

Приложение № 53  
к сведениям о типах средств  
измерений, прилагаемым  
к приказу Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «31» декабря 2020 г. № 2338

Лист № 1  
Всего листов 6

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

## Дифрактометры рентгеновские SmartLab

### Назначение средства измерений

Дифрактометры рентгеновские SmartLab (далее – дифрактометры) предназначены для измерений параметров кристаллической решетки на основе измерений и последующего анализа углового распределения интенсивности рентгеновских лучей, дифрагированных на кристаллической решетке, а также определения фазового состава кристаллических веществ.

### Описание средства измерений

Принцип действия дифрактометра основан на дифракции рентгеновских лучей от атомных плоскостей кристаллической решетки исследуемого вещества в соответствии с законом Вульфа-Брегга.

Дифрактометр представляет собой многоцелевую автоматизированную стационарную систему. Конструктивно дифрактометр состоит из основного блока, системы охлаждения рентгеновской трубки, понижающего трансформатора (при необходимости) и управляющего персонального компьютера.

Основной блок состоит из высоковольтного источника питания рентгеновской трубки мощностью 3 или 9 кВт, рентгеновской трубки или вращающегося анода (материал анода – медь, другие материалы доступны опционально), устанавливаемых в защитный кожух, автоматической заслонки, обеспечивающей перекрытие рентгеновского пучка и безопасность работы персонала, вертикального  $\theta/\theta$ гониометра радиусом 300 мм с установленным на него горизонтальным предметным столиком (функциональной приставкой), комплекта первичных и приемных щелей, блока регистрации рентгеновского излучения (детектора), блока электроники, системы управления прибором и блока обработки данных. Дифрактометры SmartLab выпускаются в двух модификациях: SmartLab XE и SmartLab SE, которые отличаются тем, что в модификации SmartLab SE используется рентгеновская трубка мощностью 3 кВт, а в модификации SmartLab XE возможно установка рентгеновской трубки как 3 кВт, так и 9 кВт.

В дифрактометре реализовано собранное в одном узле запатентованное техническое решение «Cross Beam Optics» (СВО) на основе зеркала Гёбеля, которое позволяет одновременное использование двух схем фокусировки: расходящегося (по Брэггу-Брентано) и параллельного пучка. Переключение на нужную геометрию осуществляется щелью выбора схемы фокусировки, перенастройка оптических компонентов не требуется.

Расходимость рентгеновского пучка по горизонтали определяется выбранными щелями Соллера (стандартно  $2.5^\circ$ ), монохроматизация первичного пучка и его расходимость в вертикальной плоскости – при помощи Ge кристаллов-монохроматоров с двукратным или четырехкратным отражением для параллельного пучка или плоского монохроматора для фокусировки по Брэггу-Брентано. Монохроматизация дифрагированного

пучка достигается за счет Ge анализаторов или графитового монохроматора, обеспечивающего реализацию как 0D, так и 1D режима.

В дифрактометре реализованы схемы съемки «на отражение» и «на просвет» (при наличии соответствующих функциональных приставок), фокусировка образца в точку на поверхности образца, или через образец на детекторе (при наличии соответствующих оптических компонент).

Для регистрации дифракционной картины в 0D, 1D и 2D режимах используются полупроводниковые полосковые или пиксельные детекторы серий D/teX и HyPix, соответственно.

Все оптические компоненты моторизованы, юстировка проводится в полностью автоматическом режиме на прямом рентгеновском пучке, включая: положение рентгеновской трубки по высоте, настройку угла наклона зеркала Гёбеля (СВО), положение по высоте монохроматоров на первичном пучке (в т.ч. угол наклона), первичных и приемных щелей, анализаторов, положение образца по высоте, а также параллельность его поверхности рентгеновскому пучку, настройка режимов детектора в соответствии с длиной волны используемого рентгеновского излучения (материала анода рентгеновской трубки).

Специализированное программное обеспечение дифрактометра «SmartLab Guidance»™ и «SmartLab Studio»™ позволяет определять зависимость дифрагированного или рассеянного сигнала, попавшего в детектор от угла дифракции (рассеяния), проводить качественный и количественный фазовый анализ, определять межплоскостные расстояния, параметры кристаллической решетки для кристаллических веществ.

Общий вид дифрактометров модификаций SmartLab XE и SmartLab SE и место нанесения знака поверки приведены на рисунках 1 и 2. Пломбирование дифрактометров не предусмотрено.



Рисунок 1 – Общий вид дифрактометра рентгеновского SmartLab SE.



Место нанесения знака поверки

Рисунок 2 – Общий вид дифрактометра рентгеновского SmartLab XE.

### Программное обеспечение

Управление дифрактометром осуществляется с помощью встроенной ПЭВМ с использованием специализированного программного обеспечения (ПО) «SmartLab Guidance»™ или «SmartLab Studio»™.

Программное обеспечение предназначено для управления прибором, составления измерительных программ, сбора и обработки результатов измерений.

Идентификационные данные программного обеспечения указаны в таблице 1.

Таблица 1

Модификация дифрактометра	SmartLab SE	SmartLab XE
Идентификационное наименование ПО	SmartLab Guidance	SmartLab Studio
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.5.9.1	3.0.4.476
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	78322D4A13F8CD2 68C21E5C2AF7F9270	D16EF5AAA03DFC DA79CA74751F5C359A
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5	MD5

Уровень защиты ПО соответствует типу «средний» согласно Р 50.2.077-2014.

Производитель, компания «Rigaku Corporation», оставляет за собой право улучшать программный продукт без уведомления пользователей и в рамках сервисных договоров на обслуживание поставляемых установок проводить обновления программ до последних версий. При этом вносимые изменения в последующие версии ПО не вносят изменений в метрологически значимую часть и уровень защиты ПО. Для проверки целостности установленного ПО фирма предоставляет цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) метрологически значимой части.

## Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон углов сканирования $2\theta$ для регистрации дифрагированного (рассеянного) рентгеновского излучения, градусов - с аттенюатором - без аттенюатора	от 0 до +160 от +2 до +160
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений межугловых позиций дифракционных линий по $2\theta$ , градусов	$\pm 0,05$
Среднеквадратичное отклонение случайной составляющей (СКО) погрешности определения угловых позиций дифракционных линий по $2\theta$ , градусов, не более	0,001
Среднеквадратичное отклонение случайной составляющей (СКО) относительной погрешности определения интегральной интенсивности дифракционных линий, %, не более	1,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений параметров кристаллической решетки, нм	$\pm 0,00005$
Среднеквадратичное отклонение случайной составляющей (СКО) погрешности определения параметров кристаллической решетки, нм, не более	0,00001

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение	
	Тип источника рентгеновского излучения	Отпаянная рентгеновская трубка
Диапазон сканирования по углу $2\theta$ , градусов	от -10 до +160	
Минимальный угловой шаг сканирования при независимых $\theta_s$ и $\theta_d$ , градусов	0,0001	
Радиус гониометра, мм	300	
Максимальная мощность рентгеновской трубки, кВт	3	9
Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	от 20 до 60	от 20 до 45 (60)
Ток рентгеновской трубки, мА	от 2 до 50 (60)	от 10 до 200
Масса, кг, не более - основной блок; - система охлаждения рентгеновской трубки; - понижающий трансформатор.	850 240 50	
Габаритные размеры основных составных частей (ДхШхВ), мм <sup>3</sup> , не более - основной блок - система охлаждения - понижающий трансформатор	1300×1300×1900 900×600×1250 350×460×480	
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха, %, не более	от +15 до +25 70	
Напряжение питания от сети переменного тока частотой 50/60 Гц, В - однофазный источник питания - трехфазный источник питания	230В $\pm$ 10% 380В $\pm$ 10%	- 380В $\pm$ 10%
Потребляемая мощность, кВт, не более	10	15

Продолжительность непрерывной работы, ч	без ограничений
-----------------------------------------	-----------------

### **Знак утверждения типа**

наносится на лицевую панель основного блока в виде наклейки и на титульный лист эксплуатационной документации типографским способом.

### **Комплектность средства измерений**

Таблица 4 – комплектность средства измерений

Наименование	Количество
Дифрактометр рентгеновский SmartLab*	1 комплект
Руководство по эксплуатации	1 экз.
Методика поверки	1 экз.

\*Комплектность дифрактометра согласовывается с Покупателем до размещения заказа на производстве.

### **Поверка**

осуществляется по документу МП 20/30-2020 «ГСИ. Дифрактометры рентгеновские SmartLab. Методика поверки», утвержденному АО «НИЦПВ» 23 сентября 2020 г.

Основные средства поверки:

- стандартный образец дифракционных свойств кристаллической решетки (кремний) ГСО 10828-2016;

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого дифрактометра с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на лицевую панель прибора в виде наклейки, как показано на рисунках 1 и 2, и на свидетельство о поверке.

### **Сведения о методиках (методах) измерений**

приведены в эксплуатационной документации.

### **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к дифрактометрам рентгеновским SmartLab**

Техническая документация фирмы-изготовителя.

### **Изготовитель**

Фирма Rigaku Corporation, Япония.

Адрес: 3-9-12, Matsubara-cho, Akishima-shi, Tokyo 196-8666, Japan.

Тел./Факс: 81-42-545-8111/81-42-544-9795.

E-mail: [info@rigaku.com](mailto:info@rigaku.com)

### **Заявитель**

Филиал АК «И-Глобалэдж Корпорейшн»

Адрес: 123610, г.Москва, Краснопресненская набережная, д. 12

Тел./факс: (495) 967-09-59

E-mail: [info@e-globaledge.ru](mailto:info@e-globaledge.ru)

**Испытательный центр**

Акционерное общество «Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума» (АО «НИЦПВ»)

Адрес: 119421, г. Москва, ул. Новаторов, д. 40, корп. 1

Тел./Факс: (495) 935-97-77

E-mail: [nicpv@mail.ru](mailto:nicpv@mail.ru)

Аттестат аккредитации АО «НИЦПВ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа №РА.RU.311409 от 19.11.2015.