
**СПЕКТРОМЕТРЫ РЕНТГЕНОВСКОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ СЕР-2К, СЕР-2К1,
СЕР-2К2, СЕР-2К3**

Внесены
в Государственный
реестр
под № 12011—89

**Утверждены Государственным комитетом СССР по управлению качеством продукции и стандартам 12 сентября 1989 г.
Выпускаются по еЛ1.560.047 ТУ.**

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Спектрометры рентгеновского излучения СЕР-2К, СЕР-2К1, СЕР-2К3 предназначены для измерения спектров рентгеновского излучения, испускаемого термоядерной плазмой на установках типа токамак.

Спектрометры осуществляют преобразование энергии квантов рентгеновского излучения в электрические сигналы в диапазоне энергий от 1,5 до 30 кэВ

(спектрометры СЕР-2К, СЕР-2К2 на основе кремний-литиевого полупроводникового детектора) и от 5 до 120 кэВ (спектрометры СЕР-2К1, СЕР-2К3 на основе полупроводникового детектора из особо чистого германия).

ОПИСАНИЕ

Спектрометры изготавливаются в четырех конструктивных исполнениях (табл. 1), отличающихся материалом полупроводникового детектора (кремний-литий, либо особо чистый германий) и направлением регистрации потока излучения.

Таблица 1

Тип		Материал детектора	Направление излучения
спектрометра	блока детектирования		
СЕР-2К СЕР-2К1	БДЕР-4К БДЕР-4К1	кремний-литий особо чистый германий	сверху-вниз сверху-вниз
СЕР-2К2 СЕР-2К3	БДЕР-4К2 БДЕР-4К3	кремний-литий особо чистый германий	горизонтально горизонтально

Спектрометры состоят из блока детектирования, устройства преобразования УПМ (БУИ-2К, БФА-2К), крейта КАМАК с источником питания и электронными блоками; блоком питания высоковольтным БНВ-11К, блоком генератора БГА-2К, блоком преобразования БПХ-5К, блоком контроля уровня жидкого азота БКХ-3К.

Блок детектирования выполнен в виде вакуумного криостата, хладопровод которого погружен в сосуд Дьюара с жидким азотом для обеспечения охлаждения детектора и головной секции предусилителя до температуры приблизительно 100 К. Основная секция предусилителя и секция фильтров установлена в специальном отсеке криостата. Для проникновения рентгеновского излучения крышка криостата имеет бериллиевое входное окно диаметром 20 мм и толщиной 30 мкм. Блок детектирования снабжен датчиком критических уровней, который дает информацию о достижении нижнего или верхнего уровня жидкого азота в сосуде Дьюара.

На фланце криостата имеется резьба для сопряжения БД с вакуумной камерой токамака.

Электронные блоки спектрометра выполнены в конструктиве КАМАК и размещаются в крейте.

Крейт-контроллер по командам от внешней ЭВМ вырабатывает команды по шинам крейта КАМАК на включение, выключение и установку рабочего напряжения детектора для блока БНВ-11К, на изменение амплитуды и частоты следования импульсов генератора импульсов БГА-2К, принимает запрос от блока контроля БКХ-3К о достижении нижнего или верхнего уровня жидкого азота в сосуде Дьюара.

Включение спектрометра осуществляется включением источника питания подачей напряжения питания предусилителя от блока усиления импульсного БУИ-2К, входящего в состав устройства преобразования УПМ-1К, а также высокого напряжения от БНВ-11К на детектор.

Блок генератора БГА-2К вырабатывает импульсы, которые подаются на вход БД для контроля работоспособности спектрометра и коррекции его мертвого времени.

Кванты рентгеновского излучения, проходя через входное бериллиевое окно блока детектирования, взаимодействуют с материалом детектора и обра-

зуют на контактах детектора заряд, пропорциональный энергии поглощенного кванта.

Предусилитель блока детектирования преобразует заряд в импульсы напряжения, которые поступают на вход БУИ-2К. БУИ-2К осуществляет усиление импульсов и формирование с целью оптимизации отношения сигнал/шум, а также вырабатывает логические сигналы «ЗАПРЕТ» в случае наложения импульсов.

Сигналы с выхода БУИ-2К поступают на вход блок формирования БФА-2К, входящего в состав устройства преобразования УПМ-1К, который осуществляет формирование и нормирование по длительности прямоугольных импульсов, поступающих на регистрацию в последующую аппаратуру, режекцию наложенных импульсов, при необходимости обеспечивает выбор требуемого диапазона регистрируемых амплитуд импульсов с БУИ-2К, а также на блок преобразования БПХ-5К, осуществляющего их интегрирование и усиление с целью выделения интегральной энергетической загрузки спектрометра и регистрации ее последующей аппаратурой.

Блок детектирования соединяется с крейтом КАМАК линией связи длиной 30 м.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основные технические характеристики спектрометра приведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование параметра, характеристики	Значение параметра	
	группа А	группа Б
Диапазон регистрируемых энергий, кэВ:		
для спектрометров на основе кремний-литиевых ППД	1,5 ÷ 30	1,5 ÷ 30
для спектрометров на основе ППД из ОЧГ	5 ÷ 120	5 ÷ 120
Чувствительность регистрации:		
для спектрометров на основе кремний-литиевых ППД:		
для энергии 1,74 кэВ, мм ²	2,2	2,2
для энергии 5,9 кэВ, мм ²	8,0	8,0
для энергии 26,4 кэВ, мм ²	5,0	5,0
Для спектрометров на основе ППД из ОЧГ:		
для энергии 5,9 кэВ, мм ²	7,5	7,5
для энергии 59,6 кэВ, мм ²	8,5	8,5
для энергии 122 кэВ, мм ²	3,0	3,0
Интегральная нелинейность, %	0,15	0,15
Максимальная выходная частота следования:		
при постоянной времени формирования 2 мкс, с ⁻¹	5·10 ⁴	5·10 ⁴
при постоянной времени формирования 1 мкс, с ⁻¹	7,5·10 ⁴	7,5·10 ⁴
Энергетическое разрешение по линии 5,9 кэВ при максимальной выходной нагрузке спектрометров на основе кремний-литиевых ППД:		
при постоянной времени формирования 2 мкс, эВ	330	270
при постоянной времени формирования 1 мкс, эВ	380	330
Энергетическое разрешение по линии 59,6 кэВ при максимальной выходной нагрузке спектрометров на основе ППД из ОЧГ:		
при постоянной времени формирования 2 мкс, эВ	550	500
при постоянной времени формирования 1 мкс, эВ	600	550
Коэффициент просчета режектора наложений:		
при постоянной времени формирования 2 мкс, %	2	2
при постоянной времени формирования 1 мкс, %	4	4
Уширение линии, %	15	15

Продолжение

Наименование параметра, характеристики	Значение параметра	
	группа А	группа Б
Смещение центроиды пика, %	0,2	0,2
Отношение ПШДВ/ПШПВ при максимальной выходной частоте следования, не более	2,0	2,0
Максимальная входная загрузка, с ⁻¹	2·10 ⁵	2·10 ⁵
Изменение коэффициента преобразования при изменении температуры от 10 до 35 °С, %/°С	0,05	0,05
Изменение коэффициента преобразования за 16 часов непрерывной работы, %	0,2	0,2
Время работы без дозаправки жидким азотом, сутки	7	7
Потребляемая электрическая мощность от сети переменного тока напряжением (220±22) В частоты (50±0,5) Гц	500	500
Средняя наработка на отказ, час	5000	5000
Средний срок службы, лет	3	3
Масса спектрометра, кг	60	60

Примечание. Спектрометры группы Б поставляются по специальному заказу по согласованию между заказчиком и изготовителем.

КОМПЛЕКТНОСТЬ

В комплект поставки спектрометра входят: блок детектирования рентгеновского излучения БДЕР-4К...; устройство преобразования УПМ-1К; блок питания БНВ-11К; блок контроля БКХ-3К; блок преобразования БПХ-5К; блок генератора БГА-2К; соединитель; крейт-контроллер КК; крейт (поставляется по специальному заказу по согласованию между заказчиком и изготовителем); комплект монтажных частей; эксплуатационная документация.

ПОВЕРКА

Дозиметры подвергаются ведомственной поверке; межповерочный интервал — 1 год.

Поверка проводится в соответствии с паспортом еЛ1.560.047 ПС, входящим в комплект эксплуатационной документации, поставляемой с прибором.

Испытания проводила государственная комиссия. Результаты испытаний рассматривало НПО «ВНИИФТРИ».