

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ЭПР-спектрометры EMX (модификации EMX micro, EMX plus)

Назначение средства измерений

ЭПР-спектрометры EMX (модификации EMX micro, EMX plus) (далее – спектрометры) предназначены для измерения спектров электронных переходов в веществах и материалах в твердой и жидкой фазе, сырье и продукции химического производства, фармацевтики, металлургии, полупроводниковой промышленности, биологических системах и т.д.

Описание средства измерений

Спектрометры представляют собой стационарные автоматизированные приборы.

Принцип действия спектрометров основан на явлении электронного парамагнитного резонанса – резонансного поглощения энергии электромагнитных волн веществом в сильном магнитном поле вследствие электронного парамагнетизма. Исследуемый образец помещается в микроволновый резонатор, находящийся в искусственно создаваемом магнитном поле. Микроволновый генератор (мост) содержит диод Ганна в качестве источника микроволнового излучения, а также датчик, измеряющий степень поглощения излучения в образце в зависимости от изменяемой индукции магнитного поля. Полученная зависимость является ЭПР-спектром исследуемого образца.

Спектрометры оснащаются магнитами различных конфигураций, в зависимости от требуемого размера воздушного зазора (от 56 до 100 мм) и максимально достижимого значения индукции магнитного поля (от 0,64 до 1,95 Тл) (потребляемой мощности).

Стандартный микроволновый мост X-диапазона (9,1 ... 9,9 ГГц) может дополняться приставками для диапазонов L (0,8 - 1,3), S (2,4 - 2,9), K (23,1 - 23,9) и Q (33,6 - 34,4 ГГц).

Температурные приставки в комплекте с оборудованием для термостатирования позволяют проводить измерения при температуре исследуемого образца выше и ниже комнатной.

Модификации спектрометров:

- EMX micro – представляет собой спектрометр непрерывного режима измерений. Оцифровка измеряемых сигнала и поля производится с разрядностью 18 бит. Максимальное количество точек по оси поля составляет 128000.

- EMX plus – представляет собой спектрометр непрерывного режима измерений. Оцифровка измеряемых сигнала и поля производится с разрядностью 24 бит. Максимальное количество точек по оси поля составляет 256000. Установка дополнительного модуля позволяет измерять спектры двойного электронно-ядерного резонанса.

Спектрометры выполнены в виде настольных приборов, состоящих из магнита, микроволнового моста, блока питания, блока охлаждения, блока обработки информации (консоли).

Управление процессом измерений осуществляется посредством внутреннего контроллера в консоли и РС-совместимого компьютера, оснащенного специальным программным обеспечением.

Программное обеспечение реализуется в операционных средах Windows и Linux. Оно позволяет осуществлять настройку прибора и контроль его состояния, задавать параметры измерения, обрабатывать полученную спектральную информацию, представлять ее в виде спектров, графиков, тестовых файлов и т.д., сохранять и печатать результаты, а также проводить анализ и моделирование спектров ЭПР.

Внешний вид ЭПР-спектрометров EMX (модификации EMX micro, EMX plus) приведен на рис. 1, 2.

Программное обеспечение

Спектрометры оснащены модульным программным обеспечением WinEPR для ОС Windows (включает в себя модули WinEPR Acquisition, WinEPR Processing и SimFonia) или единым программным обеспечением Xenon для ОС Linux, которые управляют работой прибора и отображают, обрабатывают и хранят полученные данные.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Идентификационные данные (признаки)	Значения			
	Xenon	WinEPR Acquisition	WinEPR Processing	SimFonia
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.1b50 и выше	4.40 Rev.11 и выше	2.22 Rev.12 и выше	1.2 и выше
Цифровой идентификатор ПО	3daa249c5b6b9a3b2c12ad2550897e62 для файла Xenon	52c2f1c7b9d17256e421f900fc580053 для файла Acquisit.exe	467a38e754ec985dfd1d5a49c5e12842 для файла Winepr.exe	67334cdb0c0cfd28d335be816d60a616 для файла Simfonia.exe
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5	MD5	MD5	MD5

Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню "средний" по Р 50.2.077-2014.

Влияние программного обеспечения спектрометров учтено при нормировании метрологических характеристик.

Рис. 1. Внешний вид ЭПР-спектрометров EMX



Рис. 2. Внешний вид ЭПР - спектрометров EMX plus.



Метрологические и технические характеристики

Модификация	EMX micro	EMX plus
Максимальная индукция магнитного поля (в зависимости от используемого магнита), Тл	0,64 ... 1,95	0,64 ... 1,95
Воздушный зазор между обкладками несверхпроводящего магнита (в зависимости от используемого магнита), мм	56 ... 100	56 ... 100
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений индукции магнитного поля, %	±0,1	±0,1
Максимальное отношение сигнал/шум при измерении 0.0003% парамагнитных частиц в KCl:	1200:1	2000:1
Диапазоны рабочих частот микроволнового моста с дополнительными приставками (L = 0,8 - 1,3; S = 2,4 - 2,9; X = 9,1 - 9,9; K = 23,1 - 23,9; Q = 33,6 - 34,4ГГц):	L, S, X, K, Q	L, S, X, K, Q
Диапазоны изменения температуры образцов, К - приставка ER 4112HV - приставки ER 4131VT / ER 4141VT	3,8 ... 300 100 ... 500	3,8 ... 300 100 ... 500
Стабильность поддержания температуры образца, К	±0,1	±0,1
Требования к системе энергоснабжения (в зависимости от используемого магнита): - количество фаз - линейное напряжение, В - частота, Гц - ток, А	1 3 220 380 ^{+10%} /- 15% 50±1 20 ... 80	1 3 220 380 ^{+10%} /- 15% 50±1 20 ... 80
Максимальная потребляемая мощность (в зависимости от используемого магнита), кВт·А	3,2 ... 31,8	3,2 ... 31,8
Максимально возможные для данной модификации габаритные размеры, см: - электромагнит - мост - консоль - блок питания - блок охлаждения	110×156×147 49×49×16 65×55×60 65×55×34 98×77×156	110×156×147 49×49×16 80×80×73 65×55×34 98×77×156
Максимально возможная для данной модификации масса, кг: - электромагнит - мост - консоль - блок питания - блок охлаждения	2900 30 40 98 350	2900 30 70 98 350
Условия эксплуатации: - температура, °С - влажность (без конденсации), %	+18 ... +30 20 ... 60	+18 ... +30 20 ... 60

Модификация	EMX micro	EMX plus
Условия транспортирования и хранения: - температура, °С - влажность (без конденсации), %	-20 ... +40 20 ... 80	-20 ... +40 20 ... 80
Срок службы, лет	5	5

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульный лист руководства по эксплуатации и на переднюю часть корпуса приборов.

Комплектность средства измерений

Комплект поставки определяется заказом и отражается в спецификации.
Основной комплект включает в себя:

Наименование	Примечание
ЭПР-спектрометр	
Магниты	В том числе по заказу
Компьютер	
Принтер	
Программное обеспечение	
Комплект инструментов	
Руководство по эксплуатации на русском языке	
Методика поверки	
Комплект запасных частей и расходных материалов	По заказу
Оборудование для термостатирования образца	По заказу
Приставки для расширения диапазона частот микроволнового моста	По заказу
Оборудование для высокоточного измерения индукции магнитного поля	По заказу

Поверка

Поверка проводится в соответствии с документом МП 27693-09 «ЭПР-спектрометры EMX (модификации EMX micro, EMX plus). Методика поверки», утвержденным ГЦИ СИ ОАО ФНТЦ «Инверсия» в декабре 2009 г.

Основные средства поверки:

- кристаллический 1,3 бис-дифенилен-2-фенил аллил (BDPA);
- весы лабораторные по ГОСТ 24101-2001;
- набор пипеток по ГОСТ 20292-74;
- колбы по ГОСТ 1770-74.

Сведения о методиках (методах) измерений

Сведения о методиках (методах) измерений изложены в документе «ЭПР – спектрометры EMXplus|EMXmicro. Руководство по эксплуатации»

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к ЭПР-спектрометрам EMX (модификации EMX micro, EMX plus)

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

Техническая документация компании «Bruker BioSpin GmbH», Германия.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

- при выполнении работ по оценке соответствия продукции и иных объектов обязательным требованиям в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании.

Изготовитель

Компания "Bruker BioSpin GmbH", Германия
Адрес: Silberstreifen 4, D-76287, Rheinstetten
Тел.: +49 (721) 5161-0, факс: +49 (720) 5171-01

Заявитель

Общество с ограниченной ответственностью «Брукер» (ООО «Брукер»)
Адрес: 119017, Москва, ул. Пятницкая, д. 50/2, стр.1
Тел.: +7 (495) 517-92-84, факс: +7 (495) 517-92-86

Испытательный центр

ОАО ФНТЦ "Инверсия"
107031, г. Москва, ул. Рождественка, 27,

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. «___» _____ 2015 г.