

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Масс-спектрометры МТИ-350ГМ

Назначение средства измерений

Масс-спектрометры МТИ-350ГМ (далее – масс-спектрометры) предназначены для измерений и автоматического контроля изотопного состава гексафторида урана.

Описание средства измерений

Принцип действия масс-спектрометров основан на пространственном разделении в магнитном поле ионов анализируемого вещества, отличающихся массовым числом, и измерения атомной доли изотопов по количеству регистрируемых ионов.

Конструктивно масс-спектрометры состоят из:

- вакуумно-аналитической части;
- системы подготовки и ввода проб;
- приемника ионов;
- электронной части;
- комплекса вычислительных средств.

Вакуумно-аналитическая часть служит для конструктивного объединения источника ионов, приемника ионов и анализатора, а также элементов системы откачки с соблюдением необходимой вакуумной плотности.

Система подготовки и ввода проб предназначена для подготовки к анализу и ввода в источник ионов гексафторида урана с известной концентрацией изотопов урана (стандартных образцов), а также проб с неизвестным содержанием изотопов урана из пробоотборников и технологических линий.

Приемник ионов предназначен для одновременной и независимой регистрации изотопов урана ^{234}U , ^{235}U , и ^{236}U . Для измерений малых ионных токов приемник комплектуется вторичным электронным умножителем.

Электронная часть содержит в своем составе различные электронные блоки и узлы, обеспечивающие остальные части масс-спектрометра необходимыми электрическими сигналами, а также позволяющие осуществлять управление режимами работы частей масс-спектрометра. Также при помощи блоков электронной части производится сбор и первоначальная обработка измерительной информации и передача ее в комплекс вычислительных средств.

Комплекс вычислительных средств служит для реализации возможностей информационного обмена, обеспечения управления работой узлов прибора, сбора, накопления, обработки информации и расчета результатов. С помощью комплекса вычислительных средств осуществляются в автоматическом режиме управление блоками масс-спектрометра, необходимые калибровки, отбор и подготовка пробы к анализу из технологической линии, проведение анализа.

Масс-спектрометр выпускается в двух исполнениях: исполнение 1 без вторичного электронного умножителя (ВЭУ) и исполнение 2 с ВЭУ.

По способу защиты от поражения электрическим током масс-спектрометр относится к классу 0I по ГОСТ 12.2.007.0-75.

Электрическое сопротивление изоляции сетевых цепей масс-спектрометра относительно корпуса в нормальных климатических условиях при напряжении постоянного тока 500 В не менее 20 МОм.

Масс-спектрометр относится к классу безопасности 4Н по классификации объектов ядерного топливного цикла в соответствии с НП-016-05.

Общий вид масс-спектрометра представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Фото общего вида масс-спектрометра с указанием нанесения знака поверки в виде наклейки

Программное обеспечение

Идентификационные данные программного обеспечения масс-спектрометров указаны в таблице 1.

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения масс-спектрометров

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	TCPtoCAN.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0.0.0
Цифровой идентификатор ПО (MD5 Hasher)	bf35ba194a0322609832c11138450cdb

Защита программного обеспечения масс-спектрометров от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» по Р.50.2.077-2014.

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические и технические характеристики масс-спектрометров

Наименование характеристики	Обозначение
Верхнее значение диапазона массовых чисел при ускоряющем напряжении 8 кВ, а.е.м., не менее	360
Разрешающая способность на уровне 10 % интенсивности пиков масс-спектра с вычетом ширины плоской части вершины пиков, а.е.м., не менее	750
Порог чувствительности по урану от величины пика с массовым числом 333 при расходе пробы 35 пг/с, не более	$1 \cdot 10^{-5}$
Изотопический порог чувствительности при смещении на 2 а.е.м. от пика с массовым числом 333, не более	$1 \cdot 10^{-5}$
Расход пробы в молекулярном режиме натекания гексафторида урана в ионизационную камеру при величине ионного тока изотопа ^{238}U $4 \cdot 10^{-10}$ А, мг/ч, не более	1,0
Нестабильность сигнала на середине склона пика с массовым числом 333 за 20 минут измерения, не более	$2 \cdot 10^{-5}$
Неплоскостность вершины пика на участке в 25% ширины вершины пика с массовым числом 333 по отношению к высоте пика, %, не более	0,02
Фактор памяти, определяемый с использованием двух стандартных образцов по методике ОСТ 95.758-91, не более	1,005
Отношение вторичной электронной эмиссии с антидинаatronного электрода приемника ионов к интенсивности ионного тока регистрируемого изотопа, %, не более	0,05
Расход жидкого азота в системе молекулярного ввода пробы, л/сут, не более	12
Остаточный вакуум в камере анализатора, Па, не более	$5 \cdot 10^{-6}$
Диапазоны измерений: - атомной доли ^{235}U , % - атомной доли ^{234}U , %	от 0,05 до 5,0 от 0,001 до 0,05)

Наименование характеристики	Обозначение
- атомной доли ^{236}U , %	от 0,001 до 0,05
Пределы допускаемой систематической составляющей относительной погрешности, %, при измерении:	
- атомной доли ^{235}U в диапазоне (0,05-0,5) %	$\pm 0,1$
- атомной доли ^{235}U в диапазоне (0,5-1,0) %	$\pm 0,03$
- атомной доли ^{235}U в диапазоне (1,0-5,0) %	$\pm 0,05$
- атомной доли ^{234}U , ^{236}U в диапазоне (0,001-0,005) %	$\pm 5,0$
- атомной доли ^{234}U , ^{236}U в диапазоне (0,005-0,05) %	$\pm 2,0$
Предел допускаемого СКО случайной составляющей относительной погрешности, %, при измерении:	
- атомной доли ^{235}U в диапазоне (0,05-0,5) %	0,07
- атомной доли ^{235}U в диапазоне (0,5-1,0) %	0,06
- атомной доли ^{235}U в диапазоне (1,0-5,0) %	0,02
- атомной доли ^{234}U , ^{236}U в диапазоне (0,001-0,005) %	5,0
- атомной доли ^{234}U , ^{236}U в диапазоне (0,005-0,05) %	1,0
Коэффициент усиления вторичного электронного умножителя при напряжении питания 3,5 кВ, не менее ¹	$5 \cdot 10^5$
Время установления параметров масс-спектрометра после включения, ч, не более	2
Мощность, потребляемая от сети, кВт·А, не более	1,8
Рабочие условия эксплуатации:	
- температура окружающей среды, °С	от 10 до 35
- атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7
- относительная влажность окружающей анализируемой среды, %, не более	75
- напряжение питающей сети, В	$220 \pm 10\%$
- частота питающей сети, Гц	50 ± 1
- коэффициент нелинейных искажений формы кривой питающего напряжения, %, не более	5
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более	2100×1800×1700
Масса, кг, не более	1700
Полный средний срок службы масс-спектрометра, лет, не менее	10
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	10000
Примечание: ¹ только для исполнения 2	

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист паспорта типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 3

Наименование	Обозначение	Количество
Масс-спектрометр МТИ-350ГМ	УРАП.413525.001 ¹⁾	1
Предустановленное специализированное программное обеспечение	Л6240 ПО	1

Наименование	Обозначение	Количество
Ведомость эксплуатационных документов	Л6226.0.0.0ВЭ	1
Комплект эксплуатационных документов согласно ведомости Л6226.0.0.0ВЭ	-	1
Блок бесперебойного питания Digital Energy	LP-U6-11 ²⁾	-
Насос вакуумный пластинчатороторный ВОС EDWARDS RV12	A655-01-903 ³⁾	1
Масс-спектрометры МТИ-350ГМ. Методика поверки	МП 47-221-2015	1
Примечание: ¹⁾ по заявке потребителей возможна замена на УРАП.413525.001-01 ²⁾ по заявке потребителей ³⁾ по заявке потребителей возможна замена на насос А726-01-903		

Поверка

осуществляется по документу МП 47-221-2015 «ГСИ. Масс-спектрометры МТИ-350ГМ. Методика поверки», утвержденному ФГУП «УНИИМ» 01.03.2016 г.

Основные средства поверки:

ГСО 7520-99, партия 2-79, аттестованные значения атомной доли изотопов урана-234 ($0,0023 \pm 0,0001$) %, урана-235 ($0,4105 \pm 0,0003$) %, урана-236 ($0,0068 \pm 0,0001$) %, урана-238 ($99,5804 \pm 0,0003$) %;

ГСО 7521-99, партия 5-84, аттестованные значения атомной доли изотопов урана-234 ($0,00533 \pm 0,00005$) %, урана-235 ($0,71978 \pm 0,00005$) %, урана-236 $< 0,00003$ %, урана-238 ($99,2749 \pm 0,0001$) %;

ГСО 7533-99, партия 183-98, аттестованные значения атомной доли изотопов урана-234 ($0,0052 \pm 0,0001$) %, урана-235 ($5,0085 \pm 0,0024$) %, урана-236 ($0,0002 \pm 0,0001$) %, урана-238 ($94,9861 \pm 0,0024$) %.

Сведения о методиках (методах) измерений

Методика измерений входит в состав руководства по эксплуатации Л6226.0.0.0РЭ «Масс-спектрометр МТИ-350ГМ. Руководство по эксплуатации».

ОИ 001.467-2006 «Урана гексафторид. Методика масс-спектрометрического определения изотопного состава урана в газовой фазе».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к Масс-спектрометрам МТИ-350ГМ

ГОСТ 26874-86 Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерения основных параметров.

ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

ГОСТ Р 52931-2008 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия.

ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов.

ГОСТ 14254-96 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP).

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

НП 016-05 Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла.

Л6226.0.0.0 ТУ-ЛУ Масс-спектрометр МТИ-350Г. Технические условия.

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «Новоуральский приборный завод» (ООО «Уралприбор»), ИНН 6629020789.

624130, ул. Держинского, д.2, г. Новоуральск, Свердловская область

Тел./ факс (34370) 56326, e-mail: info@uralpribor.com

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Уральский научно-исследовательский институт метрологии» (ФГУП «УНИИМ»)

620000, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, д. 4

Тел. (343) 350-26-18, факс: (343) 350-20-39, e-mail: uniim@uniim.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «УНИИМ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311373 от 10.11.2015 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

«_____» _____ 2016 г.