

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ИЗДЕЛИЯ ЯДЕРНОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

АППАРАТУРА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ОБОЛОЧЕК ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ И МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

ГОСТ 27297—87
(СТ СЭВ 5490—86)

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 620.165.29.05:621.039.517—762:006.354 Группа Ф28

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Изделия ядерного приборостроения

АППАРАТУРА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ОБОЛОЧЕК ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

Общие технические требования и методы испытаний

Nuclear instrument making items.
Control equipment for shell states of fuel elements of nuclear reactors.
General technical requirements and test methods

ОКП 43 6243

ГОСТ 27297—87

(СТ СЭВ 5490—86)

Срок действия с 01.01.88
до 01.01.93

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на аппаратуру контроля состояния оболочек (далее — КСО) тепловыделяющих элементов (далее — твэлов) для работающих и остановленных водо-водяных ядерных реакторов атомных электростанций и атомных станций теплоснабжения (далее — АС), предназначенную для обнаружения появления дефектов в оболочках твэлов, вызывающих утечку в теплоноситель радионуклидов деления или ядерного топлива, прослеживания за развитием этих дефектов и обнаружения тепловыделяющих сборок (далее — ТВС) с дефектными твэлами путем контроля объемной активности теплоносителя и других технологических сред или изменения плотности потока ионизирующего излучения с использованием узлов, блоков и устройств детектирования (далее — УД) с импульсным выходом.

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. Аппаратура КСО должна изготавливаться в соответствии с требованиями настоящего стандарта, а также ГОСТ 12997—84.

1.2. Аппаратура должна обеспечивать выполнение следующих основных функций.

1.2.1. Непрерывный контроль активности одного или группы радионуклидов деления в коммуникациях первого контура или изменения плотности потока излучения, свидетельствующего о появлении или изменении утечки радионуклидов из твэлов в теплоноситель реактора.

1.2.2. Периодический контроль активности отдельных радионуклидов деления в теплоносителе первого контура, позволяющий

Издание официальное Перепечатка воспрещена
© Издательство стандартов, 1987

получать информацию о состоянии оболочек твэлов и характере дефектов в них.

1.2.3. Получение данных, представляющих возможность обнаружения района с дефектными твэлами в активной зоне работающего реактора.

1.2.4. Контроль ТВС после остановки реактора для отбраковки ТВС с дефектными твэлами, в том числе контроль с использованием специального оборудования отбора и подготовки проб.

1.3. Набор технических средств, выполняющий любую из перечисленных функций, должен включать в себя.

1.3.1. Устройства детектирования.

1.3.2. Устройства накопления, обработки, отображения информации, предварительной и аварийной сигнализации.

1.3.3. Устройства проверки работоспособности технических средств контроля.

1.4. Аппаратура КСО должна проектироваться с учетом конкретного типа реактора.

1.5. Аппаратура КСО может содержать наряду со средствами измерений и технические средства, не являющиеся средствами измерений.

1.6. В средствах измерений КСО должны нормироваться и определяться следующие параметры и характеристики:

параметры выходных сигналов УД;

номенклатура контролируемых радионуклидов и (или) энергетический диапазон ионизирующего излучения;

энергетическое разрешение аппаратуры, в состав которой входят спектрометрические УД;

диапазоны, в которых проводится КСО;

чувствительность;

предел допускаемой основной погрешности;

дополнительные погрешности, обусловленные отклонением влияющих величин от нормальной области их значений;

быстродействие (для наборов технических средств непрерывного контроля);

нестабильность (для наборов технических средств непрерывного контроля);

время установления рабочего режима;

значения предупредительных и аварийных сигналов (для технических средств непрерывного контроля);

устойчивость к механическим и прочность к сейсмическим воздействиям;

устойчивость и прочность к воздействию климатических факторов;

параметры надежности;

электрическая прочность.

1.7 Значения параметров и характеристик отдельных наборов технических средств, входящих в аппаратуру КСО, должны определяться для каждого конкретного набора.

1.8. Основными параметрами выходных сигналов УД должны быть амплитуда импульса, его длительность (длительность переднего фронта) и полярность.

Амплитуда импульса должна нормироваться в вольтах или в вольтах на джоуль и определяться по входным параметрам конкретной регистрирующей аппаратуры и (или) стандартами, устанавливающими значения амплитуды импульса на конкретные УД.

1.9. Вид регистрируемого излучения, контролируемые радионуклиды и энергетический диапазон регистрации определяют в зависимости от метода определения состояния оболочек твэлов и обнаружения ТВС с дефектными твэлами, принятой для конкретного реактора.

В составе контролируемых радионуклидов должны быть радионуклиды йода.

Начальные и конечные значения энергетического диапазона в джоулях должны выбираться из двоично-десятичного ряда чисел:

$$\ldots\ldots\ldots 10^i;\ 2\cdot 10^i;\ \frac{10^{i+1}}{2};\ 10^{i+1}\ldots\ldots\ldots,$$

где i — целое положительное или отрицательное число.

Примечание. Энергетический диапазон определяют только для технических средств, действие которых основано на регистрации физических величин ионизирующих излучений.

1.10. Энергетическое разрешение спектрометрических УД или наборов технических средств, включающих такие устройства, должно быть определено в килоэлектрон-вольтах (например, при использовании полупроводникового детектора) или в процентах от регистрируемой энергии (например при использовании сцинтилляционного детектора). При этом должна указываться энергия излучения, для которой определяется разрешение. В необходимых случаях приводят зависимость энергетического разрешения от регистрируемой энергии, которую допускается задавать в виде таблицы, или аналитической функции (но не в виде графика).

Значения энергетического разрешения должны определяться стандартами на конкретные УД.

1.11. Значения чувствительности, диапазонов контроля и предела допускаемой основной погрешности аппаратуры КСО должны обеспечивать необходимую информацию для оценки состояния оболочек твэлов и обнаружения ТВС с дефектными твэлами.

1.11.1. Чувствительность конкретного набора технических средств аппаратуры КСО должна выражаться при контроле:

активности радионуклидов — в ($с^{-1} \cdot Бк^{-1}$);
объемной активности радионуклидов — в ($с^{-1} \cdot Бк^{-1} \cdot м^3$);
потоку ионизирующих частиц — безразмерно;
плотности потока ионизирующих частиц — в ($м^2$),
т. к. отсчет и частица величины безразмерные.

1.11.2. Значения пределов допускаемой основной погрешности ($\Delta_{осн}$) должны выбираться из ряда чисел 10, 15, 25, 40, 60%.

1.11.3. Нижний предел диапазона контроля аппаратуры КСО должен обеспечивать контроль объемных активностей радионуклидов или плотности потока ионизирующего излучения на работающем реакторе, начиная с уровней, обусловленных проектным значением поверхностного загрязнения активной зоны ядерным горючим.

Верхний предел диапазона контроля должен быть выше предельно допустимых уровней активностей или плотностей потока, установленных для реактора, не менее чем в два раза.

1.11.4. Весь диапазон контроля может быть разбит на несколько поддиапазонов.

Значения верхних и нижних пределов диапазонов и поддиапазонов контроля в единицах, принятых для данного набора технических средств, должны выбираться из двоично-десятичного ряда чисел:

$$\ldots 10^i;\ 2 \cdot 10^i;\ \frac{10^{i+1}}{2};\ 10^{i+1} \ldots\ldots,$$

где i — любое целое число.

1.12. Дополнительные погрешности наборов технических средств в долях от основной погрешности при изменении влияющих величин в пределах рабочей области не должны превышать:

при изменении напряжения питания от минус 15 до плюс 10%	$\pm 0{,}33\ \Delta_{осн}$
при изменении температуры окружающей среды от нормальной	$\pm 0{,}5\ \Delta_{осн}$ на каждые 10°С
при изменении влажности	$\pm 0{,}33\ \Delta_{осн}$
при изменении давления окружающей среды	$\pm 0{,}5\ \Delta_{осн}$

1.13. Быстродействие набора технических средств непрерывного контроля не должно превышать 50 с, его значение выбирается из ряда 1, 2, 5, 10,20, 50 с.

1.14. Время установления рабочего режима должно быть определено для каждого набора технических средств и не должно превышать 1 ч.

1.15. Нестабильность показаний наборов технических средств за 24 ч непрерывной работы не должна превышать 0,33 предела допускаемой основной погрешности.

1.16. Технические средства непрерывного контроля должны обеспечивать выдачу информации об уровне контролируемых активностей или плотностях потока ионизирующего излучения, а также выдачу сигналов о превышении установленных уровней активностей или плотности потока излучения. Должна быть предусмотрена возможность установки порогов предупредительной и аварийной сигнализации на любое значение диапазона контроля.

1.17. Требования к конструкции

1.17.1. Конструкция УД должна обеспечивать работоспособность детекторов в условиях места их расположения. УД должны быть защищены от возможного радиоактивного загрязнения или предусмотрена возможность их дезактивации.

1.17.2. Конструкция УД, работающих под давлением контролируемой среды или использующих охлаждение водой или газом, должна обеспечивать безопасность и надежность их эксплуатации. Эти УД должны быть испытаны на работоспособность под давлением, превышающим проектное давление среды не менее чем в 1,5 раза.

1.17.3. Конструкция аппаратуры должна обеспечивать замену электронных блоков, детекторов и других составляющих на запасные.

1.17.4. Конструктивное исполнение технических средств непрерывного контроля по п. 1.3.2 должно допускать их установку на щитах или пультах, а для технических средств периодического контроля — возможность компоновки аппаратуры в автономных стойках.

1.17.5. Наборы технических средств, содержащие УД, расположенные в необслуживаемых помещениях, должны иметь возможность дистанционной проверки их работоспособности.

1.17.6. Для повышения устойчивости к сейсмическому воздействию рекомендуется проектировать технические средства с низшей резонансной частотой более 20 Гц.

1.18. Требования по устойчивости и прочности при механических воздействиях

1.18.1. По устойчивости к механическим воздействиям вся аппаратура КСО, за исключением входящих в нее устройств вычислительной техники, должна соответствовать требованиям ГОСТ 12997—84 группе L1 или N1.

1.18.2. Аппаратура КСО, за исключением входящих в нее устройств вычислительной техники, должна выдерживать сейсмические воздействия, эквивалентные воздействиям вибраций с параметрами, приведенными в таблице. К аппаратуре не предъявляют требования работоспособности во время сейсмических воздействий. После этих воздействий допускается замена отдельных блоков аппаратуры.

Частота, Гц	5	6	8	12	16	18	20	22	24	26
Ускорение, м/с²	11	15	15	15	15	13,2	11,2	9,4	7,5	5,0

Продолжение

Частота, Гц	28	30	32	36	38	40	47	48	50
Ускорение, м/с²	3,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8

1.18.3. Аппаратура КСО во время эксплуатации не должна подвергаться ударам и нормы ударопрочности для нее не устанавливают.

1.19. Требования к устойчивости по воздействию климатических факторов

1.19.1. Аппаратура КСО должна быть устойчива к воздействию следующих климатических факторов: температуры — от 10 до 35°С, относительной влажности — от 30 до 80%, давления — от 86 до 106 кПа.

1.19.2. УД аппаратуры КСО, устанавливаемые в необслуживаемые помещения, должны быть устойчивы к воздействию температуры до 55°С, влажности до 100% с конденсацией и давления до 125 кПа.

1.20. Требования к тепло- и холодопрочности аппаратуры КСО

1.20.1. Все технические средства аппаратуры КСО, за исключением полупроводниковых детекторов и устройств, содержащих воду, должны быть прочными при воздействии температуры минус 15°С или плюс 40°С в течение 4 ч.

1.20.2. Скорость изменения температуры не должна превышать 10°С за 1 ч.

1.21. Требования к надежности

1.21.1. Технические средства аппаратуры КСО, предназначенные для работы в непрерывном режиме и размещаемые в необслуживаемом помещении, должны иметь среднюю наработку на отказ и среднюю наработку до отказа не менее времени недоступности в помещение, т. е. 10 000 или 20 000 ч (в зависимости от проектного режима эксплуатации реактора).

1.21.2. Для технических средств аппаратуры КСО, устанавливаемых в обслуживаемых помещениях, средняя наработка на отказ и средняя наработка до отказа должны быть не менее 2000 ч.

1.21.3. Средний ресурс технических средств аппаратуры КСО, предназначенных для работы в непрерывном режиме, должен быть не менее 50 000 ч.

1.21.4. Средний ресурс технических средств аппаратуры КСО, предназначенных для работы в циклическом режиме, должен быть не менее 20 000 ч.

1.21.5. Средний срок службы всей аппаратуры КСО — не менее 6 лет.

1.21.6. Средняя оперативная трудоемкость технического обслуживания или ремонта для каждого набора технических средств, выполняющего одну из основных функций — не более 200 нормочасов в год.

1.21.7. В целях повышения надежности работы аппаратуры КСО каждый набор технических средств, выполняющий одну из основных функций контроля, должен иметь автономное средство индикации.

1.21.8. В наборы технических средств непрерывного контроля рекомендуется включать резервный канал устройств обработки и индикации.

1.22. Все технические средства аппаратуры КСО должны обеспечивать рабочие параметры при питании от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В $^{+10}_{-15}$ % и (или) трехфазной сети 380/220 В $^{+10}_{-15}$ % с частотой 50 Гц±2%, коэффициенте высших гармоник не более 5%, отклонения фазового угла напряжения не более ±5%.

1.23. Электрическая прочность изоляции между корпусом и изолированными от корпуса по постоянному току электрическими цепями должна выдерживать в течение 1 мин без пробоя испытательное напряжение 1500 В (эффективное значение). Сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм.

1.24. Требования к транспортированию и хранению

Аппаратура КСО должна соответствовать требованиям к хранению и обладать прочностью при транспортировании в соответствии с ГОСТ 12997—84. Транспортирование аппаратуры КСО должно допускаться любым видом транспорта, кроме воздушного, при температуре внешней среды от плюс 40°С до минус 40°С.

2. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

2.1. Общие положения

2.1.1. Определение состояния оболочек твэлов и обнаружение ТВС с дефектными твэлами осуществляют на основании результатов контроля объемной активности технологических сред и плотности потока ионизирующего излучения по методике, индивидуальной для каждого типа реактора.

2.1.2. Каждый набор технических средств, выполняющий одну из основных функций контроля, должен быть испытан перед поставкой на заводе-изготовителе по параметрам и характеристикам, указанным в п. 1.6.

2.1.3. При проведении испытаний аппаратуры КСО следует руководствоваться правилами работы с радиоактивными веществами, нормами радиационной безопасности и правилами работы с электроустановками.

2.1.4. Перед проверкой параметров и характеристик, указанных в п. 1.6, вся аппаратура КСО должна быть проверена на соответствие конструкторской документации путем внешнего осмотра, сличения с чертежами и схемами проверки комплектности.

2.1.5. Для испытаний аппаратуры КСО используют стандартные оборудование и аппаратуру: стенды транспортной тряски и вибростенды, камеры влаги, тепла и холода, весы, линейки, штангенциркуль, генератор, цифровой вольтметр, осциллоскоп, измеритель частоты, ваттметр и т. д.

2.1.6. Испытания аппаратуры должны проводиться при помощи образцовых закрытых источников ионизирующих излучений. Для проверки наборов технических средств, основанных на регистрации гамма- и бета-излучения, образцовые источники ионизирующих излучений должны выбираться из следующего перечня радионуклидов: натрия-22; калия-42; кобальта-57, 58, 60; цинка-65; иттрия-88; стронция-90+иттрия-90; йода-131; бария-133; цезия-137; европия-152, 154; ртути-203. Для проверки наборов технических средств, основанных на регистрации нейтронного излучения, должны использоваться полоний-бериллиевые источники нейтронов.

2.1.7. Если аппаратура включает в себя контрольные источники ионизирующих излучений, то использование их при испытаниях допускается только в том случае, если они были поверены по образцовым источникам.

2.1.8. Погрешность приборов, аппаратуры и мер, используемых для испытаний, не должна превышать $^1/_3$ предела допускаемой основной погрешности для испытуемой аппаратуры.

2.1.9. При всех испытаниях статистическая погрешность измерения не должна превышать 0,1 предела допускаемой основной погрешности аппаратуры.

2.1.10. Все испытания, если это не оговорено особо, проводят в нормальных условиях по ГОСТ 12997—84 после выхода аппаратуры на рабочий режим.

2.1.11. Если позволяет методика испытаний и испытательное оборудование, то отдельные виды испытаний, проводимых в нормальных условиях, могут быть совмещены. Последовательность испытаний при необходимости может быть изменена, но климати-

ческие испытания должны предшествовать механическим испытаниям.

2.2. Проверка основных параметров выходных сигналов от УД

Основные параметры выходных сигналов УД: полярность, амплитуду, длительность и длительность переднего фронта проверяют путем визуального контроля на осциллоскопе.

2.3. Проверка энергетического разрешения

Проверку энергетического разрешения как УД, так и спектрометров, входящих в состав аппаратуры КСО, проводят по ГОСТ 26874—86.

2.4. Проверка чувствительности

2.4.1. Для измерений используют два образцовых источника излучения, отличающихся друг от друга по активности в 10—100 раз, или один источник излучения, помещаемый относительно детектора в двух различных геометриях измерения, таких чтобы плотность потока излучения от источника на детектор отличалась в 10—100 раз. Плотности потока излучения M_1, M_2 должны быть предварительно измерены образцовыми приборами.

2.4.2. Проводят определение (N_{i1} и N_{i2}) числа отсчетов, отнесенное к единице времени (скорость счета), для двух источников излучения, активностью A_1 и A_2, или для двух геометрий измерений и для $n \geqslant 10$ таких измерений определяют средние значения скоростей счета ($\overline{N}_1$) и ($\overline{N}_2$) по формулам:

$$\overline{N}_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{i1}}{n} \quad (1); \qquad \overline{N}_2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{i2}}{n}. \quad (2)$$

2.4.3. Чувствительность определяют как отношение разности скоростей счета к разности активностей источников

$$\left(\frac{\overline{N}_1 - \overline{N}_2}{A_1 - A_2} \right),$$

т. е. как число отсчетов на единицу активности или как отношение разности скоростей счета к разности плотностей потоков

$$\left(\frac{\overline{N}_1 - \overline{N}_2}{M_1 - M_2} \right).$$

2.4.4. В том случае, когда применяемый в наборе технических средств детектор имеет существенную зависимость чувствительности от энергий излучения, но не является спектрометрическим, чувствительность определяют по нескольким образцовым источникам излучения. Эти источники выбирают таким образом, чтобы получаемый набор энергий гамма-квантов позволил построить

кривую зависимости чувствительности от энергии для всего энергетического диапазона.

2.4.5. Для наборов технических средств, являющихся спектрометрическими устройствами, интегральную нелинейность определяют по ГОСТ 26874—86.

Примечание. В случае необходимости для наборов технических средств непрерывного контроля в реальных условиях эксплуатации на объекте применения по методам, приведенным в приложении 1, может быть уточнено значение чувствительности и определено значение минимального регистрируемого аппаратурой изменения контролируемого параметра.

2.5. Проверка состава контролируемых радионуклидов и (или) контролируемого энергетического диапазона ионизирующего излучения

2.5.1. Проверку состава контролируемых радионуклидов сводят также к проверке контролируемого энергетического диапазона. При этом за контролируемый энергетический диапазон принимают минимальный диапазон энергий гамма-излучения, в который укладываются все основные энергии гамма-квантов, по которым ведется контроль.

2.5.2. Проверку контролируемого энергетического диапазона проводят с использованием образцовых источников гамма-излучения. Выбирают несколько источников, у которых энергия их гамма-квантов находилась в начале, в середине и в конце контролируемого энергетического диапазона.

2.5.3. Для каждого из выбранных образцовых источников проводят измерение скорости счета в одной из геометрий измерения, в которых проводилась проверка чувствительности.

По полученным ранее значениям чувствительности и скорости счета определяют активность используемых источников или плотность потока излучения и сравнивают их рассчитанные значения с паспортными данными источников.

2.5.4. Для наборов технических средств, являющихся спектрометрическими, определяют диапазон энергий регистрируемого излучения по ГОСТ 26874—86.

2.6. Проверка основной погрешности

2.6.1. Для наборов технических средств, не являющихся спектрометрическими, проверку основной погрешности совмещают с проверкой чувствительности по п. 2.4.

Основную погрешность ($\Delta_{осн.}$) в процентах определяют как среднее квадратическое отклонение разностей $N_{i1} - N_{i2}$, полученных при i-м измерении 1 и 2-го источников, от значения $\overline{N}_1 - \overline{N}_2$ по формуле

$$\Delta_{осн} = \frac{1}{\overline{N}_1 - \overline{N}_2} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} [(N_{i1} - N_{i2}) - (\overline{N}_1 - \overline{N}_2)]^2}{n-1}} \cdot 100. \qquad (3)$$

2.6.2. Для наборов технических средств, являющихся спектрометрическими, основную погрешность определяют по ГОСТ 26874—86.

2.7. Проверка дополнительных погрешностей

2.7.1. При проверке дополнительных погрешностей достаточно использовать один источник, энергия излучения которого лежит в пределах контролируемого энергетического диапазона.

Для определения любой дополнительной погрешности измеряют скорость счета N_0 от образцового источника в нормальных условиях и скорость счета N_i от этого же источника в той же геометрии при одном из предельных значений изменяемого параметра. Дополнительную погрешность ($\Delta_{i\,\text{доп}}$) в относительных единицах определяют по формуле

$$\Delta_{i_{\text{доп}}} = \frac{N_i - N_0}{N_0}. \qquad (4)$$

2.7.2. Определение дополнительной погрешности при измерении напряжения электрического питания аппаратуры проводят для допустимых значений напряжений 242 и 187 В.

2.7.3. Определение дополнительной погрешности при изменении температуры проводят для крайних значений (повышенной и пониженной) температуры. Если для набора технических средств, выполняющих одну из функций контроля, предусмотрено размещение УД и регистрирующей аппаратуры в разных помещениях, то определение дополнительной погрешности проводят отдельно для УД (регистрирующая аппаратура в нормальных условиях) и для регистрирующей аппаратуры (УД в нормальных условиях).

В этом случае дополнительная погрешность набора технических средств определяется как сумма модулей двух погрешностей.

2.7.4. Время пребывания аппаратуры при каждом из предельных значений температуры до измерения и в нормальных условиях перед началом изменения температуры — не менее 2 ч.

2.7.5. Определение дополнительной погрешности аппаратуры при изменении влажности и давления окружающей среды проводят в соответствующих камерах по параметрам, указанным в пп. 1.19.1 и 1.19.2. Дополнительную погрешность определяют отдельно для УД и регистрирующей аппаратуры аналогично п. 2.7.3.

2.8. Проверка нижнего и верхнего пределов диапазона контроля

2.8.1. Проверку нижнего и верхнего пределов диапазона контроля проводят с использованием двух образцовых источников излучения, активности которых должны соответствовать с точностью не более $\pm 10\%$: один — нижнему пределу диапазона контроля, другой — верхнему пределу диапазона контроля или в случае контроля плотности потока путем создания в месте располо-

жения детектора потоков ионизирующего излучения соответствующих (с погрешностью ±10%) верхнему и нижнему пределам диапазона контроля.

2.8.2. Проверку проводят путем определения при помощи аппаратуры КСО активностей этих источников или соответствующих плотностей потока по данным измерения скоростей счета и значению чувствительности аппаратуры и сравнения полученных значений с паспортными данными на источники.

2.9. Проверка времени установления рабочего режима

2.9.1. Проверку времени установления рабочего режима проводят с одним источником излучения.

2.9.2. Источник излучения устанавливают в положение, при котором скорость счета соответствует приблизительно середине диапазона контроля.

2.9.3. После работы аппаратуры в течение 1 ч измеряют скорость счета N_0.

2.9.4. Выключают аппаратуру на 4 ч, сохраняя неизменным положение источника и детектора.

2.9.5. Включают аппаратуру и после установленного времени вновь измеряют скорость счета N_1. Значение N_1 не должно отличаться от значения N_0 больше, чем на значение основной погрешности.

2.10. Проверка стабильности работы аппаратуры во времени

2.10.1. Стабильность определяется за 24 ч непрерывной работы. Измеряют скорость счета N_1 от образцового или контрольного источника после времени установления рабочего режима.

Затем через каждые 2 ч определяют еще 12 раз скорость счета N_i при неизменном расположении источника.

2.10.2. Нестабильность аппаратуры (G) в относительных единицах определяют по формуле

$$G=\frac{1}{\overline{N}}\sqrt{\frac{\sum\limits_{i=1}^{13}(N_i-\overline{N})^2}{12}}, \qquad (5)$$

где $\overline{N}=\frac{\sum\limits_{i=1}^{13}N_i}{13}$.

2.11. Проверка времени быстродействия

2.11.1. Проверку проводят с одним источником излучения, но в 2 геометриях измерения, обеспечивающих плотности потока излучения на детекторе, отличающиеся не менее чем в 10 раз. Изменение плотности потока достигается или перемещением детекто-

ра, или изменением аппертуры коллимационного отверстия. Скачкообразное изменение плотности потока осуществляют за время не более 0,1 значения быстродействия.

2.11.2. Измеряют скорость счета N_1 и N_2 при двух плотностях потока ($N_2 > N_1$) в установившихся режимах.

2.11.3. Устанавливают источник в положение, соответствующее меньшему потоку, после установления скорости счета N_1 скачкообразно изменяют плотность потока. Измеряют интервал времени от скачкообразного изменения плотности потока до достижения скоростью счета значения N, где $N = N_1 + 0{,}63\,(N_2 - N_1)$.

2.12. Проверка срабатывания сигнализации при достижении установленных предельных уровней

2.12.1. Для проверки используют один или два источника. Путем перемещения источника (источников) или изменения аппертуры коллимационного отверстия обеспечивают плавное изменение плотности потока излучения на детектор.

2.12.2. Пределы срабатывания сигнализации последовательно устанавливают на значение 20, 50 и 80% верхнего значения каждого поддиапазона контроля.

2.12.3. Путем плавного изменения плотности потока излучения определяют скорость счета, при которой срыбатывает сигнализация превышения установленного уровня.

2.12.4. Значения скоростей счета, при которых срабатывает сигнализация, не должны отличаться от установленных уровней более чем на 10%.

2.13. Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции

2.13.1. Проверку электрической прочности проводят путем приложения напряжения переменного тока 1500 В (эффективное значение) между корпусом аппаратуры и изолированными от корпуса по постоянному току электрическими цепями. При этом проверяют отсутствие пробоя в аппаратуре.

2.13.2. Сопротивление изоляции определяют мегаомметром после снятия испытательного напряжения между точками, к которым подводилось это напряжение.

2.14. Проверку на соответствие конструктивным требованиям проводят путем внешнего осмотра и сличения с чертежами и схемами.

2.15. Проверка устойчивости и прочности аппаратуры при механических воздействиях

2.15.1. При невозможности проверки отдельных технических средств на устойчивость и прочность при механических воздействиях (например из-за больших габаритов или весов) допускается подтверждать их характеристики расчетным путем. Расчет производят задаваясь воздействием на изделие эквивалентной статической нагрузки.

2.15.2. Допускается проведение проверки набора технических средств по частям, если совместное размещение всего набора технических средств на вибрационном стенде невозможно.

2.15.3. Допускается проведение испытаний УД без входящей в их состав защиты.

2.15.4. Испытания на виброустойчивость проводят на двухкомпонентном стенде. Аппаратуру на стенде устанавливают и закрепляют в рабочем положении. Путем плавного изменения частоты определяют наличие резонансных частот в принятом для аппаратуры частотном диапазоне от 5 до 35 Гц.

При наличии резонансных частот испытания на каждой из них проводят в течение 30 с. Общее время испытаний не должно превышать 10 мин.

2.15.5. Во время испытаний фиксируют интенсивность счета от образцового или встроенного контрольного источника и сравнивают с интенсивностью счета в нормальных условиях.

2.15.6. Испытания на сейсмопрочность проводят методом качающейся частоты или методом фиксированных частот. При использовании первого метода испытания проводят путем плавного изменения частоты во всем заданном диапазоне. Скорость изменения частоты не более 2 Гц/мин. Время испытаний для одного направления (горизонтального или вертикального) не более 25 мин.

При испытаниях методом фиксированных частот частота меняется с шагом 1 Гц в диапазоне до 20 Гц и с шагом 2 Гц в диапазоне от 20 до 50 Гц. Время выдержки на каждой частоте — не менее 30 с. Время испытаний для одного направления — не более 25 мин.

Амплитуду ускорений при испытаниях в вертикальном направлении принимают равной 70% амплитуды ускорения в горизонтальном направлении.

После испытаний на сейсмопрочность проверяют внешний вид аппаратуры и сохранение чувствительности в заданных пределах.

2.16. Проверку аппаратуры КСО на прочность при транспортировании проводят в транспортной таре по параметрам, приведенным в ГОСТ 12997—84.

2.17. Проверку термо- и холодопрочности аппаратуры проводят по параметрам, указанным в п. 1.20.

Время пребывания в нормальных условиях после воздействия одной из предельных температур — не менее 4 ч.

Проверяют внешний вид изделия и сохранение значения чувствительности в заданных пределах.

2.18. Проверка параметров надежности

Проверку значений средней наработки на отказ, средней наработки до отказа и средней оперативной трудоемкости обслуживания и ремонта проводят расчетным путем или по данным значе-

ний интенсивности отказов, составляющих аппаратуру элементов, или по статистическим данным об отказах аналогичной аппаратуры, находящейся в эксплуатации.

Средние ресурсы и средние сроки службы проверяются в процессе эксплуатации.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

МЕТОДЫ ПРОВЕРКИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И МИНИМАЛЬНОГО РЕГИСТРИРУЕМОГО ИЗМЕНЕНИЯ КОНТРОЛИРУЕМОГО ПАРАМЕТРА НА ОБЪЕКТЕ ПРИМЕНЕНИЯ АППАРАТУРЫ

После установки наборов технических средств непрерывного контроля на АС следует определить значение минимального изменения контролируемого параметра, характеризующего состояние активной зоны, которое может быть зарегистрировано аппаратурой при номинальном режиме работы реактора.

Для этого с использованием спектрометра с высоким разрешением и оборудования отбора проб контролируемой среды из технологических коммуникаций определяют чувствительность наборов технических средств непрерывного контроля.

Метод определения чувствительности наборов технических средств непрерывного контроля приводят для трех основных видов аппаратуры:

1) для аппаратуры, основанной на контроле активности (объемной активности) одного или группы радионуклидов — продуктов деления с аппаратурой компенсацией фонового излучения основных продуктов активации теплоносителя (^{24}Na, ^{42}K, ^{16}N и т. д.);

2) для аппаратуры, основанной на контроле активности (объемной активности радионуклидов — продуктов деления без компенсации фонового излучения продуктов активации теплоносителя;

3) для аппаратуры, основанной на регистрации плотности потока ионизирующего излучения.

Методы определения чувствительности

Для всех видов аппаратуры до пуска реактора на мощность определяют значение скорости счета $N_{\text{и}}$, обусловленное имеющимся в УД контрольным источником при выведенном его положении, т. е. положении, при котором осуществляется контроль технологических коммутаций реактора.

Метод определения чувствительности аппаратуры первого вида

Для аппаратуры первого вида чувствительность (m) рассчитывают по формуле

$$m=\frac{N-N_{\text{н}}-N_{\text{ф.н}}}{A}, \qquad (6)$$

где N — регистрируемая скорость счета с аппаратурной компенсацией фонового излучения;

$N_{\text{ф.н}}$ — скорость счета, обусловленная фоном помещения, где расположено УД;

A — контролируемая активность среды в коммуникациях реактора в беккерелях.

Для определения $N_{\text{ф.н}}$ измеряют скорость счета N_0 при выведенном контрольном источнике и при закрытом свинцовым экраном от контролируемой коммуникации УД. Значение $N_{\text{ф.н}}=N_0-N_{\text{н}}$. Значение активности A определяют путем спектрометрического анализа проб из контролируемой коммуникации.

Измерения чувствительности проводят не менее 10 раз в начальный период работы реактора при нескольких установившихся значениях мощности (W_i) порядка 50, 80 и 100% номинального значения ($W_{\text{ном}}$). По результатам этих измерений вычисляют среднее значение $\bar{m}$ и среднюю квадратическую погреш-

ность Δm. Погрешность Δm учитывает и погрешность компенсации фоновой активности.

Метод определения чувствительности аппаратуры второго вида

Для аппаратуры второго вида связь между регистрируемой скоростью счета (N_i), чувствительностью (m) и контролируемой активностью (A_i) при определенной мощности (W_i) реактора рассчитывают по формуле

$$N_i = mA_i + K_i N_{ф.н} + N_н, \qquad (7)$$

где $N_{ф.н}$ — значение скорости счета, обусловленное фоновым излучением продуктов активации теплоносителя и помещения, в котором расположено УД;

K_i — коэффициент мощности реактора, который вычисляют по формуле

$$K_i = \frac{W_i}{W_{ном}}.$$

Для данной аппаратуры принимается допущение, что скорость счета ($N_{ф.н}$), обусловленная фоном, пропорциональна мощности реактора.

Чувствительность аппаратуры может быть определена только в случае изменения (N_i) и (A_i) при неизменном режиме работы реактора или изменения A_i, не пропорционального изменению мощности реактора.

При этом условии определяют (N_1) и (N_2), а также путем спектрометрического анализа проб из коммуникаций реактора (A_1) и (A_2) при мощностях (W_1) и (W_2).

Чувствительность (m) рассчитывают по формуле

$$m = \frac{N_1 - N - \frac{W_1}{W_2} \cdot (N_2 - N)}{A_1 - \frac{W_1}{W_2} \cdot A_2}. \qquad (8)$$

Измерения чувствительности проводят не менее пяти раз для различных условий и вычисляют $\bar{m}$ и Δm.

Метод определения чувствительности аппаратуры третьего вида

Для аппаратуры третьего вида делают допущение, что полный поток ионизирующего излучения в контролируемом диапазоне (M) представляет собой сумму двух потоков: потока ($M_{эф}$), несущего информацию о состоянии активной зоны, и фонового потока ($M_ф$), пропорционального мощности реактора и обусловленного излучением продуктов активации и фоном в помещении, в котором расположено УД.

Значение $M_{эфi}$ при определенной мощности реактора W_i пропорционально какому-то параметру π_i, характеризующему состояние твэлов активной зоны и определяемому при помощи спектрометрического анализа проб из контролируемых коммуникаций. В зависимости от принятого метода контроля состояния активной зоны такими параметрами могут быть: коэффициент скорости утечки продуктов деления из-под оболочки;

площадь поверхности топлива, из которой происходит выход определенных радионуклидов в теплоноситель; активность определенного нуклида (нуклидов) и т. п. В случае пропорциональности выбранного параметра определения самого значения $M_{эф}$ не требуется и связь между регистрируемой скоростью счета (N_i), значением параметра (π_i) и чувствительностью (m) рассчитывают по формуле 9, аналогичной формуле 7

$$N_i = m\Pi_i + K_i M_ф + N_н. \qquad (9)$$

Значение чувствительности соответственно определяют так же, как для второго вида аппаратуры, только в случае изменения (N_i) и (π_i), не пропорциональных изменению мощности. Для двух измерений при мощностях (W_1) и (W_2) чувствительность рассчитывают по формуле

$$m=\frac{N_i-N_и-\frac{W_1}{W_2}(N_2-N_и)}{\Pi_1-\frac{W_1}{W_2}\Pi_2}. \qquad (10)$$

Измерения чувствительности проводят не менее пяти раз и определяют $\bar{m}$ и Δm.

2. Определение значения минимального изменения контролируемого параметра, которое может быть зарегистрировано аппаратурой

Значения контролируемых минимальных пороговых изменений активности ($A_{пор}$) или другого принятого параметра состояния активной зоны ($\pi_{пор}$) определяют исходя из полученного значения чувствительности (m), погрешности определения чувствительности $\left(\frac{\Delta m}{m}\right)$, основной ($\Delta_{осн.}$) и дополнительных ($\Delta_{доп.}$) погрешностей аппаратуры, а также статистической погрешности измерения скорости счета $\left(\frac{\Delta N}{N}\right)$, выраженных в относительных единицах.

Полную погрешность (Δn) в относительных единицах определяют по формуле

$$\Delta n=3\sqrt{\left(\frac{\Delta m}{m}\right)^2+\Delta^2_{осн}+\Delta^2_{доп}+\left(\frac{\Delta N}{N}\right)^2}. \qquad (11)$$

Значения ($A_{пор}$) и ($\pi_{пор}$) определяют по формуле

$$A_{пор}(\Pi_{пор})=\Delta n\cdot\bar{m}. \qquad (12)$$

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. **Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 22. 04.87 № 1358 стандарт Совета Экономической Взаимопомощи СТ СЭВ 5490—86 «Изделия ядерного приборостроения. Аппаратура контроля состояния оболочек тепловыделяющих элементов ядерных реакторов. Общие технические требования и методы испытаний» введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта СССР с 01.01.88**

2. **Срок проверки — 1991 г., периодичность проверки — 5 лет.**

3. **ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

4. **ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ (НТД)**

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта
ГОСТ 12997—84	1.1, 1.18.1, 1.24, 2.1.10, 2.4.5, 2.16
ГОСТ 26874—86	2.3, 2.4.5, 2.5.4, 2.6.2

Группа Ф28

Изменение № 1 ГОСТ 27297—87 Изделия ядерного приборостроения. Аппаратура контроля состояния оболочек тепловыделяющих элементов ядерных реакторов. Общие технические требования и методы испытаний

Принято Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации 15.04.94 (отчет Технического секретариата № 2)

Дата введения 1995-07-01

На обложке и первой странице под обозначением стандарта исключить обозначение: **СТ СЭВ 5490—86**.

Пункт 1.2 изложить в новой редакции: «1.2. Аппаратура КСО, отнесенная настоящим стандартом по степени ее важности для безопасности АС к техническим средствам систем третьего класса по ОПБ-88, должна обеспечивать выполнение следующих основных функций».

Пункт 1.2.2 после слова «позволяющий» изложить в новой редакции: «получить информацию об общей негерметичности оболочек твэлов и количественной характеристике дефектов в них».

Пункты 1.2.3, 1.2.4 исключить.

(Продолжение см. с. 138)

Раздел 1 дополнить пунктами — 1.2.5—1.2.7: «1.2.5. Получение в условиях работающего реактора показателя негерметичности твэлов, характеризующего следующие возможные состояния твэлов:

нормальное;

условно допустимое — с количеством дефектов, позволяющим эксплуатировать ТВС;

недопустимое — с количеством дефектов ТВС, характеризующим наличие открытого контакта теплоносителя с топливом или наличие множественных малых дефектов.

1.2.6. Получение информации, позволяющей выработать сигналы предварительной и аварийной сигнализации по техническому состоянию твэлов.

1.2.7. Аппаратура КСО, выполняющая функции контроля ТВС после остановки реактора для отбраковки ТВС с дефектными твэлами, в том числе контроль с использованием специального оборудования отбора и подготовки проб, относится к техническим средствам систем четвертого класса по ОПБ-88».

Пункт 1.3.2. Исключить слова: «предварительной и аварийной сигнализации».

Пункт 1.5 дополнить абзацем: «При наличии на АС АСУТП, аппаратура КСО должна быть с ней совмещена для возможного взаимного обмена информацией».

Пункт 1.16. Исключить слова: «на любое значение диапазона контроля».

(Продолжение см. с. 139)

(Продолжение изменения № 1 к ГОСТ 27297—87)

Пункт 1.17.2 после слов «их эксплуатации» изложить в новой редакции: «Эти УД должны удовлетворять требованиям ПНАЭ Г-7-008 «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок».

Пункты 1.18.2, 1.19.2 изложить в новой редакции: «1.18.2. Аппаратура КСО непрерывного контроля должна быть сейсмопрочной при землетрясении интенсивностью до 8 баллов (по MSK-64) включительно. К аппаратуре КСО требования по сейсмоустойчивости при землетрясении не предъявляются. Вопрос о дальнейшей эксплуатации аппаратуры КСО после реального землетрясения должен решаться комиссией, включающей представителей службы эксплуатации реактора, предприятия-изготовителя (предприятия-разработчика) и Госпроматомнадзора.

1.19.2. Климатические требования к УД, размещаемым в необслуживаемых помещениях зоны строгого режима, должны устанавливаться в ТЗ и ТУ на аппаратуру КСО конкретного типа».

Пункт 1.21.5 после слов «аппаратура КСО» изложить в новой редакции: «не менее 10 лет при условии замены технических средств, выработавших свой ресурс».

Пункт 2.1.2 после слов «на заводе-изготовителе» изложить в новой редакции: «по параметрам и характеристикам, установленным в ТЗ и ТУ на аппаратуру КСО конкретного типа, из числа указанных в п. 1.6».

(Продолжение см. с. 140)

(Продолжение изменения № 1 к ГОСТ 27297—87)

Пункт 2.1.5 изложить в новой редакции: «2.1.5. Для испытаний аппаратуры КСО используется оборудование, указанное в ТУ на аппаратуру КСО конкретного типа».

Пункт 2.1.7 исключить.

Пункт 2.1.10. Заменить ссылку: ГОСТ 12997—84 на ГОСТ 23222—88.

Пункт 2.8.1 изложить в новой редакции: «2.8.1. Проверку верхнего и нижнего пределов диапазона контроля проводят с использованием двух образцовых источников излучения, активность которых должна соответствовать этим пределам с точностью не хуже ±10 %.

Контроль плотности потока проводят путем создания в месте расположения БД потоков ионизирующих излучений, соответствующих верхнему и нижнему пределам диапазона контроля».

Пункты 2.11.1, 2.12.1 изложить в новой редакции: «Методика проверки должна устанавливаться в ТУ на аппаратуру КСО конкретного типа».

Пункты 2.11.2, 2.11.3, 2.12.2—2.12.4 исключить.

Пункт 2.15.6 изложить в новой редакции: «2.15.6. Методика испытаний на сейсмостойкость должна устанавливаться в ТЗ и ТУ на аппаратуру КСО конкретного типа в соответствии с зоной ее размещения на реакторе и Правилами и Нормами, действующими в атомной энергетике».

(ИУС № 6 1995 г.)

Редактор *Т. С. Шеко*
Технический редактор *Г. А. Теребинкина*
Корректор *В. И. Варенцова*

Сдано в наб. 26.05.87 Подп. в печ. 30.06.87 1,5 усл. п. л. 1,5 усл. кр.-отт. 1,21 уч.-изд. л.
Тир. 4000 Цена 5 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 754
gost.e-ecolog.ru