

Обзор измерительных микроскопов Vision Engineering: НОВЫЕ ВРЕМЕНА — НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Измерительные микроскопы английской фирмы Vision Engineering поставляются на российские предприятия с 2003 года. Их популярность и востребованность непрерывно растут благодаря удачному сочетанию технических характеристик с комфортной эргономикой. Эти преимущества привлекают различных пользователей, ведь вопросы визуального контроля и проведения высокоточных геометрических измерений стоят практически перед каждым производителем промышленной продукции.

Алексей Зиновьев

info@arttool.ru

Введение

За истекшие 10 лет семейство систем бесконтактных измерений компании Vision Engineering сделало значительный шаг вперед: появились совершенно новые приборы; некоторые модели были заменены похожими, но усовершенствованными; добавилось много полезных аксессуаров.

Статья поможет читателям лучше ориентироваться в вариантах систем и оптимизировать выбор оборудования под свои задачи.

Фирма-изготовитель, компания Vision Engineering, была образована в 1958 году, ее производственные мощности расположены около Лондона (Великобритания).

Наиболее известной и выдающейся разработкой компании является так называемая безокулярная оптика, кардинально отличающаяся от классических окуляров и по схеме, и по внешнему виду.

Как говорится, «Чтобы лучше измерить, надо лучше увидеть». Поэтому Vision Engineering комплектует свои измерительные микроскопы уникальными безокулярными оптическими головками с запатентованной технологией проецирования Dynascope, обеспечивающей наивысшее качество изображения и хорошие эргономические показатели. Оператор проводит измерения, глядя не в привычные и крайне неудобные окуляры, а на оптический экран большого размера — не утомляясь, не портя осанку, и при этом он может работать в очках и контактных линзах (рис. 1).

Ноу-хау технологии Dynascope — это быстро вращающийся асферический диск, состоящий из 3,5 млн микрозеркальных составляющих и обеспечивающий неискаженное восприятие объекта по всему полю зрения.

На рис. 2 показаны типовые положения операторов при взаимодействии с окулярной и безокулярной оптикой. Даже не посвященному в тонкости микроскопии становится ясно, в каком варианте через пару часов работы человек быстрее устанет и начнет совершать ошибки в измерениях, что повлечет за собой прямые убытки из-за пропущенного брака продукции.

На сегодня линейка систем бесконтактных измерений Vision Engineering состоит из пяти основных моделей: Kestrel Elite, Swift, Swift Duo, Falcon, Hawk и их модификаций. Любопытно, что эти английские наименования обозначают хищных и очень остроглазых птиц:

- Kestrel — пустельга;
- Swift — стриж;
- Falcon — сокол;
- Hawk — ястреб.

Это невольно подчеркивает высокое качество «видения» данных систем.

Прежде чем приступить к рассмотрению оборудования, отметим четыре общих важных момента.



Рис. 1. Безокулярная оптическая головка с технологией Dynascope



Рис. 2. Положение оператора: а) при работе со стандартной окулярной оптикой; б) при работе с безокулярной оптикой



Рис. 3. Свидетельство о внесении в Госреестр средств измерений РФ

Во-первых, все модели внесены в Госреестр средств измерений РФ (рис. 3).

Во-вторых, во всех моделях использован фирменный метод калибровки измерительных столов и алгоритм коррекции нелинейных ошибок (Non Linear Error Correction, NLEC), компенсирующий неровности стола, неизбежно возникающие при его изготовлении. Суть NLEC в том, что каждый измерительный стол имеет информационную карту/файл своих микроотклонений от эталона, причем файл многоточечный, по всей площади измерений. Этот файл закачивается в память системы обработки результатов измерений, которая учитывает и компенсирует в дальнейших расчетах эти микроотклонения. В значительной степени именно NLEC отвечает за точность измерений.

В-третьих, объект измерений может располагаться на измерительных столах всех моделей произвольным образом, и это большое преимущество, так как исключается нудная и долгая операция выравнивания объекта по осям измерительного стола, необходимая для работы на микроскопах прошлых поколений.

В-четвертых, все модели имеют дружелюбный, интуитивно понятный интерфейс,

то есть измерения можно начинать практически без подготовки.

Каковы же особенности каждой из систем?

Система Kestrel Elite

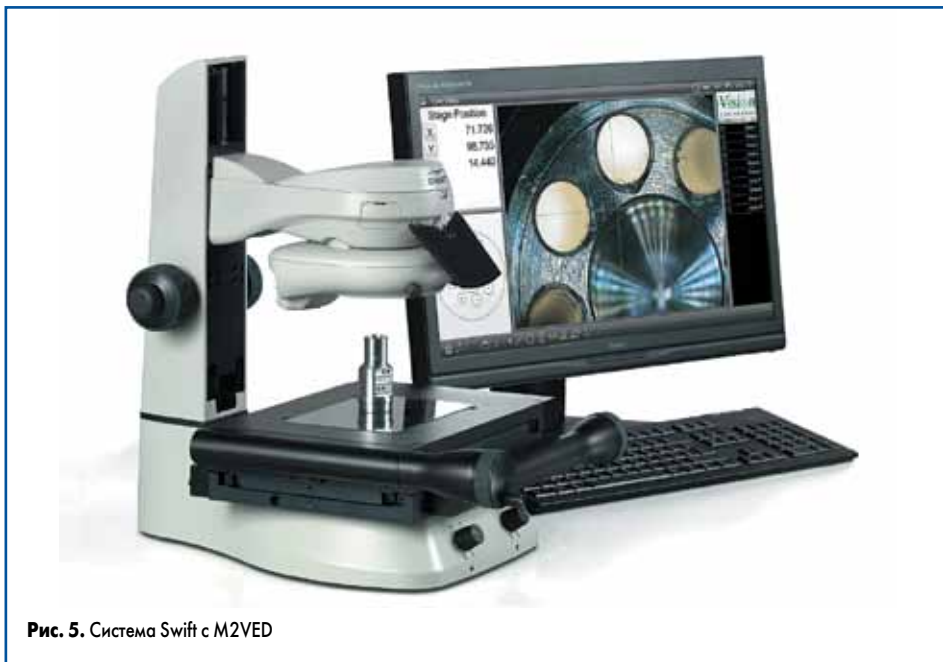
Это 2-осевая «чисто оптическая» система. Оператор, глядя в безокулярную головку, наводит перекрестие оптической системы прибора, отцентрированное для обоих глаз, на определенные точки объекта, перемещая измерительный стол с объектом. После прицеливания он нажимает клавишу ввода данных на процессоре. Процессор, соединенный кабелями с датчиками перемещения стола, обрабатывает поступающую информацию о координатах введенных точек и сам вычисляет соответствующие геометрические параметры объекта.

Основные характеристики Kestrel Elite:

- Диапазон измерений по осям X, Y: 150×100 мм.
- Погрешность измерений в мкм (U): $U = \pm(5+6,5L/1000)$, где L — измеряемый размер в мм. Погрешность измерений складывается из постоянной составляющей 5 мкм и переменной («набегающей») составляющей, которая связана с величиной



Рис. 4. Система Kestrel Elite: а) с ND122; б) с M2


Рис. 5. Система Swift с M2VED

измеряемого размера L : чем больше L , тем больше погрешность. Нельзя не отметить очень малый вклад этой переменной в итоговую величину погрешности благодаря применению NLEC.

- Увеличение: 10×, 20×, 50×, 100× на выбор. Сменные макрообъективы с большим рабочим расстоянием.
- Верхняя и нижняя подсветка с плавной регулировкой освещенности.
- Программное обеспечение (ПО) двух видов на выбор: или простое ND122 без возможности сохранения результатов на внешний носитель, конструктивно реализованное в виде клавишного микропроцессора с монохромным дисплеем (рис. 4а), или более продвинутое M2 с развитым графическим представлением измерительных операций, конструктивно реализованное в виде планшетного компьютера с сенсорным экраном (рис. 4б).

По сравнению со своим предшественником Kestrel Elite обладает рядом особенностей:

- Штатив стал пирамидальным, более жестким и устойчивым, что позволяет теперь работать с увеличением 100×. (У прежней системы было ограничение до 50×.)
- Появились две рукоятки для грубой и точной фокусировки (была одна).
- Улучшилась конструкция измерительного стола, что обеспечивает более плавное наведение перекрестья на объект.
- Появилась возможность трансформировать Kestrel Elite из 2-осевой системы в 3-осевую: по запросу в штатив встраивается датчик перемещения по оси Z.

Система Swift

Это 2-осевая видеосистема, обладающая встроенной видеокамерой, изображение с которой транслируется на внешний монитор. Можно сказать, что Swift представляет собой видеOVERSIYU оптического Kestrel Elite, только вместо безокулярной оптической головки используется видеокамера. Оператор наводит

электронное перекрестье, видимое на мониторе, на изображение объекта, которое он тоже видит на мониторе, и при этом можно как просто «кликать» мышью по изображению, так и классическим образом перемещать измерительный стол, на котором расположен объект.

В Swift реализован алгоритм автоматического определения границ объекта по контрасту (Video Edge Detection, VED) — крайне полезная функция при проведении потока идентичных измерений. Используя VED, оператору не нужно точно прицеливаться на интересующих его точках изображения объекта: достаточно просто подвести перекрестие/курсор к выбранному участку, и система сама «поймает» нужную точку. Если изображение объекта контрастно, то применение VED ускоряет процесс измерений. VED исключительно эффективен и главное — эффективен в случаях, когда измеряемый участок изображения полностью вмещается в экран монитора.

Swift по оптическим и метрологическим параметрам эквивалентен Kestrel Elite:

- Диапазон измерений по осям X, Y: 150×100 мм.
- Погрешность измерений в мкм (U): $U = \pm(5+6,5L/1000)$.
- Увеличение: 10×, 20×, 50×, 100× на выбор. Сменные макрообъективы с большим рабочим расстоянием.
- Верхняя и нижняя регулируемая подсветка.
- ПО: M2VED, в целом похожее на M2, но дополненное функцией VED, конструктивно реализованное в виде компьютера с широкоформатным сенсорным монитором (рис. 5). Предшественником Swift был Merlin (кстати, тоже остроглазая птичка — кречет). Преимущества Swift по сравнению с Merlin аналогичны тем, что уже отмечены у Kestrel Elite: жесткий штатив, увеличение 100×, две рукоятки фокусировки, новая конструкция измерительного стола, возможность трансформации в 3-осевую систему. А также, по сравнению с видеотрактом Merlin, Swift оснащен более современной видеокамерой с увеличенным числом пикселей и USB-выходом.

Система Swift Duo

Это объединение в одном корпусе Kestrel Elite и Swift, синтез преимуществ каждой из этих систем.

При слиянии безокулярной оптики с видеотрактом появляется целая гамма вариантов выполнения измерений. Во-первых, по изображению на мониторе бывает полезно отрабатывать методику измерений сразу несколькими участниками процесса; во-вторых, для ускорения измерений можно использовать алгоритм VED; в-третьих, если планируется контролировать разноконтрастные объекты, то переключение «монитор-оптика» особенно востребовано: для контрастных объектов используется монитор, а для малоконтрастных — безокулярная оптическая головка.


Рис. 6. Система Swift Duo с M2VED

В этом случае, кстати, учитываются невольные склонности разных операторов к работе или через дисплей, или через «чистую» оптику.

Характеристики Swift Duo такие же, как у Swift/Kestrel Elite:

- Диапазон измерений по осям X, Y: 150×100 мм.
- Погрешность измерений в мкм (U): $U = \pm(5+6,5L/1000)$.
- Увеличение: 10×, 20×, 50×, 100× на выбор. Сменные макрообъективы с большим рабочим расстоянием.
- Верхняя и нижняя регулируемая подсветка.
- ПО: M2VED (рис. 6).

Предшественником Swift Duo был Peregrine (опять же летающий хищник — сапсан). Swift Duo обладает преимуществами Swift и Kestrel Elite: новый штатив, увеличение 100×, две рукоятки фокусировки, новая конструкция измерительного стола, возможность подключения третьей оси, современная видеокамера.

Система Falcon

Это 3-осевая видеосистема с высокими техническими характеристиками, формально не имеющая аналогов. Хотя, не стоит лукавить, изначально разработчики ориентировались на систему Swift.

Однако Falcon по многим показателям превосходит Swift:

- Диапазон измерений по осям X, Y: 150×100 или 150×150 мм, на выбор.
- Диапазон считывания данных по оси Z: от 0 до 115 мм.
- Перемещение по оси Z: моторизованное; управление — клавишей на корпусе штатива.
- Погрешность измерений в мкм (U): $U = \pm(3+6L/1000)$.
- Увеличение: два диапазона. Первый — низкого увеличения: от 10× до 50×, второй — высокого увеличения: от 20× до 100×. В каждом диапазоне пять фиксированных значений увеличения: 10×, 20×, 30×, 40×, 50× — в первом и 20×, 40×, 60×, 80×, 100× — во втором. Смена увеличения происходит не путем смены объективов, как у Swift, а простым переключением ручки трансфокатора в фиксированные положения, то есть можно практически мгновенно переходить от одного увеличения к другому, что повышает удобство работы с системой.
- Регулировка видеотракта: четыре варианта выбора скорости затвора видеокамеры, что позволяет подстроиться под различные световые и цветовые условия измерений.
- VED: многовариантный, с мультиточечным захватом края по одному «клику».
- Верхняя подсветка: не только регулируемая по освещенности, но еще и 4-квadrантная по структуре. Оператор, в зависимости от специфики объекта, имеет возможность отключать и подключать соответствующие секторы подсветки, чтобы получить наилучшую контрастность исследуемых участков.
- Нижняя подсветка: регулируемая, с дополнительной ирисовой диафрагмой, позволяющей оптимизировать резкость изображения на краях объекта.
- ПО: M3 (рис. 7а) или QC5000VED на выбор. QC5000VED — самое мощное ПО из арсенала Vision Engineering, оно имеет расширенное меню для формирования отчетов, работы с допусками и CAD-файлами, настройки видеорегистраторов. M3 — чуть усеченный и более экономичный вариант. В целях максимально полной реализации измерительных возможностей прибора и проведения серийных измерений можно организовать полностью автоматизированную систему с автофокусировкой на измеряемый объект, задействовав моторизованный измерительный стол и версии ПО M3 CNC (Computer Numerical Control — числовое программное управление) или QC5000VED CNC (рис. 7б).

Нельзя не упомянуть, что Falcon — единственный прибор из линейки измерительных микроскопов Vision Engineering, который можно дооснастить контактным датчиком (рис. 7в). Это полезная опция для точного измерения углублений, конусности, внутренних диаметров глухих отверстий, то есть тех элементов, исследовать которые бесконтактными оптическими методами весьма трудно.

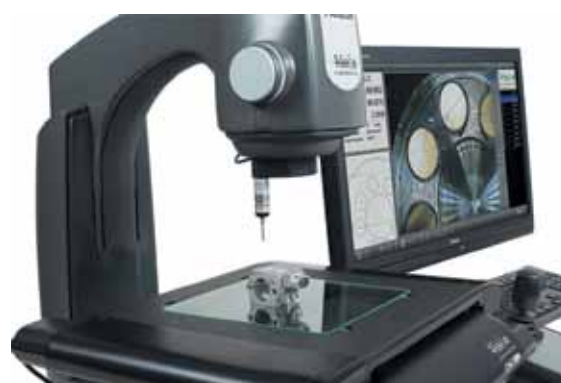
Итак, несмотря на то, что видеосистемы Falcon и Swift схожи в принципах формирования изображения и проведения измерений, Falcon значительно опережает Swift по функциональности.



а



б



в

Рис. 7. Система Falcon:

а) с M3;

б) с QC5000VED CNC и моторизованным измерительным столом;

в) с контактным датчиком

Система Hawk

Это наиболее совершенная система из линейки измерительных микроскопов Vision Engineering. Благодаря модульности конструкции конфигурации Hawk, как 2-, так и 3-осевые, отлично оптимизируются для решения разных задач.

В наших изданиях уже печатались материалы о Hawk, тем не менее напомним основные моменты:

- Диапазон измерений по осям X, Y: четыре варианта — 150×150, 200×150, 300×225 и 400×300 мм в зависимости от применяемого измерительного стола.
- Диапазон считывания значений по оси Z варьируется в различных комплектациях от 0 до 40, 90, 200 и 225 мм.
- Погрешность измерений в мкм (U): три варианта в зависимости от применяемого измерительного стола:
 - $U = \pm(2+4,5L/1000)$ для стола 200×150 мм (самый точный);
 - $U = \pm(4+5,5L/1000)$ для стола 150×150 мм;
 - $U = \pm(15+8,5L/1000)$ для столов 300×225 и 400×300 мм.



Рис. 8. Система Hawk: а) с QC200; б) с M3; в) с M3 CNC и моторизованным измерительным столом; г) с QC5000 VED

- Диапазон увеличения: от 10× до 1000×. Используются два типа объективов: макрообъективы малого и среднего увеличения с большим рабочим расстоянием и микрообъективы среднего и большого увеличения, но с уменьшенным рабочим расстоянием.
- Ряд увеличения следующий: 10×, 20×, 50×, 100× для макрообъективов и 50×, 100×, 200×, 500×, 1000× для микрообъективов. Все макрообъективы легко заменяемые: «выкрутил один — вкрутил другой». С микрообъективами еще удобнее: четыре микрообъектива могут быть одновременно расположены на поворотной оправке-турели, и смена увеличения достигается простым поворотом турели.
- Регулируемая верхняя подсветка: для макрообъективов — кольцевая и/или эпископическая коаксиальная (через объектив); для микрообъективов — коаксиальная с использованием вращающейся турели-оправки.
- Нижняя подсветка: регулируемая. Дополнительно имеется соответствующий конденсор для выравнивания освещенности и диафрагма для регулировки резкости краев изображения в проходящем свете.

Нawk может работать с абсолютно всеми версиями ПО: как с ранними серии QC200 (ND1200) (рис. 8а), так и с ND122, M2, M2VED, M3 без CNC (рис. 8б) и с CNC (рис. 8в), а также с QC5000 без VED и с VED (рис. 8г), без CNC и с CNC.

Благодаря наличию в арсенале многочисленных опций и модулей система Hawk имеет максимальную гибкость в конфигурировании,

что позволяет создавать/набирать конкретные комплектации системы под определенные потребности.

Конечно, Hawk как флагман Vision Engineering не мог не подвергнуться обновлению и усовершенствованию. Недавно появилась версия МК2 с улучшенным конструктивом и более экономичными и долговечными источниками питания и освещения (рис. 9).



Рис. 9. Новый осветитель и блок питания для Hawk

Заключение

За прошедшее десятилетие английская фирма Vision Engineering проделала серьезную работу по обновлению парка систем бесконтактных измерений, при этом качество обслуживания поддерживается на очень высоком уровне.

Что же еще осталось без изменений? По-прежнему компания «Остек-АртТул», подразделение Группы компаний Остек, является эксклюзивным дистрибьютором этих уникальных систем в России. В штатном режиме все приборы проходят тщательную предпродажную подготовку. По желанию клиента может быть организована первичная поверка

с выдачей соответствующего официального свидетельства. Как и раньше, технические консультации и пусконаладочные работы проводят специалисты, сертифицированные фирмой-изготовителем. И, на наш взгляд, именно такой добротный консерватизм органично сочетается с процессом модернизации оборудования.