

## Техническая спецификация на вакуумная печь горячего прессования

(Лот 4)

### Тип катода, электронная оптика и система сканирования

- Уникальная электронная оптика с дополнительной запатентованной электромагнитной линзой (IML) для контроля и оптимизации параметров пучка в реальном времени и получения изображений в различных режимах сканирования (разрешение, расширенная глубина фокуса, широкое поле обзора и др.)
- Автоэмиссионный катод Шоттки высокой яркости для получения изображений высокого разрешения, высокой контрастности, с низким уровнем шумов.
- Пространственное разрешение сканирующего электронного микроскопа 1,2 нм при 30 кВ.
- Ток пучка электронов в диапазоне от 2 пА до 400 нА.
- Ускоряющее напряжение в диапазоне от 200 В до 30 кВ.
- Максимальная скорость сканирования – 20 нс/пиксель, минимальная скорость сканирования – 10 мс/пиксель, скорость должен регулируется ступенчато либо непрерывно во всем диапазоне.
- Сохранение изображений размером до 16 384 × 16 384 пикселей за одно сканирование, размер должен устанавливается независимо для «живого» изображения (3 ступени) и для сохраняемого (11 ступеней) с соотношением сторон изображения 4:3, 2:1 или 1:1.

### Вакуумная система

- Высокий вакуум в камере образцов  $9 \times 10^{-3}$  Па.
- Наличие режима низкого вакуума с давлением  $30 \pm 10$  Па для исследования непроводящих образцов в их естественном состоянии.
- Система откачки на основе форвакуумного, турбомолекулярного, ионного и гибридного геттерно-ионного насоса.
- Без водяного охлаждения вакуумной системы.
- Время на смену образцов без использования шлюза не более 4 минуты.
- Система откачки на основе форвакуумного, турбомолекулярного, ионного и гибридного геттерно-ионного насоса. Oil-free scroll pump
- В качестве форвакуумного насоса должен использоваться спиральный безмасляный насос.

### Камера и столик образцов

- Аналитическая большая камера образцов с размерами: 230 мм (внутренний диаметр) x 148 мм (ширина двери).
- 12 интерфейсных портов для инсталляции детекторов и аксессуаров.
- Максимальная высота образца: 54 мм (со столиком вращения) и 81 мм (без столика вращения).
- Полностью моторизованный по 5 осям (X, Y, Z, наклон, вращение) компуцентрический столик с прецизионным воспроизведением координат; диапазоны перемещений: по X-Y: 80×60 мм, по Z: 50 мм, по вращению 360°, по наклону от -80° до +80°.
- Максимальный допустимый вес образца: 500 г при перемещениях по осям X, Y, Z, вращение и наклон; 1000 г при перемещениях по осям X, Y и Z.
- Встроенная пневматическая подвеска камеры и колонны для подавления внешних вибраций.

### Детекторы

#### SE detector

- Детектор вторичных электронов типа Эверхарта-Торнли для получения изображений топографического контраста, должен использоваться во всем диапазоне перемещений по вертикальной оси, с разрешением 1,2 нм при 30 кВ.

#### R-BSE

- Выдвижной кольцевой детектор обратно рассеянных электронов сцинтилляционного типа на основе синтетического высокочувствительного YAG-кристалла, симметрично расположенный под полюсным наконечником. Должен использоваться во всем диапазоне перемещений по вертикальной оси для получения изображений композиционного контраста с разрешением по атомному номеру 0,1Z.

### Probe current

- Встроенный измеритель поглощённого тока (пикоамперметр). Для обеспечения непрерывного измерения тока, поглощённого образцом, а также измерение тока первичного электронного пучка в случае позиционирования пучка в цилиндр Фарадея, встроенный в столик образцов. Дополнительный измеритель поглощённого тока должен выполняет функцию датчика касания образцом частей камеры микроскопа (защита образца и детекторов).

### Chamber view camera

- ИК-телекамера обзора камеры образцов с возможностью цифрового увеличения для легкой навигации и контроля перемещений столика образцов. Возможность визуального контроля расстояния между поверхностью образца и частями камеры, и детекторами (в частности, детекторами под полюсным



наконечником колонны). ИК-подсветка автоматически отключается при активации вида анализа, чувствительного к свету.

### **Программное обеспечение**

Русифицированное ПО управления микроскопом со множеством автоматических процедур и набором модулей:

– Программное обеспечение для управления микроскопом, удобный для пользователя перенастраиваемый модульный графический интерфейс плиточного типа.

– Обработка изображений: программный модуль для постобработки изображений, где выполняются: поворот изображения, преобразование в чёрно-белое, извлечение каналов из составных снимков, полученных одновременно несколькими детекторами, добавление инфостроки и т.д. Более 30-ти функций, сгруппированных в блоки, наименования блоков: работа с яркостью/контрастом/гамма-коррекцией, детектирование структур, цветовое окрашивание по нескольким цветовым схемам, геометрические преобразования, резкость/размытие, подавление шумов, комбинирование изображений и манипуляции с инфострокой.

– Анализ и Измерения: программный модуль для построения в реальном времени профилей колебаний яркости вдоль заданной линии на живом изображении. Сканирование вдоль линии может быть однократным или непрерывно повторяющимся. Количество шагов электронного пучка вдоль линии редактируется пользователем. Есть сдвигаемые вертикальные линейки для определения значений яркостей в выбранных точках. Помимо сканирования вдоль линии возможно также «запирание» электронного пучка в точку.

– Измерения: программный модуль для ручного измерения объектов на живом или сохранённых изображениях. Изображения, полученные на микроскопах, не требуют калибровки; сторонние изображения могут быть откалиброваны для последующих измерений. Все измерительные метки, проставленные на изображениях, являются редактируемыми. Все выполненные измерения автоматически заносятся в таблицу, которая может быть выгружена в форматах .TXT, .CSV, автоматически вычисляются статистические параметры измерений. Измерительные метки, которые могут быть проставлены на изображениях: точка (будут показаны её координаты и уровень серого), стрелки и текстовые подписи, измерение расстояний (между двумя заданными параллельными прямыми либо вдоль самой заданной линии), измерение углов; измерение периметров и площадей кругов и эллипсов, кругов по трём точкам, квадратов, прямоугольников, параллелограммов, полигональных фигур. Также извлекаются профили колебаний яркостей вдоль заданной линии либо с усреднением по ширине полосы. Также на изображение можно нанести с настраиваемой шириной периода периодическую сетку горизонтальных/вертикальных линий, концентрических кругов, радиальных лучей, точек. Также в само изображение можно встроить масштабную линейку (полезно, если предполагается работа с изображением без инфостроки).

– Предустановки: программный модуль для сохранения и быстрой активации по клику выбранной комбинации СЭМ-параметров и настроек, таких как: результат юстировки колонны, ток пучка, яркость/контраст, энергия приземления, поле обзора, рабочее расстояние, координаты столика образцов. При наличии в комплекте ионной колонны добавляется блок предустановок для ионной колонны.

– Позиционер: программный модуль для удобной навигации к областям интереса с использованием какого-либо изображения в качестве подложки. Снимок, играющий роль навигационной карты, может быть фотографией, изображением с оптического микроскопа, СЭМ-изображением с широким полем обзора, схемой, чертежом. Если снимок-подложка – это СЭМ-изображение, накопленное здесь же, за микроскопом, то сопоставление такого снимка и образца происходит автоматически. Если снимок-подложка - это снимок с другого устройства или схема/чертёж, то требуется привязка снимка-подложки к текущему образцу, что делается вручную по 3-м реперным точкам.

– Схема коллизий: 3D-визуализация перемещений образцов и движущихся детекторов/аксессуаров внутри камеры СЭМ, перемещения показаны в виде анимации и обновляются в реальном времени. Этот инструмент нужен, чтобы препятствовать таким попыткам переместить столик образцов, которые могли бы привести к столкновению столика или образцов полюсным наконечником объективной линзы, детекторами и другими внутренними частями камеры микроскопа. – Гистограмма: окно гистограммы для настройки гамма-коррекции и границ уровней серого с обновлением результата в реальном времени в окне живого СЭМ-сканирования, также настраивается шкала оттенков (LUT).

– Площадь объектов: программный модуль для определения того, какую долю от площади кадра занимают объекты выбранного уровня серого. Работает как с сохранёнными снимками, так и с живым СЭМ-изображением. Вплоть до 4-х значений площадей для разных диапазонов уровня серого может быть выделено на одном кадре, результаты экспортируются для последующего анализа полученных количественных показателей.

– Таймер выключения: программный модуль для автоматического выключения микроскопа (перевода его в режим Ожидания) по истечении заданного количества времени. Применяется, когда запущены длительные эксперименты, которые не требуют присутствия оператора и после которых надо выключить микроскоп (обычно такие эксперименты завершаются в ночное время). Примеры длительных экспериментов: накопление массива СЭМ-изображений для панорамы, аналитические процедуры (автоматический поиск частиц).

– Протокол для внешнего контроля и коммуникации с элементами управления электронной колонной и столиком образцов.

### **ПК и система управления**

– Управляющий компьютер микроскопа. Беспроводной комплект клавиатура и мышь. Трекбол.



– Жидкокристаллический монитор профессиональной серии с диагональю 32 дюйма, разрешением 2560×1440 пикселей и IPS-матрицей

**Стол оператора**

– Эргономичный стол оператора шириной с нишей под ПК;

**Прочее**

– Шумоподавительный короб с естественно-конвекционным воздушным охлаждением для снижения акустического шума форвакуумного насоса.

UPS – Источник бесперебойного питания на 2,2 кВА для защиты оборудования и безопасного выключения.

**Расходные материалы и держатели**

– Комплект расходных материалов и держателей для работы фиксации образцов

Председатель правления - ректор

Рахметуллина С.Ж.

Проректор по науке и инновациям

Конурбаева Ж.Т.

Руководитель темы

Кожаметов Е.А.



**УСЛОВИЯ ОПЛАТЫ И ПОСТАВКИ**

Стоимость указана с НДС на условиях DDP (с доставкой до покупателя и включает в себя все возможные платежи, налоги и пошлины) г. Усть-Каменогорск, ул. Серикбаева, 19.

Условия оплаты: по факту поставки.

Срок поставки До 20.12.2024 года с момента подписания договора