

## ТЕХПОДДЕРЖКА

# ТЕХНИЧЕСКАЯ МИКРОСКОПИЯ И АНАЛИЗ НА ВЫСТАВКЕ ЭЛЕКТРОНТЕХЭКСПО

Текст: Сергей Максимов  
Андрей Ляпин  
Александр Фролов



Технологии стоят у истоков любого изобретения – благодаря им появляются новые устройства и материалы. Современное производство невозможно представить без их применения. Это особенно касается развития и создания нового оборудования, от которого зависят увеличение производительности трудового процесса и качество производимой продукции.

В статье мы расскажем о самых интересных новинках оборудования технической микроскопии и анализа, которые будут впервые представлены в России на выставке ЭлектронТехЭкспо 2019 на стенде ООО «Остек-АртТул».



1 Настольный растровый электронный микроскоп СОХЕМ EM-30AX

Первый интересный экспонат стенда – **настольный растровый электронный микроскоп (РЭМ) производства компании СОХЕМ**, Южная Корея (рис 1).

Особенность микроскопа в том, что в его конструкции реализованы технические характеристики, обычно свойственные полноразмерным напольным системам. Ключевой для РЭМ параметр – ускоряющее напряжение, в данной модели оно может достигать 30 кВ, при этом инкремент шага напряжения составляет 1 кВ. За редким исключением на рынке электронной микроскопии столь точными и полными характеристиками обладают лишь дорогие напольные системы нескольких производителей, а настольные системы предлагают более скромные возможности. Высокое значение максимального ускоряющего напряжения позволяет не только получать высококонтрастное увеличенное изображение, но и проводить надёжный микроанализ в месте наблюдения. Микроскоп может работать практически со всеми широко известными и авторитетными приставками для элементного микроанализа, такими как Oxford, EDAX, Bruker, Thermo.

В настольном микроскопе СОХЕМ реализован способ получения изображения в режиме низкого вакуума, что позволяет исследовать непроводящие образцы без предварительной пробоподготовки. При исследованиях непроводящих образцов в обычном высоковакуумном режиме происходит зарядка поверхности, связанная с облучением образца электронным пучком. Заряд накапливается на поверхности, вызывая деградацию электронно-микроскопического изображения. Обычно для предотвращения этого явления на образец напыляют слой золота (Au), золота/палладия (Au/Pd), платины (Pt),

серебра (Ag), хрома (Cr) или иридия (Ir), что обеспечивает стекание заряда с поверхности.

Для подготовки проводящих образцов к исследованию в электронном микроскопе компания Сохем производит собственную установку напыления металлов (рис 2). Прибор прост в использовании и работает с золотой или платиновой мишенями (материал, распыляемый на образец).

При напылении на непроводящий образец толстого слоя металла при просмотре в микроскопе немного теряются тонкие морфологические особенности поверхности, особенно критичные при изучении деликатных биологических структур. Режим низкого вакуума, реализованный в настольном электронном микроскопе СОХЕМ, позволяет при незначительном снижении разрешения обходиться без напыления металла на поверхность и получать качественные четкие изображения нативных образцов. Несмотря на некоторые ограничения, такие условия важны при работе с хрупкими и хорошо развитыми поверхностными структурами.

Еще одной новинкой, представленной на стенде Остек-АртТул, будут **системы измерения поверхности Top Mar производства компании Polytec** (Германия).

Приборы линейки Top Mar предназначены для контроля качества прецизионных поверхностей бесконтактным и неразрушающим методом, они имеют великолепное латеральное разрешение. Принцип работы систем основан на интерферометрии белого света (рис 3). Технология позволяет выполнять измерения почти на любых поверхностях.

Системы измерения поверхности Top Mar применяются не только в лабораториях ОТК (рис 4),



2 Установка магнетронного напыления СОХЕМ CRT-20



3

Интерферометр белого света Top Map TMS-150

но и в производстве и даже в составе технологической линии. Быстрое определение таких параметров, как параллельность, форма, трибология, шероховатость, высота, ступени с высокой точностью значительно упрощает производственный процесс. А открытая архитектура программного обеспечения позволяет создать настройки и адаптировать систему под потребности каждого пользователя.

Универсальность систем измерения Top Map от Polytec на сегодняшний день сделала эти приборы стандартным средством контроля качества. Технология



4

Применение интерферометра белого света в лаборатории ОТК

«Умное сканирование поверхности» позволяет проводить измерения на любых поверхностях независимо от отражающей способности. Интеллектуальная мульти-сенсорная система обеспечивает высокое вертикальное и латеральное разрешение с 3D-визуализацией. Большое поле зрения до 230 x 220 мм<sup>2</sup> позволяет контролировать поверхность крупных деталей без склеивания изображений, а автоматическое определение края – проводить одновременное измерение сразу нескольких образцов.

В дополнение к оборудованию компания предлагает опции программного обеспечения, специализированную оснастку, постоянную техническую поддержку, сервис и обучение, решения «под ключ» и индивидуальные аппаратные и программные разработки под потребности заказчика.

Особое внимание на стенде будет уделено **новому поколению измерительных микроскопов – комбинированной системе от компании Vision Engineering!** TVM35 и TVM20 – это начало новой эры измерений в производственных условиях (рис 5).

Благодаря сочетанию усовершенствованной конструкции оптики и простого, но мощного программного обеспечения появилась надежная система, способная измерять детали любой сложной геометрической формы несколькими методами.

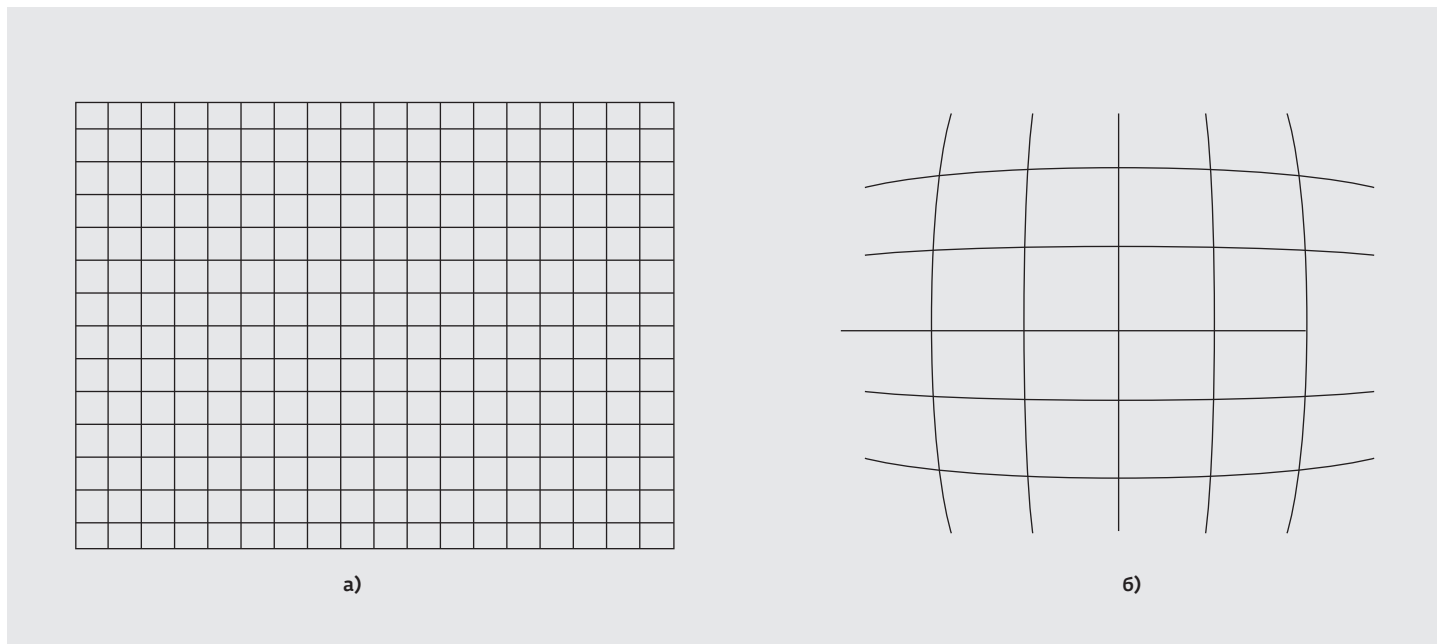
#### Преимущества системы:

- полное измерение множества деталей за секунды;



5

Комбинированная система TVM20 от компании Vision Engineering



6 а) Плоское поле телецентрического объектива; б) Искривленное поле стандартного объектива

- возможность использования в качестве простого видеопроектора или системы видеоизмерения;
- простая работа в режимах «годен – не годен» с возможностью назначать любые геометрические допуски;
- измерение деталей любой формы: плоских, квадратных или цилиндрических;
- компактная, малогабаритная конструкция;
- возможность модернизации модульного программного обеспечения для расширения измерительных возможностей.

**Методы измерений:**

- телецентрический объектив; измерение в пределах поля зрения (FOV);
- комбинированный: объектив + измерительный стол, для больших объектов.

**Что такое «измерение в пределах поля зрения» телецентрического объектив?**

Измерение в пределах поля зрения (FOV) – это новый способ точного измерения небольших плоских деталей, который обеспечивает беспрецедентную скорость и простоту в сравнении с такими методами, как профильные проекторы, видеоизмерительные приборы или измерительные микроскопы. При измерении в пределах поля зрения используется специально разработанная видеокамера высокого разрешения для измерения детали внутри оптического поля зрения.

*Как работает система?*

Оптика «плоского поля». При измерениях в пределах поля зрения используется видеокамера высокого

разрешения, оборудованная крупным телецентрическим объективом с «плоским полем» изображения. Телецентрический объектив дает плоское изображение в пределах всего поля зрения без какого-либо искривления или искажения. Это позволяет устанавливать и измерять детали в любом месте в пределах поля зрения без воздействия на результаты измерения.

Телецентрический объектив с «плоским полем» разработан с исключительно большой глубиной



7 Видеомикроскоп высокого разрешения Hirox RH-8800

резкости, а это значит, что измеряемая деталь всегда находится в фокусе. Обычно глубина резкости (фокус) у сопоставимого измерительного прибора варьируется между парой микронов и парой миллиметров (рис 6а,б). Как правило, измерительная система FOV имеет глубину резкости от 40 мм и более (в зависимости от объектива).

*Для чего нужны измерения в пределах поля зрения?*

Телецентрический объектив с широким полем позволяет видеть всю деталь в пределах большого поля зрения, что дает возможность за считанные секунды измерить все элементы. Причем можно полностью видеть и измерять не только одну деталь – можно также просматривать и измерять несколько деталей одновременно.

#### **Комбинированный: объектив + измерительный стол, для больших объектов**

В сочетании с механическим перемещаемым столиком с отсчетным устройством для установки на нем измеряемых объектов и измерения их линейных размеров в продольном (ось X = 200 мм) и поперечном (ось Y = 100 мм) направлениях прибор позволяет проводить измерения больших объектов методом сшивки изображения.

Стол имеет фирменный метод калибровки и алгоритм коррекции нелинейных ошибок NLEC (Non Linear Error Correction), компенсирующий неровности и люфты компонентов стола, неизбежно возникающих при его изготовлении.


Суть NLEC состоит в том, что каждый измерительный стол имеет информационную карту/файл своих микроотклонений от эталона, причем файл многоточечный, по всей площади измерений. Этот файл записывается в память системы обработки результатов измерений, которая учитывает и компенсирует в дальнейших расчетах эти микроотклонения. В значительной степени именно NLEC отвечает за точность измерений.

Также на стенде можно будет увидеть обновленную версию известного **видеомикроскопа высокого разрешения производства компании Hirox** (Япония) (рис 7).

Ключевая особенность системы – возможность выполнять морфометрические реконструкции микро-рельефа, используя алгоритм сшивки сфокусированных на разной высоте плоских фреймов изображения. Программа обработки плоских фреймов работает в системе точных координат и формирует адекватные 3D-модели с сохранением особенностей поверхностной структуры. Точность геометрии поверяется с помощью метрического эталона, поставляемого с системой. На 3D-реконструкциях можно измерять дистанции и углы, волнистость и шероховатость, проводить морфометрический анализ, использовать ин-

терпретации 3D-моделей в виде каркаса, градиентов яркости, цвета или использовать виртуальный векторный осветитель для более точного анализа геометрии.

Микроскоп обладает богатым функционалом для выполнения плоскостных измерений, в том числе с автоматизированным распознаванием границ и анализом статистики встречаемости однотипных объектов в кадре. Прецизионная автоматизация столика с шагом перемещения 40 нм позволяет выполнять точную 2D- и 3D-сшивку больших участков образца с высокой степенью детализации. Микроскоп способен проводить интервальную съемку для визуализации течения медленных процессов, таких, например, как рост мелких живых объектов, усадка при остывании, процессы технической и биологической деградации. Прибор может использовать практически любые методики освещения – темное и светлое поля, поляризованный свет, фазовый контраст и контраст Номарского, а также различные смешанные варианты. В некоторых конфигурациях можно получить увеличение до 10 000x и проводить 3D-инспекцию в режиме реального времени.

Также полезна функция записи видеороликов со звуковыми комментариями. Микроскоп Hirox – это универсальная исследовательская система, способная решать практически любые задачи визуального анализа в диапазоне оптического увеличения. 

**Все новинки, которые будут представлены на стенде, объединяет то, что с их помощью можно проводить точные и детальные исследования поверхности любых изделий и материалов, включая прецизионные измерения элементов микрорельефа, дефектов, элементов конструктива, исследования объектов в широком размерном диапазоне: от нанометров до сантиметров.**

**Приборы дополняют друг друга, предоставляя исчерпывающий инструментарий для изучения поверхности любых твердых материалов в центрах разработки новых материалов, заводских лабораториях, отделах технического контроля, исследовательских лабораториях разного профиля.**