкости реакционного сосуда, см <sup>3</sup>	4 582,0
Контейнер для сорбента: - количество, шт. - габариты (ДхВ), мм - объём, см <sup>3</sup>	4 60х10 19,7
Контейнер для метилйодида: - количество, шт. - габариты (ДхВ), мм - объём, см <sup>3</sup>	1 45х22 20,34

В реакционном сосуде размещен воздухопроницаемый держатель контейнеров (рисунок 3) для проб сорбента и метилйодида.

Держатель контейнеров изготовлен из тефлона.

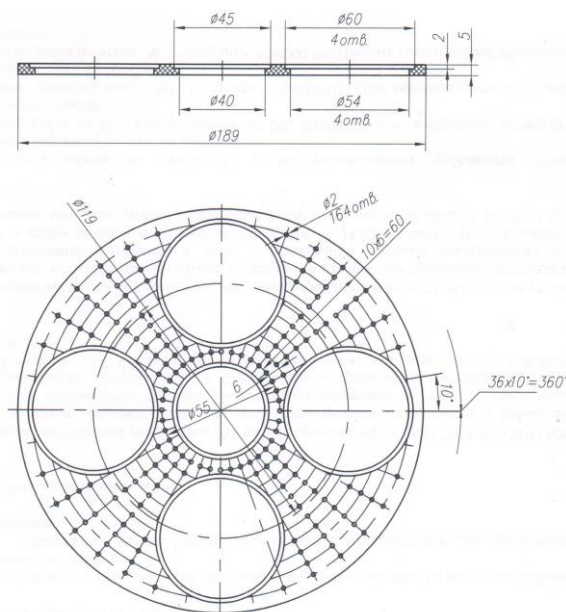


Рисунок 3 – Держатель контейнеров

Контейнеры для проб сорбента (рисунок 4) в количестве четырех штук изготовлены из тефлона и имеют воздухопроницаемое дно.

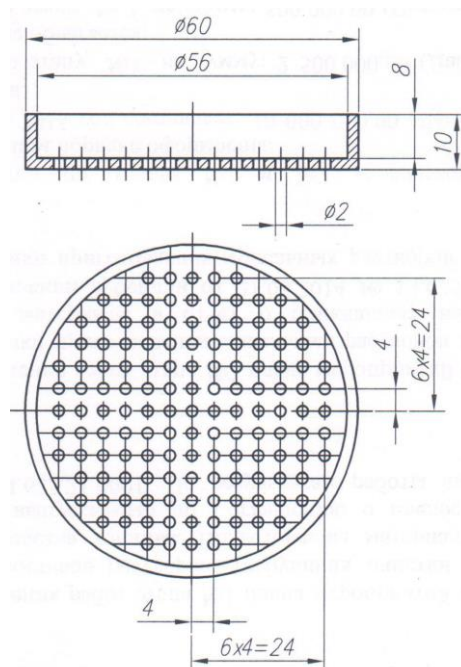


Рисунок 4 – Контейнер для сорбента

На рисунке 5 представлена конструкция контейнера для метилйодида из тефлона:



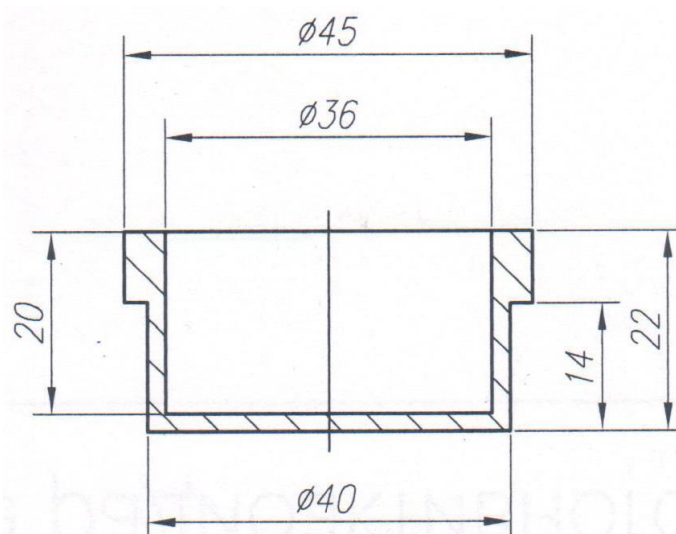


Рисунок 5 – Контейнер для метилйодида

Перечень средств, используемых при проведении измерений, представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 Перечень средств, используемых при проведении измерений

Наименование	Тип, марка	Предел измерений (характеристика)	Класс точности (погрешность)	Кол- во, шт.
Стенд (рис.1) для определения сорбционной ёмкости по метилйодиду в составе: реакционный сосуд, термостат типа TW2.02, воздухопроницаемый держатель контейнеров, контейнер (4 шт.) с сорбентом, контейнер для метилйодида, мерная емкость с метилйодидом, форвакуумный насос, баллон с газом, крышка реакционного сосуда, мановакууметр, датчик влажности и температуры, опора для реакционного сосуда в термостате				
Часы В56СМ-4	Электроника 7-2 56СМ-4	Часы, минуты, дата	-	1
Измерительный блок в	TESTO-435-3	-	-	1

комплекте:				
- зонд-насадка для измерения влажности /температуры	TESTO-435-3	(0 ÷ 100) %, (- 20 ÷ + 70) °C	$\delta \pm 2,0 \%$	1
- трубка Пито	TESTO-435-3	$t_{\text{макс}} = 350 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,	-	1
Мановакуумметр с верхним пределом измерения давления 0,15 МПа;	МКШ 3058	(-0,1 ÷ + 0,15) МПа	2,5	1
Барометр-анероид	М-110	(700 ÷ 790) мм рт. ст.	$\pm 1,5 \%$	1
Термометр ртутный стеклянный по со шкалой измерения по ТУ 25-2021.003-88 до 100 °C и ценой деления 1 °C	ТЛ-2	(0 ÷ 100) °C	$\pm 1,0$	1
Лабораторные аналитические весы ВЛР-200 2-го класса точности с наибольшим пределом взвешивания 200 г.	ВЛР - 200			1
Вытяжной шкаф	ШВ-«Ламинар-С» - 1,6 А11-химик	ШхГхВ: 1605x810x2545		1
Насос форвакуумный пластинчато - роторный	RV 5	Быстрота откачки – 1,4л/сек Предельное остаточное давление- $1,5 \times 10^{-3}$ Торр		1
Игольчатые вентили В1, В2, В3.	ВТР-5	Рабочее давление – до 25 МПа		3
Вспомогательные средства				
Стаканчик для взвешивания по ГОСТ 25336-82.	Тип В	Вместимость – 50 см <sup>3</sup>		3
Ложечка или шпатель для взятия навесок сорбента.	Артикул: 4.07.01.0201	Материал – полипропилен Габариты (ДхШхВ) – 150x22x2		3
Шприц с объемом пробы 20 мл.	Артикул: 4.056.011	Поршень металлический		1
Пинцет	Код: 14978496	Прецизионный knipex KN-926444		1
Нержавеющие капилляры диаметром 5 мм;				* шт.
Соединительные шланги	Ø 8, 10, 12, 16, 20 мм	—	—	* шт.
Разъемы быстрого соединения шлангов	—	—	—	* шт.
Хомуты	—	—	—	* шт.
Зажимы	—	—	—	* шт.
Расходные материалы				

Метил йодистый по ТУ 6-09-3988-83.		—	—	* Л
------------------------------------	--	---	---	-----

Примечание: \* - количество определяется по технической документации на стенд.

Допускается применять другие средства измерения и оборудование с метрологическими характеристиками и техническими характеристиками, не уступающими выше указанным.

### 6.3 Требования к условиям измерений

6.3.1 Во время процесса поглощения метилйодида навесками сорбента в реакционном сосуде контролируются температура, влажность и давление среды.

При этом:

- влажность среды – не более 20 %;
- температура среды – 20°C;
- давление среды соответствует атмосферному -  $\pm 100$  Па.

6.3.2 Условия внешней среды при выполнении измерений:

- температура окружающего воздуха - от 10 °C до 35°C;
- относительная влажность воздуха не более 90%;
- давление среды соответствует атмосферному.

### 6.4 Требования к квалификации персонала

6.4.1 К выполнению измерений и обработке их результатов допускаются специалисты с квалификационной характеристикой не ниже 4 разряда.

6.4.2 Персонал должен иметь допуск в соответствии с требованиями, действующими на предприятии, в том числе и при работах с источниками ионизирующего излучения.

6.4.3 Персонал должен знать инструкции по эксплуатации используемых по данной Методике оборудования и приборов.

## **6.5 Требования по безопасности труда и охране окружающей среды**

При проведении работ для обеспечения безопасности труда и исключения распространения радиоактивных веществ должны соблюдаться требования СанПиН 2.6.1.25239, СП 2.6.1.2612, ГОСТ 12.1.005.

## **6.6 Подготовка к выполнению измерений и выполнение измерений**

### **6.6.1 Подготовка к проведению измерений**

6.6.1.1 Разместить в вытяжном шкафу реакционный сосуд, рисунок 1, помещенный в термостат, рисунок 1.

6.6.1.2 Закрывать вентили В1, В2, В3.

6.6.1.3 Открыть крышку реакционного сосуда, рисунок 1.

6.6.1.4 Извлечь 3 (из четырех) контейнера для сорбента из реакционного сосуда, рисунок 1.

6.6.1.5 Пронумеровать извлеченные контейнеры для сорбента – 1; 2; 3.

6.6.1.6 Взвесить по три раза каждый из извлеченных контейнеров для сорбентов на весах ВЛР-200.

6.6.1.7 Полученные средние значения веса, из трех взвешиваний контейнеров без сорбента, в нулевой момент времени ( $t = 0$ ) занести в таблицу А1 (позиции 1 (контейнер 1, масса  $m_1$ , г), позиции 6 (контейнер 2, масса  $m_2$ , г), позиции 11 (контейнер 3, масса  $m_3$ , г), приложение А).

6.6.1.8 Извлечь из металлической тары пластиковый пакет с пробой сорбента 1, отобранной в точке 1 отбора проб по тракту очистки сдувок.

6.6.1.9 Отобрать шпателем три навески сорбента объемом по  $10\text{ см}^3$  используя мерный стаканчик из пробы 1.

6.6.1.10 Поместить каждую из трех навесок сорбента в пронумерованные контейнеры.

6.6.1.11 Взвесить по три раза каждый контейнер с сорбентом на весах ВЛР-200.

6.6.1.12 Полученные средние значения веса, из трех взвешиваний контейнеров с сорбентом в нулевой момент времени ( $t = 0$ ), занести в таблицу А.1 (позиции 2, 7, 12, приложение А).

6.6.1.13 Вычесть из массы каждого контейнера с навесками сорбента массу каждого контейнера без сорбента и определить массу навески сорбента в нулевой момент времени ( $t = 0$ ) -  $\Delta m_1$ ,  $\Delta m_2$ ,  $\Delta m_3$  в каждом контейнере.

6.6.1.14 Занести полученные данные массы каждой навески сорбента в нулевой момент времени ( $t = 0$ ) в таблицу А1 (позиции строк 1, 6, 11, приложение А).

6.6.1.15 Поместить контейнеры с навесками сорбента на держатель контейнеров в реакционном сосуде, рисунок 1.

6.6.1.16 Разместить контейнер для метилйодида на держатель контейнеров реакционного сосуда, рисунок 1.

6.6.1.17 Закрыть и уплотнить крышку реакционного сосуда, рисунок 1.

6.6.1.18 Отобрать 15 мл метилйодида в шприц объемом 20 мл.

6.6.1.19 Поместить отобранный метилйодид из шприца в мерную ёмкость метилйодида на крышке реакционного сосуда, рисунок 1.

6.6.1.20 Открыть вентиль В2, откакуумировать форвакуумным насосом внутреннюю ёмкость реакционного сосуда до разрежения не более 100 Па, закрыть вентиль В2, рисунок 1.

6.6.1.21 Открыть вентиль В1, заполнить воздухом из воздушного баллона, содержащего воздух с влажностью не более 20 %, внутреннюю ёмкость реакционного сосуда до давления 0.1 МПа, закрыть вентиль В1, рисунок 1.

6.6.1.22 Открыть вентиль В3 и залить 15 мл метилйодида из мерной ёмкости в контейнер для метилйодида, размещенный в держателе контейнеров реакционного сосуда, закрыть вентиль В3, рисунок 1.

6.6.1.23 Заполнить водой термостат до уровня на 25 мм ниже крышки реакционного сосуда, рисунок 1.

6.6.1.24 Установить температурный режим термостата - 20°C, рисунок 1.

## 6.6.2 Проведение измерений

6.6.2.1 Измерить температуру, относительную влажность и давление воздуха в вытяжном шкафу. Занести данные измерений в таблицу А.1 (позиции строк 21, 22, 23,  $t = 0$ , приложение А).

6.6.2.2 Контролировать и фиксировать температуру, влажность и давление внутри реакционного сосуда, рисунок 1. Данные измерений параметров занести в таблицу А.1 ( $t = 0$ ) (позиции строк 17, 18, 19, приложение А).

6.6.2.3 Выдерживать реакционный сосуд в термостате, рисунок 1, в вытяжном шкафу при комнатной температуре внешней среды (от 15 до 20<sup>0</sup>С) в течение 24 часов.

6.6.2.4 Вскрыть крышку реакционного сосуда, рисунок 1, по истечении 24 часов сорбции метилйодида.

Дальнейшее вскрытие крышки реакционного сосуда проводится через каждые 24 часа процесса сорбции и осуществляются операции по позициям 6.6.2.5 – 6.6.2.17.

6.6.2.5 Извлечь контейнеры с навесками сорбентов, рисунок 1.

6.6.2.6 Взвесить по три раза каждый из трех контейнеров с навесками сорбента на весах ВЛР-200.

6.6.2.7 Полученные средние значения веса, из трех взвешиваний контейнеров с сорбентом в момент времени ( $t = 24$ ), занести в таблицу А.1 (позиции 2, 7, 12, Приложение А) колонка  $t = 24$  часа.

6.6.2.8 Поместить в реакционный сосуд взвешенные контейнеры с навесками сорбента в держатель контейнеров, рисунок 1.

6.6.2.9 Закрыть и уплотнить крышку реакционного сосуда, рисунок 1.

6.6.2.10 Добавить 15 мл метилйодида, с использованием шприца, в мерную ёмкость для метилйодида, рисунок 1.

6.6.2.11 Измерить влажность среды во внутреннем объёме реакционном сосуде, рисунок 1.

6.6.2.12 При влажности среды более 20 % в реакционном сосуде проводятся операции по позициям 6.6.1.20 – 6.6.1.21 данной Методики.

6.6.2.13 Открыть вентиль В3 и добавить из мерной ёмкости с метилйодидом в контейнер для метилйодида реакционного сосуда, рисунок 1, в количестве, равном массе метилйодида, поглощенного сорбентом за предыдущие 24 часа процесса сорбции.

6.6.2.14 Установить в термостате температурный режим 20 °С.

6.6.2.15 Измерить температуру, относительную влажность и давление воздуха в вытяжном шкафу. Занести данные измерений в таблицу А.1 (позиции строк 21, 22, 23,  $t = 24$  часа, приложение А).

6.6.2.16 Контролировать и фиксировать температуру, влажность и давление внутри реакционного сосуда, рисунок 1. Данные измерений параметров занести в таблицу А.1 (позиции строк 17, 18, 19,  $t = 24$  часа, приложение А).

6.6.2.17 При закрытой крышке реакционного сосуда, рисунок 1, осуществить процесс поглощения метилйодида навесками сорбента в течение 24 часов.

6.6.2.18 Вскрыть крышку реакционного сосуда, рисунок 1, по истечении 24 часов процесса поглощения метилйодида навесками сорбента.

6.6.2.19 Провести операции по позициям 6.6.2.5 – 6.6.2.17.

Проводить операции по позициям 6.6.2.5 - 6.6.2.17 последовательно через каждые 24 часа процесса поглощения метилйодида навесками сорбента.

6.6.2.20 Закончить испытания сорбента для пробы 1, отобранной из фильтра-адсорбера системы СГО по тракту очистки, в том случае, когда изменение прироста массы навески сорбента за 24 часа ( $\Delta m_{1-1}$ ) не превышает 0.15 мг (погрешность измерений весов ВЛР-200).

6.6.2.21 Извлечь из металлической тары пластиковый пакет с пробой сорбента, отобранной в точке отбора пробы 2 по тракту очистки сдувок.

6.6.2.22 Выполнить последовательно операции по позициям 6.6.1.9 – 6.6.2.21 для проб, отобранных в точках отбора проб 2, 3, 4, 5.

## 6.7 Обработка результатов измерений

6.7.1 Для каждой из отобранных проб из фильтра-адсорбера системы СГО по тракту очистки сдувок проводится обработка результатов следующим образом.

6.7.1.1 Разность привеса массы контейнеров с навесками сорбента по метилйодиду, полученная в двух следующих друг за другом измерениях через каждые 24 часа процесса сорбции метилйодида, вычисляют по формуле:

$$\Delta m_{1-i}^*(t) = m_{1-i}(t) - m_{1-i}(t - 24 \text{ час}), \quad (6.1)$$

где:  $\Delta m_{1-i}^*(t)$  - разность привеса массы контейнеров с навесками сорбента по метилйодиду, полученная в двух следующих друг за другом измерениях через каждые 24 часа процесса сорбции метилйодида, г;

$m_{1-i}(t)$  - масса каждого из контейнеров с навесками сорбента за весь период сорбции метилйодида в момент  $t$  часов измерения массы контейнера, г ;

$m_{1-i}(t - 24 \text{ час})$  - масса каждого из контейнеров с навесками сорбента, полученная в предыдущем измерении ( $t - 24$  час), г.

- символ «1- $i$ » означает: первая цифра – номер пробы, отобранной из фильтра-адсорбера системы СГО по тракту очистки сдувок; вторая цифра – номер контейнера для навески сорбента в реакционной ёмкости;

$i - 1, 2, 3$  означают порядковый номер контейнера для навески сорбента при использовании 3-х контейнеров в реакционной ёмкости

6.7.1.2 Данные, полученные по формуле (6.1) заносятся в таблицу А1 (приложение А), номера позиции строк 3, 8, 13.

6.7.1.3 Изменение массы навесок сорбентов через каждые 24 часа за весь период сорбции метилйодида в момент  $t$  часов измерения, от нулевого отсчета времени, вычисляют по формуле:

$$\Delta_i(t) = m_{1-i}^*(t) - m_{1-i}(t = 0) \quad , \quad (6.2)$$



где:  $\Delta_i(t)$  – текущий суммарный привес массы навески сорбента в каждом контейнере за весь период сорбции метилйодида в момент  $t$  часов измерения, от нулевого отсчета времени, массы контейнера, г;

$m_{1-i}(t)$  – масса контейнера с навеской сорбента за весь период сорбции метилйодида в момент  $t$  часов измерения, от нулевого отсчета времени, массы контейнера, г ;

$m_{1-i}(t=0)$  – масса контейнера с навеской сорбента перед началом испытаний ( $t=0$ , нулевой отсчет времени), г.

$t = 0$  час – начальная масса контейнера с навеской сорбента;

- символ «1- $i$ » означает: первая цифра – номер пробы, отобранной из фильтра-адсорбера системы СГО по тракту очистки сдувок; вторая цифра – номер контейнера для навески сорбента в реакционной ёмкости;

$i = 1, 2, 3$  означают порядковый номер контейнера для навески сорбента при использовании 3-х контейнеров в реакционной ёмкости.

6.7.1.4 Данные, полученные по формуле (6.2) заносятся в таблицу А1 (приложение А), номера позиции строк 4, 9, 14.

6.7.1.5 Рассчитать сорбционную ёмкость навески сорбента по метилйодиду по формуле:

$$a_{1-i}(t) = \frac{\Delta_i(t)}{\Delta m_i}, \quad (6.3)$$

где:  $a_{1-i}(t)$  – сорбционная емкость навески сорбента для каждого из трех контейнеров пробы № 1, отобранной из фильтра-адсорбера системы СГО по тракту очистки сдувок, г/г;

$\Delta_i(t)$  – максимальный привес массы навески сорбента по метилйодиду, г;

$\Delta m_i$  – начальная масса навески сорбента при  $t = 0$  час (нулевой отсчет времени) для каждого из трех контейнеров пробы № 1, отобранной из фильтра-адсорбера системы СГО по тракту очистки сдувок, г;

$i = 1, 2, 3$  – номера контейнеров для навесок сорбентов в реакционном сосуде.

6.7.1.6 По результатам расчетов сорбционной ёмкости навески сорбента для каждого из трех контейнеров, для каждой точки отбора проб, приведенных в таблице А.1, строится зависимость сорбционной ёмкости сорбента по метилйодиду от времени  $a = f(t)$ , рисунок Б.1, приложение Б.

6.7.1.7 По зависимости  $a = f(t)$  для навески сорбента в каждом контейнере определяется максимальный привес массы сорбента  $a_{1-1}, a_{1-2}, a_{1-3}$  для каждой из трех навесок.

6.7.1.8 За результаты испытаний по измерению остаточной сорбционной ёмкости сорбента первой пробы, отобранной из фильтра-адсорбера системы СГО по тракту очистки сдувок, принимают среднее арифметическое трех, рассчитанных по формуле (6.4), максимальных величин сорбционной ёмкости навески сорбента в каждом из трех контейнеров

$$E_1 = \Sigma a_{1-i} / 3, \quad (6.4)$$

где:  $E_1$  – остаточная сорбционная ёмкость сорбента пробы, отобранной в точке отбора номер один.

6.7.1.9 Аналогично, по позициям 6.6.1.8 – 6.7.1.7 проводятся измерения и определение остаточной сорбционной ёмкости сорбента  $E_2, E_3$  и т.д. для каждой из последующих проб, отобранных в точках отбора проб 2, 3 и т.д. по тракту очистки сдувок.

6.7.1.10 Данные результатов измерений и расчетов, полученные по пункту 6.7.1.8, для определения остаточной сорбционной ёмкости сорбента для каждой из последующих проб, отобранных в точках отбора проб 2, 3, 4, 5, заносятся в таблицы А2, А3, А4, А5 (приложение А).

6.7.1.11 Результаты расчетов остаточной сорбционной ёмкости  $E_i$ , полученные последовательно для всех проб, отобранных в точках отбора проб 1, 2 и т.д. заносятся в таблицу В.1 (приложение В).

**6.8 Оформление результатов измерений, анализ достаточности полученных данных. Организация дополнительного отбора проб сорбента**

**из фильтра-адсорбера системы СГО и проведение измерения сорбционной ёмкости дополнительно отобранных проб**

6.8.1 На основании данных отбора проб сорбента, приведенных в таблице В.1, строится график зависимости сорбционной (остаточной) ёмкости сорбента фильтра-адсорбера системы СГО по длине тракта очистки сдувок (рисунок Г.1, приложение Г), данные на рисунке Г.1 приведены условно.

6.8.2 Анализируется график зависимости сорбционной ёмкости на предмет характера изменения величины сорбционной ёмкости на каждом участке тракта очистки сдувок (рисунок Г.1, приложение Г).

6.8.2.1 В случае монотонного изменения величины сорбционной ёмкости по всей длине тракта очистки сдувок (рисунок Г.1, приложение Г) построенный график принимается для оценки остаточной ёмкости сорбента фильтра-адсорбера системы СГО в соответствии с пунктами 7.1 – 7.6 раздела 7.

6.8.2.2 В случае изменения величины сорбционной ёмкости по отдельным участкам длины тракта очистки сдувок (рисунок Г.2, приложение Г, данные на рисунке Г.2 приведены условно) более чем на 50 %, или при сорбционной ёмкости по отдельным участкам ниже установленной проектом, принимается решение о дополнительном отборе проб сорбента из фильтра-адсорбера системы СГО на участках где зафиксировано такое изменение величины сорбционной ёмкости.

6.8.3 На участках изменения величины сорбционной ёмкости более чем на 50 % провести дополнительный отбор проб, по крайней мере, не менее чем в двух точках на этих участках. Данные участки разбиваются, например, каждый - на три равных отрезка, определяются и нумеруются точки дополнительного отбора проб 6, 7, 8, 9 (рисунок Г.2, приложение Г).

6.8.4 Дополнительный отбор проб сорбента в точках 6, 7, 8, 9 по тракту очистки сдувок фильтра-адсорбера системы СГО провести в соответствии с пунктами 6.1.1.4 – 6.1.1.6 данной Методики.

6.8.5 Определение сорбционной ёмкости дополнительно отобранных проб сорбента в точках 6, 7, 8, 9 по тракту очистки сдувок фильтра-адсорбера системы СГО провести в соответствии с пунктами 6.6.1.8 – 6.6.2.20, 6.7.1.1 – 6.7.1.8 данной Методики для каждой дополнительно отобранной пробы. Результаты измерений и расчетов привести в таблицах А.6, А.7, А.8, А.9 (приложение А).

6.8.6 Результаты расчетов остаточной сорбционной емкости  $E_i$ , полученные последовательно для всех проб, дополнительно отобранных в точках отбора проб 6, 7, 8, 9 занести в таблицу В.2 (приложение В).

6.8.7 Построить уточненный график сорбционной (остаточной) ёмкости сорбента фильтра-адсорбера системы СГО по тракту очистки сдувок с учетом данных таблицы В.2 (приложение В) для дополнительно отобранных проб в точках 6, 7, 8, 9 по тракту очистки сдувок, полученных по пункту 6.8.6, (рисунок Г.2, приложение Г), ), данные на рисунке Г.2 приведены условно.

Примечание - Данные в подразделе 6.8 приведены условно, так как на момент разработки Методики отсутствуют фактические данные сорбционной емкости сорбента для фильтров-адсорберов системы СГО, отработавших тридцатилетний проектный срок работы.

## **6.9 Требования к показателям точности измерений**

6.9.1 Периодический контроль точности средств измерения обеспечивается своевременной поверкой средств измерения.

6.9.3 Процедура контроля работоспособности средств измерений должна соответствовать руководству по эксплуатации приборов.

## **6.10 Внутренний контроль качества измерений**

6.10.1 Внутренний контроль качества измерений проводится в соответствии с ОСТ 95 10289 и предусматривает организацию оперативного контроля сходимости  $\sigma_{сх}$  (для каждой пробы).

6.10.2 При оперативном контроле сходимости проводят измерения и расчеты согласно разделу 6.7 настоящей методики измерений, исходя из трех параллельных определений для каждой пробы.

При этом, норматив оперативного контроля сходимости не должен превышать величину критерия

$$d_k = \frac{a_{\max} - a_{\min}}{E} * 100\% \leq d = 3,31 \times \sigma_{cx}, \quad (6.5)$$

где:  $d$  – норматив оперативного контроля сходимости;

$a_{\max}$  и  $a_{\min}$ , - максимальное и минимальное значения результатов остаточной сорбционной емкости из трёх параллельных определений для каждого контейнера с навеской, рассчитанные по формуле (6.3), г/г;

$E$  - среднее значение результатов остаточной сорбционной емкости из трёх параллельных определений, рассчитанное по формуле (6.4), г/г;

$\sigma_{cx}$  - показатель сходимости, %, полученный при аттестации методики, приведенной в таблице 6.1.

6.10.3 При превышении норматива операционного контроля сходимости измерения повторяют. При повторном превышении указанного норматива выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам контроля, и устраняют их.

6.10.4 В случае, если выявленная причина превышения норматива операционного контроля сходимости носит систематический характер (неисправность), бракуются все результаты серии измерений. Если выявленная причина случайна (ошибка оператора), остальные результаты серии измерений признаются годными.

6.10.5 Регистрацию результатов оперативного контроля сходимости проводят в рабочих журналах по форме, приведённой в ОСТ 95 10289.

## 7 Оценка остаточной ёмкости сорбента фильтра-адсорбера системы СГО

7.1 Длину тракта очистки фильтра-адсорбера системы СГО разбить а двенадцать<sup>\*</sup> равных участков. Длина каждого участка определяется из соотношения:

$$L_{i-(i+1)} = \frac{L_{\text{общ}}}{12} = 0,08333 \dots L_{\text{общ.}} \quad (7.1)$$

где:  $L_{i-(i+1)}$  – длина каждого из двенадцати участков тракта очистки системы фильтра-адсорбера системы СГО, м;

$i = 1, 2, \dots, 12$  – количество участков на длине тракта очистки системы фильтра-адсорбера системы СГО;

$L_{\text{общ.}}$  – общая длина тракта очистки системы фильтра-адсорбера системы СГО, м.

7.2 Для каждого из двенадцати участков вычислить усреднённую величину сорбционной ёмкости сорбентов для данного участка по следующему соотношению:

$$\bar{E}_{i-(i+1)} = \frac{E_i + E_{i+1}}{2}, \quad (7.2)$$

где:  $\bar{E}_{i-(i+1)}$  – усреднённая величина сорбционной ёмкости сорбента на каждом из двенадцати участков, г/г;

$E_i$  – остаточная сорбционная ёмкость пробы сорбента в точке отбора  $i$  (данные таблицы В.1 и таблицы В.2 приложения В), г/г;

$E_{i+1}$  – остаточная сорбционная ёмкость пробы сорбента в точке отбора  $i+1$ , следующей за точкой  $i$  (данные таблицы В.1 и таблицы В.2 приложения В), г/г.

7.3 Остаточная ёмкость сорбента в фильтре-адсорбере системы СГО на каждом из двенадцати участков определить из соотношения:

$$E_{i+(i+1)}^{ост.} = \bar{E}_{i-(i+1)} \cdot L_{i-(i+1)} \cdot S_{\phi-a} \cdot \rho, \quad (7.3)$$

где:  $E_{i+(i+1)}^{ост.}$  - остаточная ёмкость сорбента в фильтре-адсорбере системы СГО на каждом из двенадцати участков, г;

$\bar{E}_{i-(i+1)}$  - усреднённая величина сорбционной ёмкости сорбента на каждом из двенадцати участков, вычисленная по формуле (8.2), г/г;

$L_{i-(i+1)}$  - длина каждого из двенадцати участков тракта очистки фильтра-адсорбера системы СГО, м;

$S_{\phi-a}$  - площадь сечения тракта очистки фильтра-адсорбера системы СГО (техническая характеристика фильтра-адсорбера), м<sup>2</sup>;

$\rho$  - объёмная плотность сорбента (техническая характеристика сорбента), г/см<sup>3</sup>.

7.4 Остаточная сорбционная ёмкость фильтра-адсорбера по всему тракту очистки системы СГО определить из соотношения:

$$E_{\phi-a}^{ост.} = \sum_{i=1}^{i=12} E_{i-(i+1)}^{ост.}, \quad (7.4)$$

где:  $E_{\phi-a}^{ост.}$  - остаточная сорбционная ёмкость фильтра-адсорбера по всему тракту очистки системы СГО, г;

$E_{i-(i+1)}^{ост.}$  - остаточная ёмкость сорбента в фильтре-адсорбере системы СГО на каждом из двенадцати участков, г.

7.5 Исходная сорбционная ёмкость загруженного сорбента в фильтр-адсорбер по всему тракту очистки системы СГО перед началом его эксплуатации определить из соотношения:

$$E_{\phi-a}^{исх.} = E_{исх.} \cdot L_{общ.} \cdot S_{\phi-a} \cdot \rho, \quad (7.5)$$

где:  $E_{\phi-a}^{исх.}$  - исходная сорбционная ёмкость загруженного сорбента в фильтр-адсорбер по всему тракту очистки системы СГО перед началом его эксплуатации, г;

$E_{исх.}$  – сорбционная ёмкость сорбента перед загрузкой в фильтр-адсорбер системы СГО ((техническая характеристика сорбента), г/г.

$L_{общ.}$  – общая длина тракта очистки фильтра-адсорбера системы СГО, м;

$S_{\phi-a}$  - площадь сечения тракта очистки фильтра-адсорбера системы СГО (техническая характеристика фильтра-адсорбера), м<sup>2</sup>;

$\rho$  - объёмная плотность сорбента (техническая характеристика сорбента), г/см<sup>3</sup>.

7.6 Результаты расчетов по пунктам 7.1 – 7.5 занести в таблицу Д.1 (приложение Д).

## **8 Оценка остаточного срока службы фильтрующего элемента фильтра-адсорбера системы СГО и допустимого количества фильтроциклов**

### **8.1 Оценка остаточного срока службы фильтрующего элемента фильтра-адсорбера системы СГО**

8.1.1 Исходную сорбционную ёмкость загруженного сорбента в фильтр-адсорбер по всему тракту очистки системы СГО перед началом эксплуатации принять за 100%.

8.1.2 Остаточную сорбционную ёмкость фильтра-адсорбера по всему тракту очистки системы СГО определить в процентах используя данные таблицы Д.1, позиции строк 7, 8 (приложение Д), по соотношению:

$$E_{\phi-a}^{ост. \%} = \frac{E_{\phi-a}^{ост.}}{E_{\phi-a}^{исх.}} \cdot 100 \%, \quad (8.1)$$

где:  $E_{\phi-a}^{ост.}$  - остаточная сорбционная ёмкость фильтра-адсорбера по всему тракту очистки системы СГО, рассчитанная по формуле (7.4).



$E_{\phi-a}^{исх}$  — исходная сорбционная ёмкость фильтра-адсорбера по всему тракту очистки системы СГО, рассчитанная по формуле (7.5).

8.1.3 Используя данные исходной сорбционной ёмкости загруженного сорбента  $E_{\phi-a}^{исх.}$  в процентах и данные по остаточной сорбционной ёмкости сорбента этого же фильтра-адсорбера  $E_{\phi-a}^{ост.}$  так же в процентах, построить линейную\* зависимость сорбционной ёмкости фильтра-адсорбера от срока его эксплуатации — рисунок Е.1 (приложение Е, данные на рисунке Е.1 приведены условно\*\*).

8.1.4 Оцениваемое время остаточного срока службы фильтрующего элемента фильтра-адсорбера системы СГО, в предположении линейной зависимости сорбционной ёмкости фильтра-адсорбера от срока службы его эксплуатации, составляет период от  $E_{\phi-a}^{ост.}$  до полного исчерпания сорбционной ёмкости сорбента, то есть до пересечения линейной зависимости сорбционной ёмкости с осью количества лет эксплуатации фильтра-адсорбера ( $E_{\phi-a}^{ост.} = 0$ ), рисунок Е.1 (приложение Е).

8.1.5 Одновременно оценивается время остаточного ресурса фильтра-адсорбера системы СГО в соответствии с Приложением И.

В соответствии с Приложением И строится график зависимости во времени коэффициентов очистки от ИРГ и йода — 131 в координатах «Коэффициент очистки — Время».

Используя точечную аппроксимацию этого графика во времени производится экстраполяция графика до пересечения с линией минимально допустимой величины коэффициента очистки.

Отрезок времени между датой последнего измерения коэффициента очистки и датой, при которой экстраполяция графика достигает пересечения с линией минимально допустимой величиной коэффициента очистки ( $K_{min, допуст}$ ) и является остаточным временем (сроком) использования фильтра — адсорбера в системе СГО. (приложение Ж, рисунок Ж.1 (приложение Ж)).

8.1.6 Сравнивается время остаточного ресурса фильтра-адсорбера системы СГО, полученное по данной Методике с временем остаточного ресурса фильтра-

адсорбера, полученным в соответствии с Приложением И и на основании этих данных принимаем решение о продлении срока эксплуатации фильтра-адсорбера.

8.1.7 Результаты анализа, полученные по данной Методике с временем остаточного ресурса фильтра-адсорбера и полученные в соответствии с Приложением И, оформить отчетом об оценке остаточного ресурса фильтрующего элемента фильтров-адсорберов системы СГО.

8.1.8 С учетом полученных результатов и на основании отчета об оценке остаточного ресурса фильтрующего элемента фильтров-адсорберов системы СГО оформить решение эксплуатирующей организации (ЭО) о продлении срока эксплуатации фильтрующего элемента фильтров-адсорберов.

Периодичность проведения работ по данной Методике или принятие решения о замене/восстановлении фильтрующего элемента фильтров-адсорберов в период ППР определяется на каждой АЭС с учетом конкретной ситуации по величине остаточной сорбционной ёмкости фильтра-адсорбера.

## **8.2 Оценка допустимого количества фильтроциклов фильтрующего элемента фильтра-адсорбера системы СГО**

8.2.1 Остаточный срок службы фильтрующего элемента фильтра-адсорбера СГО определяет допустимое количество фильтроциклов фильтра-адсорбера.

8.2.2 Продолжительность фильтроцикла фильтра-адсорбера системы СГО определяется временем накопления радионуклидов, в процессе прокачки сдувок, и временем выдержки фильтра-адсорбера без прокачки сдувок, обусловленным периодом полураспада сорбированных радионуклидов и необходимостью обеспечения коэффициента очистки сдувок от радионуклидов не менее 100.

Из опыта эксплуатации фильтра-адсорбера, отработавшего тридцатилетний проектный срок эксплуатации, следует, что продолжительность фильтроцикла составляет не менее 14 суток.

8.2.3 За год эксплуатации (365 суток) фильтра-адсорбера допустимое количество фильтроциклов рассчитывается по формуле

$$N = \frac{365}{14} = 26, \quad (8.1)$$

Таким образом, за год эксплуатации фильтра-адсорбера, отработавшего тридцатилетний проектный срок эксплуатации, можно обеспечить 26 фильроциклов.

## Приложение А (обязательное)

### Определение остаточной сорбционной ёмкости пробы сорбента

Таблица А.1 – экспериментальные и расчетные данные по определению остаточной сорбционной емкости пробы сорбента

№ позиции	Час	0	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
1	Контейнер № 1, $m_1 = \dots\dots\dots$ г, $\Delta m_1 = \dots\dots\dots$ г											
2	$m_{1-1}^*(t)$ , г											
3	$\Delta m_{1-1}(t)$ , г											
4	$\Delta_1(t)$ , г											
5	$a_1(t)$ , г/г											
6	Контейнер № 2, $m_2 = \dots\dots\dots$ г, $\Delta m_2 = \dots\dots\dots$ г											
7	$m_{1-2}^*(t)$ , г											
8	$\Delta m_{1-2}(t)$ , г											
9	$\Delta_2(t)$ , г											
10	$a_2(t)$ , г/г											
11	Контейнер № 3, $m_3 = \dots\dots\dots$ г, $\Delta m_3 = \dots\dots\dots$ г											
12	$m_{1-3}^*(t)$ , г											
13	$\Delta m_{1-3}(t)$ , г											
14	$\Delta_3(t)$ , г											
15	$a_3(t)$ , г/г											
16	Параметры среды в реакционном сосуде											
17	Температура, °С											
18	Относительная влажность, %											
19	Давление, Па											

20	Параметры окружающей среды в вытяжном шкафу											
21	Температура, °C											
22	Относительная влажность, %											
23	Давление, Па											
Примечания												
1 $m_1, m_2, m_3$ – масса контейнеров 1 - 3 без навески сорбента, г.												
2 $\Delta m_1, \Delta m_2, \Delta m_3$ – масса навески сорбента, соответственно, в контейнерах 1 – 3 до начала испытаний (исходная масса сорбента).												
3 $m_{1-1}^*(t)$ – текущая масса контейнера 1 с навеской сорбента из первой пробы, отобранной из фильтра-адсорбера (измерения текущей массы контейнера 1 с навеской сорбента проводятся через каждые 24 часа процесса сорбции метилйодида), г. $t = 0$ час – начальная масса контейнера 1 с навеской сорбента из первой пробы.												
4 Символ «1-1» означает: первая цифра – номер пробы, отобранной из фильтра-адсорбера системы СГО по тракту очистки сдувок; вторая цифра – номер контейнера для навески сорбента в реакционной ёмкости;												
5 $i = 1, 2, 3$ означают порядковый номер контейнера для навески сорбента при использовании 3-х контейнеров в реакционной ёмкости;												
6 $\Delta m_{1-1}(t)$ – разность привеса массы контейнера 1 с навеской сорбента по метилйодиду, полученная в двух следующих друг за другом измерениях через каждые 24 часа процесса сорбции метилйодида.												
7 $\Delta_1(t)$ – текущий суммарный привес массы контейнера 1 с навеской сорбента по метилйодиду через каждые 24 часа за весь период процесса сорбции.												
8 $a_1(t) = \Delta_1(t) / \Delta m_1$ – остаточная сорбционная емкость навески сорбента через каждые 24 часа, полученная за весь период процесса сорбции.												

## Приложение Б (справочное)

### Зависимость остаточной сорбционной емкости пробы сорбента по метилйодиду от времени

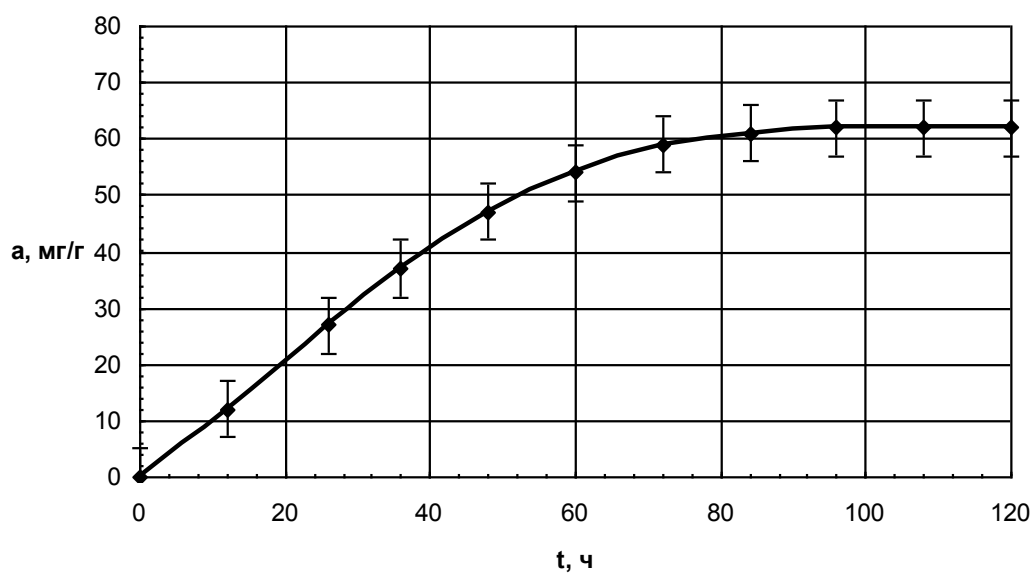


Рисунок Б.1 - График зависимости остаточной сорбционной емкости сорбента по метилйодиду от времени

## Приложение В (обязательное)

### Остаточная сорбционная ёмкость сорбента фильтра-адсорбера системы СГО

Таблица В.1 – Остаточная сорбционная ёмкость сорбента фильтра-адсорбера системы СГО в точках отбора проб 1, 2, 3, 4, 5.

Точка отбора пробы	Номер пробы				
	1	2	3	4	5
Сорбционная ёмкость $E_i$ , г/г	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$
Местоположение точки отбора пробы по длине тракта очистки, $L$ , м	0,0 $L$	0,25 $L$	0,50 $L$	0,75 $L$	1,0 $L$
$L$ – общая длина тракта очистки сдувок фильтра-адсорбера системы СГО, м					

Таблица В.2 – Остаточная сорбционная ёмкость сорбента фильтра-адсорбера системы СГО в точках отбора проб 6, 7, 8, 9

Точка отбора пробы	Номер пробы			
	6	7	8	9
Сорбционная ёмкость $E_i$ , г/г	$E_6$	$E_7$	$E_8$	$E_9$
Местоположение точки отбора пробы по длине тракта очистки, $L$ , м	0,08333 $L$	0,16666 $L$	0,83333 $L$	0,91666 $L$

## Приложение Г (обязательное)

### Графики зависимости сорбционной (остаточной) ёмкости сорбента фильтра-адсорбера системы СГО

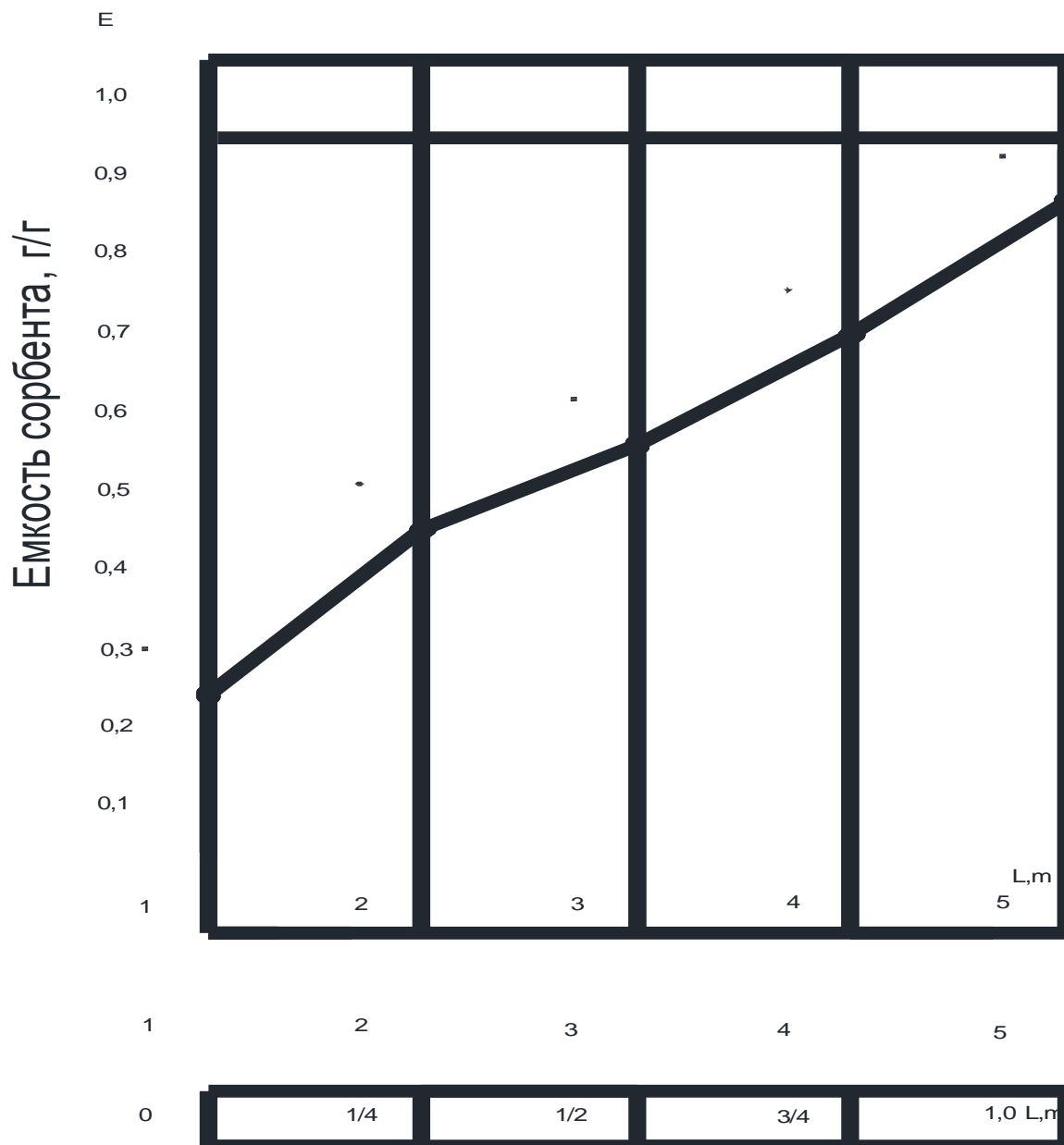
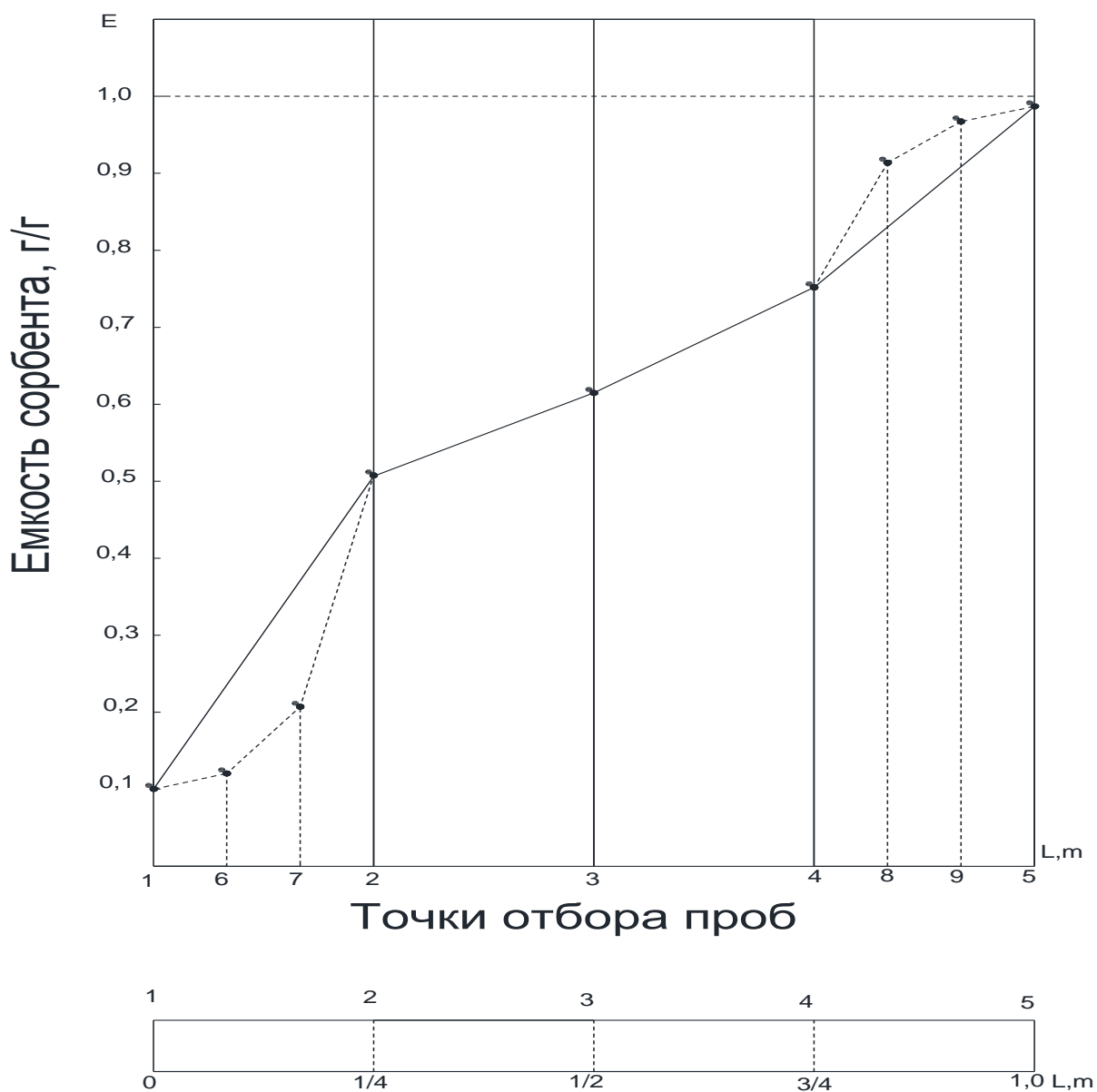


Рисунок Г.1 – График зависимости сорбционной (остаточной) ёмкости сорбента фильтра-адсорбера системы СГО по длине тракта очистки сдувок (в случае монотонного изменения величины сорбционной ёмкости по всей длине тракта очистки сдувок).



Длина тракта очистки фильтра-адсорбера системы СГО

Рисунок Г.2 – График зависимости сорбционной (остаточной) емкости сорбента фильтра-адсорбера системы СГО по длине тракта очистки сдувок (в случае резкого изменения величины сорбционной емкости по отдельным участкам длины тракта очистки сдувок).



## Приложение Д (обязательное)

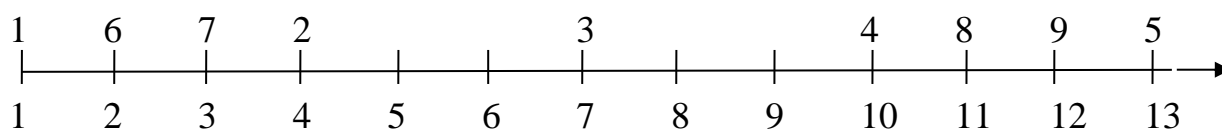
### Результаты оценки остаточной ёмкости сорбента фильтра-адсорбера системы СГО

Таблица Д.1- результаты оценки остаточной ёмкости сорбента фильтра-адсорбера системы СГО

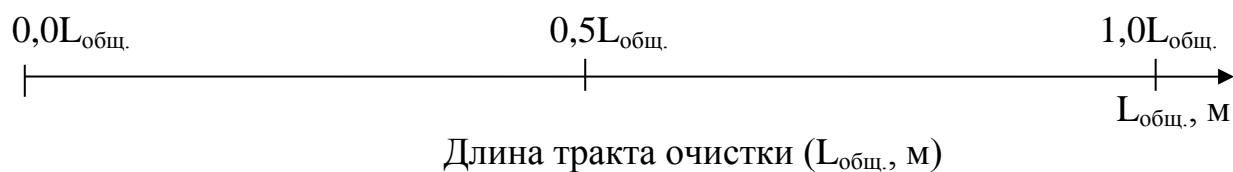
Характеристики	Параметры												
1. Расчетные точки по длине тракта очистки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2. Номера точек отбора проб по длине тракта	1	6	7	2	-	-	3	-	-	4	8	9	5
3. Остаточная сорбционная ёмкость сорбента в расчетных точках по длине тракта очистки, $E_i$ , г/г	$E_1$	$E_6$	$E_7$	$E_2$	Определяется из рис. Г2	Определяется из рис. Г2	$E_3$	Определяется из рис. Г2	Определяется из рис. Г2	$E_4$	$E_8$	$E_9$	$E_5$
4. Участки тракта очистки (12 участков), $L_{i-(i+1)}$ , м	-	$L_{1-2}$	$L_{2-3}$	$L_{3-4}$	$L_{4-5}$	$L_{5-6}$	$L_{6-7}$	$L_{7-8}$	$L_{8-9}$	$L_{9-10}$	$L_{10-11}$	$L_{11-12}$	$L_{12-13}$
5. Усреднённая величина остаточной сорбционной ёмкости на каждом из 12-ти участков тракта очистки, $\bar{E}_{i-(i+1)}$ , г/г	-	$\bar{E}_{1-2}$	$\bar{E}_{2-3}$	$\bar{E}_{3-4}$	$\bar{E}_{4-5}$	$\bar{E}_{5-6}$	$\bar{E}_{6-7}$	$\bar{E}_{7-8}$	$\bar{E}_{8-9}$	$\bar{E}_{9-10}$	$\bar{E}_{10-11}$	$\bar{E}_{11-12}$	$\bar{E}_{12-13}$
6. Остаточная ёмкость сорбента в на каждом из двенадцати участков тракта очистки, $E_{i+(i+1)}$ (ост.), г, кг	-	$E_{1-2}$ (ост.)	$E_{2-3}$ (ост.)	$E_{3-4}$ (ост.)	$E_{4-5}$ (ост.)	$E_{5-6}$ (ост.)	$E_{6-7}$ (ост.)	$E_{7-8}$ (ост.)	$E_{8-9}$ (ост.)	$E_{9-10}$ (ост.)	$E_{10-11}$ (ост.)	$E_{11-12}$ (ост.)	$E_{12-13}$ (ост.)

7. Остаточная сорбционная ёмкость фильтра-адсорбера по истечении 30-ти лет эксплуатации, $E_{\phi-a}^{ост}$ , кг	
8. Исходная сорбционная ёмкость загруженного сорбента в фильтр-адсорбер перед началом его эксплуатации, $E_{\phi-a}^{исх.}$ , кг	

Точки отбора проб по тракту



Расчетные участки по длине тракта (12 расчетных участков)



$$L_{i-(i+1)} = \frac{L_{общ.}}{12} = 0,08333 \cdot L_{общ.}$$

Рисунок Д.1 – Пояснения к таблице Д.1

## Приложение Е (обязательное)

### Зависимость сорбционной ёмкости сорбента фильтра-адсорбера системы СГО

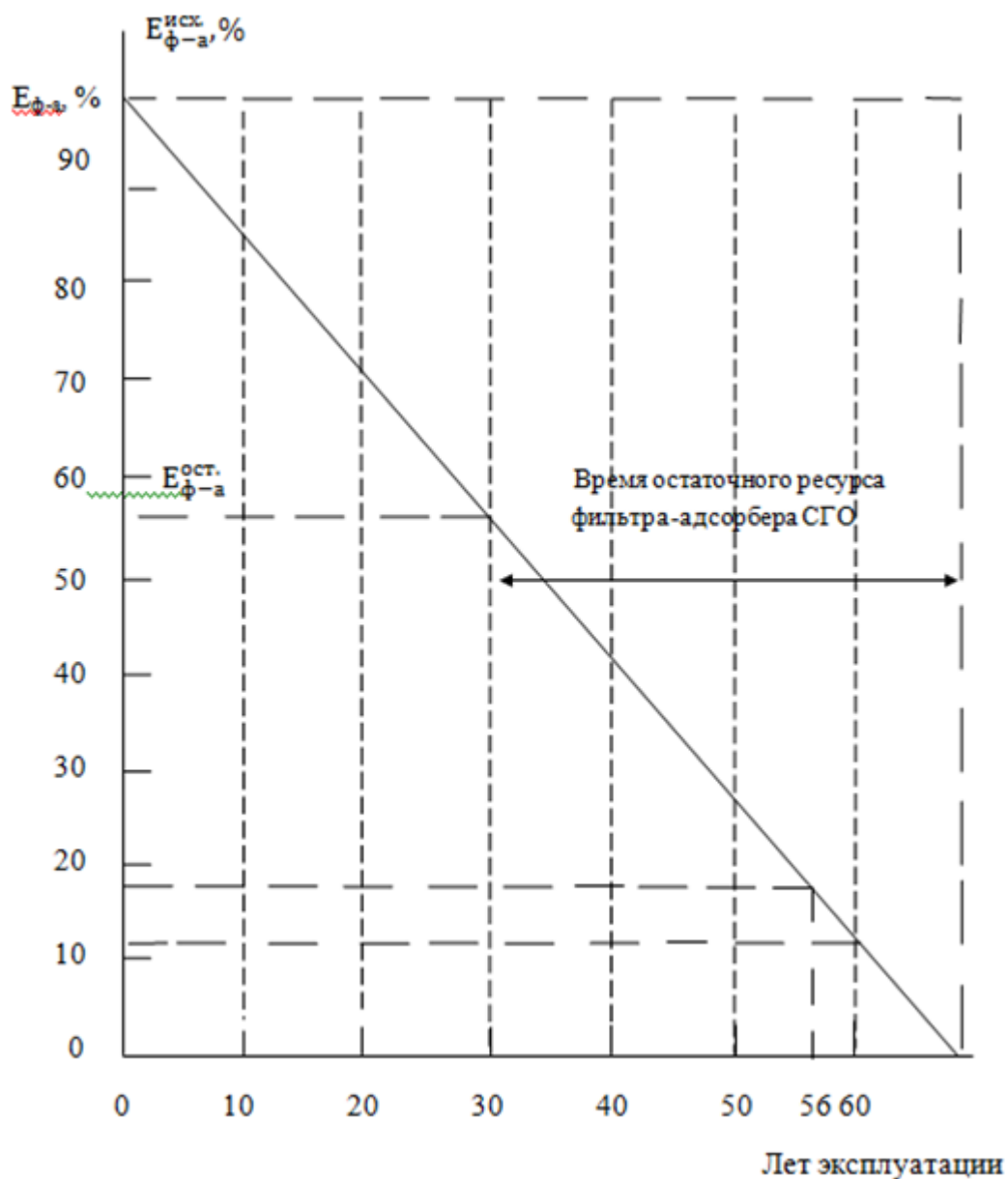


Рисунок Е.1 – График зависимости сорбционной ёмкости фильтра-адсорбера СГО от срока его эксплуатации

## Приложение Ж (справочное)

### Соотношение коэффициентов очистки к нормируемому значению с определением остаточного срока службы фильтрующего элемента

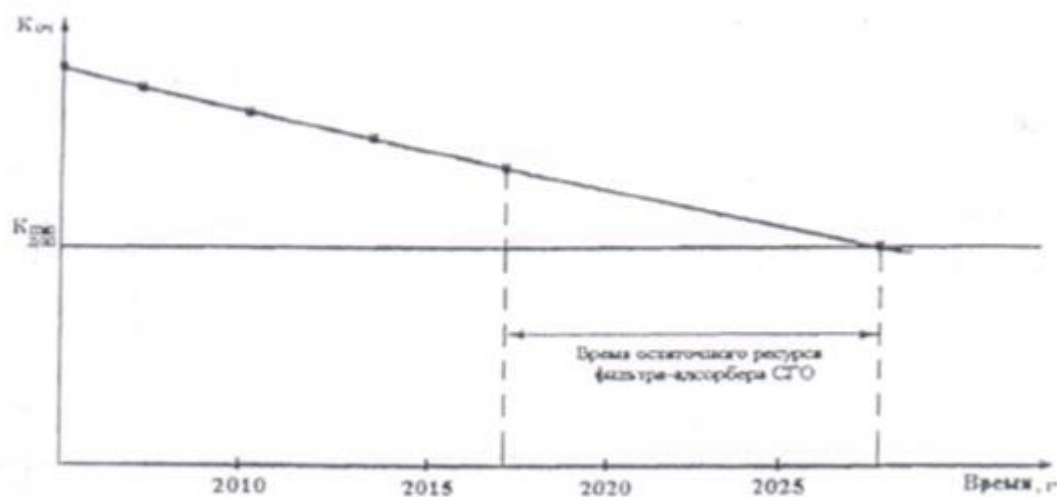


Рисунок Ж.1 – График соотношения коэффициентов очистки к нормируемому значению с определением остаточного срока службы фильтрующего элемента

## **Приложение И** (Дополнение [изм.1](#))

### **(обязательное)**

#### **Проверка эффективности очистки технологических сдувок системы спецгазоочистки**

##### **И.1 Основные положения**

*И.1.1 Проверка эффективности очистки технологических сдувок системы СГО является составной частью методического обеспечения эксплуатации систем СГО, а также оценки технического состояния и остаточного срока службы фильтрующего элемента фильтров-адсорберов. Проверка эффективности очистки технологических сдувок системы СГО проводится с целью не превышения контрольных уровней выбросов газов и оценки остаточного ресурса фильтрующего элемента фильтров-адсорберов системы СГО.*

*И.1.2 Назначение и краткое описание оборудования СГО.*

*И.1.2.1 Система СГО предназначена для удаления радиоактивных загрязнений (радионуклидов инертных газов, йода и аэрозолей) из технологических газовых сдувок.*

*В проекте СГО принята схема очистки сдувок методом сорбции при нормальной температуре. Степень очистки по активности - два порядка.*

*И.1.2.1.2 Поступающий на вход рабочей нитки газ попадает в теплообменник, охлаждаемый артезианской (или технической) водой, где его температура понижается до +20 °С. Затем газ поступает в самоочищающийся фильтр, где очищается от аэрозолей, после чего подвергается глубокой осушке.*

*Система осушки каждой нитки состоит из цеолитового фильтра и теплообменника, в котором отводится тепло, выделяющееся в процессе поглощения влаги цеолитом. Цеолитовые фильтры предназначены для «тонкой» осушки газовых сдувок за счет адсорбции влаги цеолитом. Рабочий цикл – до увеличения влажности выходящего из фильтра воздуха до 20%.*

*В составе каждой нитки предусмотрено два цеолитовых фильтра. Когда один фильтр находится в рабочем цикле, другой регенерируется или находится в резерве.*

*Для регенерации цеолита выполняется продувка фильтра горячим воздухом. Для этого подлежащий регенерации фильтр выводится из работы. Критерием для регенерации является достижение влажности воздуха за фильтром установленного предела.*

*Порядок регенерации следующий. Воздух закачивается из помещения и нагревается в электронагревателе до температуры от 400 до 450 °С. Затем горячий воздух газодувкой прокачивается через цеолитовый фильтр в противоположном рабочему потоку направлении. Цеолит разогревается, уловленная им влага десорбируется и вместе с горячим воздухом поступает в теплообменник, где конденсируется и отводится в бак-гидрозатвор. Регенерация заканчивается при достижении температуры воздуха на выходе из фильтра*

равной 150 °С и ее стабилизации. После этого фильтр отключается и остывает естественным образом. Фильтр считается готовым к работе при снижении температуры цеолита до 50 °С.

Газ после осушки поступает в фильтр-адсорбер. Адсорбер является главным элементом установки СГО, где происходит высокоэффективная очистка газа от изотопов радиоактивных инертных газов (ксенон, криптон) и радиоактивных изотопов йода методом сорбции и выдержки.

Адсорбционные колонны, загруженные сорбентом (активированным углем марки СКТ-3), позволяют достигать очень высокой степени очистки (выше 99 %). Для короткоживущих радионуклидов адсорберы действуют по принципу «вечных колонн», работающих в непрерывном режиме. В режиме «вечных колонн» срок их службы определяется только степенью износа сорбента.

Влажность до и после фильтров контролируется датчиками влажности. Запрещается эксплуатация цеолитового фильтра при повышении влагосодержания после него выше 20%.

Запрещается эксплуатация фильтра-адсорбера, загруженного активированным углем, при относительной влажности воздуха на входе в него выше 20%. Влажность угля в фильтре-адсорбере должна составлять не выше 3%.

Рабочая нитка отключается (включается резервная нитка) при наступлении любого из следующих событий:

- повышение влагосодержания после цеолитового фильтра до 20%;
- повышение активности газа после СГО выше  $7,4 \times 10^4$  Бк/л ( $20 \times 10^{-7}$  Ки/л);
- после работы цеолитового фильтра в течение 5 суток (среднее время эксплуатации цеолитового фильтра до проскока влажности).

### **И.1.3 Анализ эксплуатации системы СГО**

В соответствии с проектной документацией срок службы сорбента (активированного угля) составляет 30-50 лет. При нормальных условиях эксплуатации число циклов фильтра-адсорбера составляет до 2000. В течение года каждый фильтр-адсорбер имеет наработку до 25 фильтроциклов.

В фильтре-адсорбере в результате хроматографической сорбции инертных радиоактивных газов и радиоактивного распада устанавливается стационарный режим, при котором концентрация радиоактивного газа убывает к выходу из фильтра. Фильтр работает в режиме «вечной колонны» без регенерации. Необходимость вывода из работы фильтра-адсорбера обусловлена, в основном, фильтроциклом цеолитового фильтра.

В «вечных колоннах» одновременно с адсорбцией происходит естественный распад короткоживущих радионуклидов, задержанных в слое сорбента. Радионуклиды криптона и ксенона имеют короткие периоды полураспада в сравнении со временем движения по колонне. При объеме сорбента порядка 20 м<sup>3</sup> время задержки криптона составляет около 3,5 суток, ксенона – более 42 суток (периоды полураспада криптона-85 и ксенона-133 – 44 часа и 5,29 суток соответственно). Радиоактивный йод также практически полностью сорбируется на активированном угле. Свойства активированного угля как

сорбента определяются характером его пористой структуры, основным работающим звеном при адсорбции газов угольным сорбентом являются микропоры.

Однако, адсорбционные колонны с активированным углем боятся повышенной влажности, так как при поглощении влаги происходит существенное снижение его адсорбционных свойств по отношению к инертным газам. Так, коэффициент адсорбции криптона и ксенона на увлажненном угле существенно ниже, чем на сухом угле. Также накопление влаги приводит к слипанию частиц адсорбента.

И.1.4 На Калининской АЭС проводились работы по оценке эффективности работы системы СГО. В результате лабораторных испытаний сорбента, отобранного из каждой секции фильтров-адсорберов СГО первой очереди (блоки №1 и №2) Калининской АЭС, выявлено наличие влаги в активированном угле выше нормируемого значения. Проведена оценка коэффициентов адсорбции по криптону исходных образцов угля с каждой секции и высушенного угля. Коэффициент адсорбции после осушки угля по криптону увеличился на 20-30 %. При этом, коэффициент очистки ФА СГО соответствовал проектной документации и составлял не менее 100. На момент научно-технической оценки СГО наработка фильтров-адсорберов составляла до 175 фильроциклов и в дальнейшем фильтры-адсорберы на первой очереди Калининской АЭС отработали более 750 фильроциклов с сохранением установленной проектной документацией эффективностью. Таким образом, даже увлажнённый до 15 % активированный уголь обеспечивал эффективность работы СГО в период 30-летнего срока эксплуатации энергоблоков. Фильтрующую способность сорбента (активированного угля), отработавшего свой проектный ресурс на первой очереди Калининской АЭС, можно принять за эталон.

И.1.5 Согласно требованиям нормативных документов НП-021 и СанПиН 2.6.1.24 в процессе эксплуатации оборудования систем СГО должен осуществляться контроль состояния оборудования и периодическая проверка эффективности очистки технологических сдувок системы СГО от ИРГ и йода-131 с определением коэффициента очистки с целью непревышения контрольных уровней выбросов радиоактивных веществ.

В соответствии с распоряжением АО «Концерн Росэнергоатом» от 28.02.2017 № 9/04/822-Р [3] на энергоблоках АЭС с периодичностью один раз в три месяца должны выполняться работы по программе «Проверка эффективности очистки технологических сдувок системы СГО», а также после окончания ТОиР.

И.1.6 Целью испытаний является проверка соответствия характеристик оборудования установки спецгазоочистки проектным требованиям.

При проведении испытаний необходимо соблюдать следующие условия:

- не проводить регулирование мощности и пусковые операции на блоках;
- не проводить водообмен первого контура на блоках;
- не проводить переключения, регулирование расхода на установке дожигания водорода на блоках;
- не изменять расход подачи азота на продувку оборудования блоков, сдувки с

которых поступают на СГО.

При проведении испытаний необходимо соблюдать стабильность работы оборудования, связанного со сдувками на СГО.

*И.1.7 При необходимости проведения переключений на связанном с СГО оборудовании, изменяющих режим его работы, выполнение испытаний прекратить. Испытания продолжить только после стабилизации параметров работы оборудования и СГО, при этом испытания начать с нулевого этапа.*

*И.1.8 Испытания нитки проводить с поочередным подключением в работу на каждом этапе испытаний одного из двух цеолитовых фильтров.*

*Испытания проводить на номинальном и максимальном расходе согласно требованиям проектной документации.*

*И.1.9 Коэффициент очистки определяется по показаниям датчиков системы АКРБ и по данным спектрометрического анализа проб газа до и после установки. Результаты измерений и определения коэффициентов очистки технологических сдувок системы СГО от ИРГ и йода-131, полученные при выполнении работ по программе «Проверка эффективности очистки технологических сдувок системы СГО», используются для анализа изменения во времени коэффициентов очистки сдувок от радиоактивных газов на оборудовании системы СГО.*

*И.1.10 Полученные данные используются для оценки остаточного ресурса и принятия решения о продлении срока эксплуатации фильтрующего элемента фильтров-адсорберов системы СГО.*

*И.1.11 Степень очистки при нормальной эксплуатации должна исключить превышение контрольного уровня нормативов выбросов радиоактивных веществ, установленных действующими нормативными документами.*

*И.1.12 Нормируемое значение коэффициента очистки СГО определяется проектной организацией и составляет не менее 100.*

*И.1.13 Настоящий документ разработан в соответствии с требованиями нормативных документов, регламентирующих порядок построения, содержания и изложения методик выполнения измерений (ГОСТ 8.563, приложение Б).*

## **И.2 Методы измерений**

*И.2.1 Измерение эффективности и последующий расчет коэффициента очистки технологических сдувок системой СГО от ИРГ и йода-131 основываются на измерении объемной активности инертных радиоактивных газов и радиоактивного йода-131 в очищаемом воздухе на входе в систему и на выходе из нее.*

*И.2.2 Очистка выбросов от ИРГ и йода-131 обеспечивается прохождением технологических сдувок через фильтр-адсорбер системы СГО. Эффективность очистки от ИРГ фильтрами-адсорберами СГО определяется измерением объемной активности ИРГ до и после адсорберов с помощью блоков детектирования УДГБ-08 и УДГБ-05-01 штатных систем АКРБ-03 «Сейвал» и АСРК-2000 или аналогичных средств измерения.*



*И.2.3 Измерения объемной активности йода-131 выполняются при отборе проб на аналитические фильтры с использованием гамма-спектрометра «Прогресс-2000» с блоком детектирования БДЭГ или аналогичных средств измерения.*

*И.2.4 При выполнении лабораторных измерений приготовление счетных образцов осуществляется путем отбора и прокачки проб воздуха, отбираемого из технологической системы до и после фильтра-адсорбера, через комбинированные фильтры (АФА-РМП-20 и СФЛ-2И-50).*

*И.2.5 Процедура отбора проб выполняется с помощью штатного пробоотборного оборудования.*

### ***И.3 Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы***

*И.3.1 При выполнении измерений объемных активностей ИРГ и йода-131 в газовых сдувках применяют средства измерения (СИ) и технические средства. Примерный перечень средств измерений и технических средств приводится ниже.*

*И.3.1.1 Средства измерений и другие технические средства при выполнении измерений объемных активностей инертных радиоактивных газов:*

*а) измерительные комплексы аппаратуры контроля радиационной обстановки АКРБ-03 и АСРК-2000 с устройствами детектирования:*

- УДГБ-08,*
- УДГБ-05-01;*

*б) штатное пробоотборное оборудование в комплекте:*

- ротаметры с местными показаниями,*
- комбинированные фильтры (АФА-РМП-20 и СФЛ-2И-50).*

*И.3.1.2 Средства измерений и другие технические средства при выполнении измерений объемных активностей радионуклида Иод-131:*

*гамма – спектрометрический комплекс «Прогресс-2000» в комплекте с блоком детектирования БДЭГ.*

*И.3.2 Допускается применение других средств измерений с аналогичными метрологическими характеристиками. Допускается применение других фильтров и фильтровальных лент с аналогичными техническими характеристиками.*

*И.3.3 Применяемые средства измерения блоки и устройства детектирования должны иметь метрологическую поверку, а также должны иметься аттестованные методики измерений каналов радиационного контроля автоматизированных систем АСРК, включая программные средства в соответствии с требованиями действующих нормативных актов.*

### ***И.4 Требования безопасности труда и охрана окружающей среды***

*При проведении работ для обеспечения безопасности труда и исключения распространения радиоактивных веществ должны соблюдаться требования следующих документов:*

*СанПиН 2.6.1.25239;*

*СП 2.6.1.2612;*

ГОСТ 12.1.005.

Все работы должны выполняться персоналом, допущенным к работе с источниками ионизирующего излучения.

### **И.5 Требования к квалификации персонала**

К выполнению измерений и обработке их результатов допускаются дозиметристы ОРБ с квалификационной характеристикой не ниже 4 разряда, начальники смен ОРБ, инженеры ОРБ после сдачи экзаменов по радиационной безопасности и охране труда.

Персонал должен знать инструкцию по эксплуатации приборов радиометрического контроля.

### **И.6 Требования к условиям измерений**

И.6.1 Выполнение измерений активности ИРГ и йода-131 в газовой среде должно проводиться в режиме отбора проб и прокачки проб воздуха с помощью штатного пробоотборного оборудования через аналитические аэрозольные фильтры и измерительные камеры устройств детектирования. Скорость прокачки контролируемой среды через фильтр в диапазоне  $(1,2 \pm 0,04)$  м<sup>3</sup>/ч  $((20,0 \pm 0,6)$  л/мин).

И.6.2 Условия внешней среды при работе блоков (устройств) детектирования радиометрических установок должны соответствовать требованиям технической документации на приборы.

И.6.3 Условия при выполнении измерений на гамма-спектрометре «Прогресс-2000»:

- температура окружающего воздуха - от 10 °С до 35 °С;
- относительная влажность воздуха не более 90%;
- фон гамма-излучения не выше 0,25 мкЗв/ч;
- отсутствие постоянных и (или) переменных магнитных полей напряженностью более 40 А/м.

### **И.7 Подготовка к выполнению измерений**

#### **И.7.1 Подготовка к выполнению измерений**

И.7.1.1 Перед началом измерений проверить наличие свидетельств о поверке средств измерения.

И.7.1.2 Проверить режимы работы соответствующих блоков детектирования, проверить работоспособность всех узлов пробоотборных устройств.

И.7.1.3 Проверить аналитические фильтры, фильтровальные ленты - не допускаются любые механические повреждения и нарушения плотности фильтра.

И.7.1.4 Установить комбинированный фильтр в фильтродержатель штатной пробоотборной линии.

*И.7.1.5 Провести подготовку оборудования для измерения объемной активности ИРГ до и после фильтра-адсорбера системы СГО в соответствии с действующей Инструкцией по эксплуатации.*

## **И.7.2 Выполнение измерений**

*И.7.2.1 Измерение объемной активности радионуклидов ИРГ с помощью устройства детектирования УДГБ-08, УДГБ-05-01 ЦИИСРК АКРБ-03 "Сейвал" и АСРК-2000 или на аналогичных средствах измерения проводить в соответствии с действующей Инструкцией по эксплуатации.*

*И.7.2.2 Выполнение измерений активности радионуклидов йода-131 блоком детектирования БДЭГ гамма-спектрометрического комплекса «Прогресс-2000» или на аналогичных средствах измерения проводить в следующей последовательности:*

- изъять комбинированные фильтры из фильтродержателей до и после фильтров-адсорберов системы СГО через установленный регламентом ОРБ период времени;

- выполнить измерения активности на гамма-спектрометре. Зарегистрировать результаты измерений.

*И.7.2.3 Измерения выполнять в соответствии с аттестованной методикой МВИ 15.1.4-07 «Методика измерения активности гамма-излучающих нуклидов в счетных образцах».*

## **И.8 Обработка результатов измерений**

### **И.8.1 Определение эффективности очистки**

*И.8.1.1 Критерий «Эффективность очистки» определяется по проскоку активности (С) ИРГ и йода-131 через систему СГО. Критерий определяется по формуле (13.1) и равен отношению объемной активности этих компонентов на выходе фильтра-адсорбера системы СГО к объемной активности на входе фильтра-адсорбера*

$$C = A_{\text{ПФ}} / A_{\text{ДФ}} \quad (13.1)$$

*где  $A_{\text{ДФ}}$  – объемная активность (ИРГ и йод-131) до фильтра-адсорбера системы СГО, Бк/м<sup>3</sup>;*

*$A_{\text{ПФ}}$  – объемная активность (ИРГ и йод-131) после фильтра-адсорбера системы СГО, Бк/м<sup>3</sup>.*

*И.8.1.2 Эффективность очистки (Е, %) системы СГО для ИРГ и йода-131 определяется по формуле (13.2) и равна отношению объемной активности этих компонентов, сорбированных (задержанных) в фильтре-адсорбере системы СГО к объемной активности на входе фильтра-адсорбера*

$$E = \frac{A_{\text{ДФ}} - A_{\text{ПФ}}}{A_{\text{ДФ}}} 100 = (1 - C) \cdot 100. \quad (13.2)$$

### **И.8.2 Определение коэффициента очистки**

*И.8.2.1 Наряду с эффективностью, для определения работоспособности СГО необходимо определять «Коэффициент очистки» (**Коч**) системы СГО для ИРГ и йода-131. Коэффициент очистки определяется по формуле (13.3) и равен отношению объемной активности этих компонентов на входе фильтра-адсорбера системы СГО к объемной активности на выходе фильтра-адсорбера*

$$K_{Oч} = A_{дф} / A_{пф} \quad (13.3)$$

*где  $A_{дф}$  – объемная активность (ИРГ и йод-131) до фильтра-адсорбера системы СГО, Бк/м<sup>3</sup>;*

*$A_{пф}$  – объемная активность (ИРГ и йод-131) после фильтра-адсорбера системы СГО, Бк/м<sup>3</sup>.*

*Результаты расчетов необходимо зарегистрировать в соответствующей отчетной документации, принятой на АС.*

*В случае, когда полученный результат измерений ниже порога чувствительности средств измерений, в документации выполнить запись - «н/ч».*

## **И.9 Требования к показателям точности средств измерений**

*Оперативный контроль точности измерений проводится путем контроля работоспособности всех средств измерений перед началом выполнения измерений. Процедура контроля работоспособности средств измерений должна соответствовать руководству по эксплуатации приборов.*

*Периодический контроль точности измерения обеспечивается своевременной проверкой средств измерения.*

## **И.10 Оформление результатов испытаний**

*Результаты испытаний фильтров–адсорберов системы СГО оформляются в отчетной документации, принятой на АС, и подписанной лицами, ответственными за проведение испытаний.*

## **И.11 Оценка остаточного срока службы фильтрующего элемента фильтров-адсорберов систем СГО**

*И.11.1 Результаты измерения и последующий расчет коэффициентов очистки технологических сдувок в фильтре–адсорбере системы СГО от ИРГ и йода-131 используются для анализа изменения во времени полученных коэффициентов очистки.*

*И.11.2 Строится график зависимости во времени коэффициентов очистки от ИРГ и йода –131 в координатах «Коэффициент очистки – Время». Используя точечную аппроксимацию этого графика во времени производится экстраполяция графика до пересечения с линией минимально допустимой величины коэффициента очистки. Отрезок времени между датой последнего измерения коэффициента очистки и датой, при которой экстраполяция графика достигает пересечения с линией минимально допустимой величиной коэффициента очистки ( $K_{\min \text{ доп}}$ ) и*

*является остаточным временем (сроком) использования фильтра–адсорбера в системе СГО. Остаточный срок службы фильтрующего элемента фильтра–адсорбера СГО определяет допустимое количество фильтроциклов фильтра–адсорбера СГО (см. рисунок Ж.1, приложение Ж).*

*И.11.3 Коэффициент очистки, полученный в результате экстраполяции проанализировать на соответствие требованиям проектной и эксплуатационной документации. Результаты анализа необходимо оформить отчетом об оценке остаточного ресурса фильтрующего элемента фильтров-адсорберов системы СГО.*

*И.11.4 С учетом полученных результатов и на основании отчета об оценке остаточного ресурса фильтрующего элемента фильтров-адсорберов системы СГО оформить решение эксплуатирующей организации о продлении срока эксплуатации фильтрующего элемента фильтров-адсорберов системы СГО на период одной топливной кампании и дальнейшей периодичности контроля или о замене/восстановлении фильтрующего элемента фильтров-адсорберов системы СГО в период ППР.».*

## Библиография

- |   |   |
|---|---|
| <p>[1] Приказ АО «Концерн<br/>Росэнергоатом»<br/>от 11.08.2017 № 9/1084-П</p>             | <p>План дополнительных мероприятий по устранению<br/>нарушений по результатам внеплановой проверки АО<br/>«Концерн Росэнергоатом» комиссией Ростехнадзора</p> |
| <p>[2] Приказ АО «Концерн<br/>Росэнергоатом»<br/>от 28.12.2016 № 9/1770-П</p>             | <p>Об утверждении плана мероприятий</p>   |
| <p>[3] Распоряжение<br/>АО «Концерн<br/>Росэнергоатом»<br/>от 28.02.2017 № 9/04/822-Р</p> | <p>О временном порядке продления срока эксплуатации<br/>фильтрующего элемента фильтров-адсорберов СГО</p>   |

## **Лист согласования**

### **МТ 1.1.4.02.002.1417-2018 «Определение допустимого количества фильтроциклов и оценка остаточного срока службы фильтрующего элемента фильтров-адсорберов системы спецгазоочистки. Методика»**

Первый заместитель директора  
по производству и эксплуатации  
АЭС - директор Департамента по  
эксплуатации АЭС и управления  
ядерным топливом

О.Г. Черников

Заместитель директора по производству  
и эксплуатации АЭС - директор  
Департамента инженерной поддержки

Ю.П. Тетерин

Заместитель директора департамента -  
руководитель Управления по  
эксплуатации АЭС с реакторами ВВЭР

О.А. Айдемиров

Нормоконтролер

М.А. Михайлова

## Лист согласования

### **МТ 1.1.4.02.002.1417-2018 «Определение допустимого количества фильтроциклов и оценка остаточного срока службы фильтрующего элемента фильтров-адсорберов системы спецгазоочистки. Методика»**

И.о. заместителя главного инженера филиала «Балаковская атомная станция»	исх. № 9/ф01/ЗГИип/440-вн от 15.12.2017	В.Н. Гудеменко
Главный инженер филиала «Билибинская атомная станция»	исх. № 9/ф03/02/1570-вн от 15.12.2017	А.Р. Кузнецов
Главный инженер филиала «Калининская атомная станция»	передано по e:mail	А.П. Румянцев
Главный инженер филиала «Кольская атомная станция»	передано по e:mail	В.А. Матвеев
Главный инженер филиала «Ленинградская атомная станция»	исх. № 9/ф09/01/32313-вн от 21.12.2017	К.Г. Кудрявцев
Главный инженер филиала «Ростовская атомная станция»	передано по e:mail	А.Б. Горбунов



## Лист визирования

### МТ 1.1.4.02.002.1417-2018 «Определение допустимого количества фильтроциклов и оценка остаточного срока службы фильтрующего элемента фильтров-адсорберов системы спецгазоочистки. Методика»

От АО «ГНЦ РФ - ФЭИ»:

Заместитель Генерального директора  
– директор Отделения физико-  
химических технологий, к.т.н.



В.П. Мельников

Заместитель директора Отделения  
физико-химических технологий по  
науке и технологиям, к.т.н., доцент



Р.Ш. Асхадуллин

Начальник лаборатории физ-химии  
очистки сред



А.М.Посаженников

Ведущий научный сотрудник, к.т.н.



И.В.Ягодкин

Нормоконтролер



И.И. Иванов