# Порошковые дифрактометры

Рентгеновская дифракция позволяет идентифицировать кристаллические фазы, определить их доли и параметры решётки. Двумерная регистрация сохраняет распределение интенсивности вдоль дифракционного кольца для оценки ориентации кристаллитов.




TDM-20



TD-3500



TD-3700

| Характеристика | TDM-20 | TD-3500 | TD-3700 |
|---|---|---|---|
| Исполнение | Настольное | Напольное | Напольное |
| Штатные детекторы | 2D | Точечный SC или PC | 2D |
| Мощность генератора | До 1,2 кВт | 4 кВт | 3 кВт |
| Мощность трубки | 0,6 кВт рабочая; до 1,2 кВт | 2,4 кВт; опция 2,7 кВт | 2,4 кВт; опция 2,7 кВт |
| Напряжение / ток | До 40 кВ / до 30 мА | 10–60 кВ / 5–80 мА | 10–60 кВ / 2–50 мА |
| Радиус гониометра | 150 мм | 225 мм (185–300 мм) | 225 мм (185–300 мм) |
| Диапазон угла 2θ | −3…154° | −35…160° | −110…161° |
| Минимальный шаг | 0,0001° | 0,0001° | 0,0001° |
| Точность измерения | ≤0,001° | ≤0,001° | ≤0,001° |
| Скорость сканирования | 0,0012–120°/мин | 0,0012–120°/мин | 0,0012–120°/мин |

## Применения и выбор модели

**TDM-20** Компактный настольный дифрактометр для фазового анализа порошков с 2D детектором.

**TD-3500** Сканирование по углу 2θ со сцинтилляционным или пропорциональным детектором для фазового анализа порошков.

**TD-3700** Многофункциональный порошковый дифрактометр с 2D детектором. Азимутальный анализ колец и исследование текстуры. Доступно множество опций в том числе моторизация, дополнительные детекторы и рентгеновская оптика.

# Управление рентгеновским пучком



Ножевой коллиматор



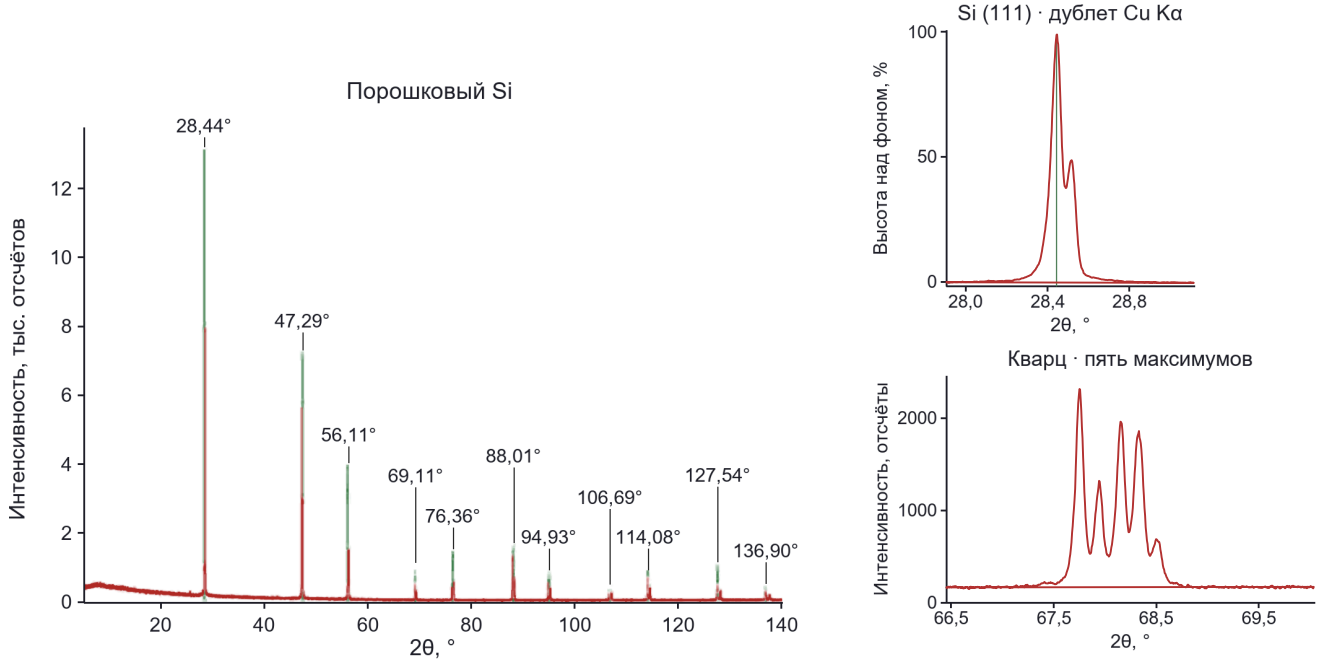
Моторизованная щель



Графитовый монохроматор

| Опция | Что меняется при измерении |
|---|---|
| Моторизация ножевого коллиматора | Высота ножа задаёт объём воздуха, из которого рассеянное излучение попадает в детектор |
| Моторизация щелей | Изменение апертуры при сканировании поддерживает заданную длину облучённого участка образца |
| Моторизация трубки | Вертикальная подстройка источника при юстировке зеркала Гёбеля |
| Измерения на малых углах | Для TD-3700 доступны точечный SDD или зеркало Гёбеля с линейным детектором 1D |
| Графитовый монохроматор | Изогнутый кристалл перед детектором подавляет Kβ-компоненту и флуоресценцию образца |

## Дифрактограммы кремния и диоксида кремния




TD-3700. Красная кривая — измерение; зелёные штрихи — справочные линии Si. У кварца видны пять максимумов трёх отражений при излучении Cu Kα.

# Держатели образцов



Автосменщик образцов



Приставка для волокон



Электрохимическая ячейка

| Держатель | Образец и способ измерения |
|---|---|
| Автосменщик образцов | Последовательная съёмка 6 или 12 образцов с вращением |
| Поворотный держатель | Вращение порошка в плоскости кюветы Ø30 мм со скоростью 1–60 об/мин усредняет вклад отдельных кристаллитов |
| Приставка для анализа волокон | Съёмка на просвет. Азимутальное распределение интенсивности характеризует ориентацию кристаллитов относительно оси волокна |
| Универсальный держатель | Вакуумная фиксация плоских деталей и регулируемые зажимы для образцов сложной формы |
| Электрохимическая ячейка | Съёмка электрода при заряде и разряде в диапазоне 0,5–160°. Полиэфирное окно Ø15 мм, толщина 0,1 мм |

## Температурные приставки



### Высокотемпературная приставка

При последовательных температурных выдержках по появлению и исчезновению рефлексов отслеживают фазовые превращения. Приставка доступна для обеих напольных моделей.

| Среда измерения | Охлаждение и нагрев | Нагрев до 1600 °C |
|---|---|---|
| Вакуум | −196...+500 °C | До 1600 °C |
| Инертный газ | От комнатной температуры до 1200 °C | От комнатной температуры до 1200 °C |
| Точность регулирования | ±1 °C | ±1 °C |

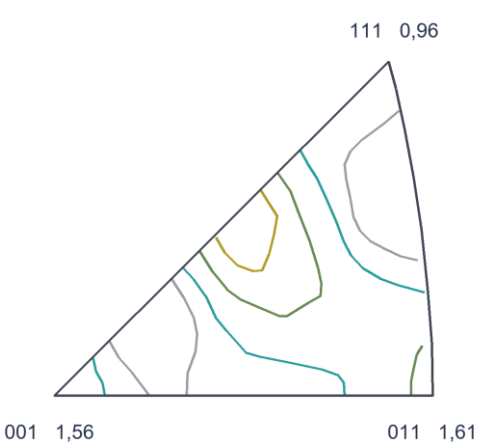
# Опции и принадлежности

## Анализ остаточных напряжений и текстуры



### Многоосевая приставка

Наклон от −45 до +90° и вращение на 360° позволяют измерить один рефлекс при разных ориентациях образца. По его смещению определяют деформацию решётки и рассчитывают напряжения с учётом упругих констант фазы.




### Обратная полюсная фигура алюминия

Линии равной плотности ориентировок показывают, какие направления кристаллической решётки чаще совпадают с выбранным направлением в образце.

| Оснащение | Назначение и варианты |
|---|---|
| Рентгеновские трубки | Штатная мишень Cu. Опции для трёх моделей — Co, Cr, Mo, W. Для напольных дифрактометров также доступна железная мишень |
| Детекторы дифрактометров | TDM-20 и TD-3700 можно оснастить линейным детектором 1D для параллельной регистрации угловых каналов или точечным SDD для энергетической селекции фотонов |
| Приставка для тонких плёнок | Коллимирующие пластины ограничивают расходимость дифрагированного пучка. При малом угле падения легче выделить рефлексы покрытия. Для TD-3500 и TD-3700 |
| Эталоны NIST | Диск из корунда (SRM 1976c) — проверка положений линий и угловой зависимости интенсивности. Порошок $LaB_6$ — калибровка дифрактометра |
| Программное обеспечение Match! | Поиск фаз по эталонным дифрактограммам. Количественный анализ методом Ритвельда через FullProf |