

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 напольных 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 | | | |
|---|--|---|---|---|
| Идентификационное наименование ПО | 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.