

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМЫ WLI – DMR

1	Введение	1-2
2	Установка	2-2
3	Краткое описание методов измерения	3-3
3.1	Профилометр белого света	3-3
3.2	Фазочувствительный профилометр	3-5
4	Компоненты	4-5
4.1	Аппаратура	4-5
4.2	Программное обеспечение	4-6
5	Инсталляция системы	5-7
6	Ввод в эксплуатацию	6-8
7	Измерения	7-8
8	Поиск неисправностей	8-12
9	Технические характеристики	9-15
10	Документация, носители информации	10-17

1 Введение

Профилометр WLI DMR обеспечивает высокоточные измерения параметров поверхностей самых разнообразных видов. Модульная структура способствует реализации систем, отвечающих конкретным потребностям пользователей. Применение микроскопа LEICA DM RE фирмы Leica позволяет, кроме того, осуществлять все известные методы микроскопических исследований. В связи с модульной концепцией системы могут также создаваться установки специального назначения. При необходимости Вы можете обратиться за соответствующей консультацией в местное сервисное предприятие или непосредственно к производителю. Измерительный прибор работает по принципу интерференционной оптики. В зависимости от варианта оснащения Вашего прибора, применяются интегрированные в микроскопе интерферометры различных типов: интерферометры Миро, Линника, Майкельсона. Еще одним компонентом, необходимым для эксплуатации прибора, является пьезоэлектрический позиционер с блоком управления, позволяющий осуществлять с требуемой точностью необходимое для осуществления измерения перемещение образца. Функции управления всеми компонентами выполняет персональный компьютер, обеспечивающий одновременно комплексный анализ данных и их отображение.

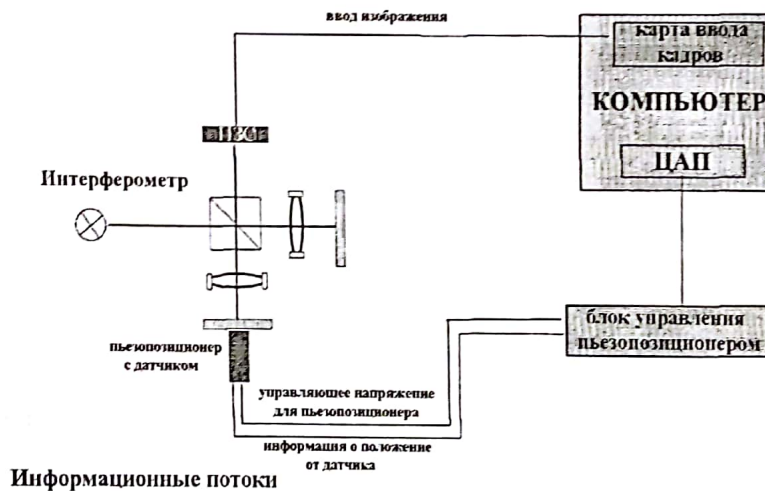


Рис. 1-1 Информационные потоки

2 Установка

Поскольку измерительный прибор предназначен для проведения точных измерений, необходимо соблюдение определенных условий при его установке:

- Прибор включает чувствительные оптические, электронные и механические компоненты. Поэтому он должен устанавливаться в адекватном месте, например, в измерительной лаборатории, и доступ к нему должен быть разрешен только ограниченному кругу **квалифицированных пользователей**.
- В процессе измерения необходимо избегать **сквозняков и интенсивных воздушных потоков**, поскольку они способны существенно снизить точность измерения (например, в случае установки вблизи окон, дверей, вентиляционных шахт, рядом с вентиляторами технического оборудования и т. п.). При установке под кондиционерами следует ограничиваться малой скоростью воздушного потока. Предпочтительно применение кондиционеров с вертикальным потоком.
- В процессе измерения необходимо избегать интенсивных **изменений температуры** (они могут возникать, например, при установке вблизи окон, дверей, вентиляционных шахт, рядом с вентиляторами технического оборудования, в местах непосредственного

воздействия солнечного излучения или интенсивного искусственного освещения, рядом с радиаторами отопления и т. п.).

- Крайне негативное воздействие на точность измерения могут оказывать **вибрации**. Поэтому для максимального использования возможностей прибора рекомендуется применение высококачественного противовибрационного рабочего стола (может включаться в комплект поставки в качестве опции).
- Загрязнение **пылью** также оказывает негативное воздействие, прежде всего на оптику микроскопа. Поэтому прибор следует устанавливать в как можно более чистых помещениях и накрывать его после применения пылезащитным чехлом.

3 Краткое описание методов измерения

Последующие параграфы содержат краткие общие сведения о принципах проведения измерений, знание которых облегчит Вам изучение следующего раздела (описывающего отдельные компоненты).

3.1 Профилометр белого света

Пользователь юстирует свой образец в микроскопе обычным способом. В результате интерференционным устройством формируются характерные для поверхности интерференционные полосы, которые могут выглядеть самым различным образом (в зависимости от образца). Для освещения используется нефiltroванный белый свет галогенной лампы. Поскольку длина когерентности света очень мала, интерференционные полосы возникают только в тех местах образца, где отраженный свет проходит тот же путь, что и в опорном плече интерферометра, то есть только в определенных высотных сечениях поверхности. Это обстоятельство и используется для проведения измерения по данному методу. В процессе измерения интегрированный в столике микроскопа пьезопозиционер, на котором лежит образец, перемещает его определенными очень малыми шагами в направлении оптической оси, и ПЗС-камера регистрирует каждое изображение размера 512 x 512 пикселей (элементов растра). Считанные изображения анализируются компьютером на предмет выявления участка с максимальным контрастом каждого элемента изображения приемника. Образец практически раскладывается на отдельные "оптические срезы". Получаемая отсюда информация о высотах всех точек изображения позволяет составить трехмерную картину поверхности. Для формирования интерференционной картины могут использоваться интерферометры двух различных типов (в зависимости от объема оснащения Вашего прибора). В разделе "Технические характеристики" приведена таблица, содержащая доступные для разных типов интерферометров увеличения.

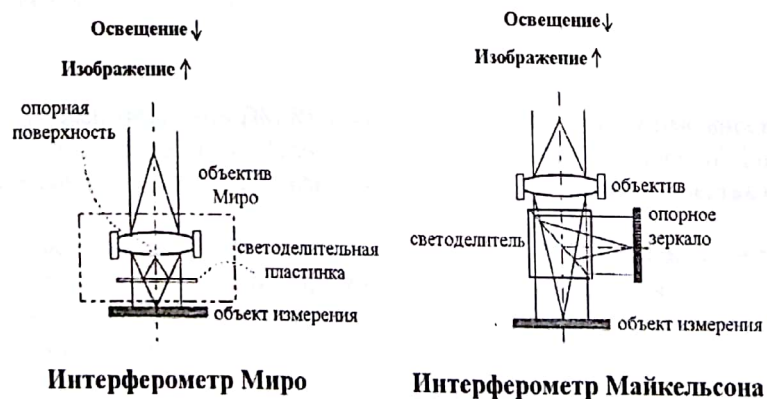


Рис. 3-1 Типы интерферометров

Профилометр белого света позволяет измерять разности высот на поверхности образца в пределах до нескольких 100 мкм.

В связи с большим объемом обрабатываемых данных, время измерения находится в секундном или даже минутном диапазоне.

3.2 Фазочувствительный профилометр

С точки зрения оптики и электронной обработки, фазочувствительный (фазосдвигающий) профилометр почти идентичен профилометру белого света.

Важнейшие различия:

- Возможны измерения разности высот от одной точки растра к другой в пределах до $\lambda/4$.
- Время измерения составляет менее 1 с.
- Разрешение составляет ≤ 2 нм (RMS).
- Для освещения используется монохроматическое излучение.

Как и в случае профилометра белого света, фокусировка образца производится при помощи предметного столика микроскопа. Использование зеленого (546 нм) металлического интерференционного фильтра позволяет быстро увидеть множество интерференционных полос. После настройки на наиболее контрастные полосы производится регулировка интерференционной картины таким образом, чтобы она, по возможности, не содержала полос. Управляемый компьютером пьезопозиционер перемещает затем образец многочисленными точно определенными шагами, и на каждом шаге ПЗС-камера регистрирует изображение и передает его в компьютер. При помощи специального вычислительного алгоритма по зарегистрированным фазовым изменениям рассчитывается высота поверхности для каждого пикселя.

4 Компоненты

4.1 Аппаратура

Компьютер

Профилометр WLI DMR может эксплуатироваться с IBM-совместимым компьютером серии Pentium II и выше с материнской платой PCI. Рекомендуется применение компьютера Pentium IV с высокой тактовой частотой.

Точные параметры Вашего компьютера приведены в разделе 9.

По желанию покупателей возможна комплектация компьютером в варианте индивидуальной конфигурации. В этой связи Вы можете обратиться к местному дилеру.

Замена входящего в комплект поставки компьютера возможна только с учетом технических параметров, приведенных в разделе 9. Следует обратить внимание на то, что определенные компоненты системы согласованы с материнской платой компьютера, и неквалифицированная его замена исключает какие-либо гарантии с нашей стороны.

Микроскоп

Установленный микроскоп типа Leica DM RE обеспечивает уникальные возможности реализации методов профилометрии в белом свете / фазочувствительной профилометрии. WLI позволяет Вам использовать микроскоп как в качестве профилометров указанных выше типов, так и в режиме обычного микроскопа.

Местное сервисное предприятие или производитель охотно предоставят Вам консультации по техническим вопросам и окажут помощь в приобретении принадлежностей.

Все указания и инструкции, относящиеся непосредственно к микроскопу, Вы найдете в руководстве по его эксплуатации.

Пьезоэлектрический позиционер с блоком управления

При реализации метода измерения пьезопозиционер обеспечивает перемещение образца в направлении оптической оси. Точность измерений в решающей степени зависит от точности

указанного перемещения, поэтому используется исключительно прецизионное устройство фирмы PI. Блок управления получает от компьютера аналоговые данные, преобразуемые в необходимое для пьезопозиционера напряжение питания. Датчик линейных перемещений регистрирует фактическое перемещение пьезопозиционера и передает информацию модулю контроллера, который, в свою очередь, оказывает влияние на напряжение питания. Наличие такого контура регулирования гарантирует высокую точность позиционирования.

Противовибрационный стол (опция)

Противовибрационный стол фирмы TMC обеспечивает развязку измерительной системы от колебаний, связанных с влиянием окружающей среды. Эксплуатация интерференционного измерительного оборудования в нанометровом диапазоне точностей без такой развязки оказывается, как правило, невозможной. Однако даже при наличии развязки во время измерений следует избегать сотрясений пола, микроскопа и стола, на котором он установлен. Указания по монтажу и эксплуатации содержатся в прилагаемой документации производителя.

4.2 Программное обеспечение

Модульная структура программного обеспечения обеспечивает возможность независимого применения трех указанных ниже модулей.

Далее приводится краткое описание модулей, дающее лишь приближенное представление об их объеме и функциональных возможностях. Подробные описания Вы найдете в системах диалоговой помощи этих модулей. Программное обеспечение работает под операционной системой WINDOWS 2000.

WLI 2000 – измерительно-управляющий модуль

Этот модуль является главным системным модулем и образует ядро измерительной системы. Его важнейшие функции:

- управление всем программным обеспечением;
- управление данными до и после измерений;
- выполнение всех функций управления в процессе измерения;
- вызов других модулей.

ARGUS 3.30 – модуль отображения и анализа

Этот модуль представляет собой универсальную программу отображения данных трехмерной графики с фиксированным или свободным x-y-растром.

Важнейшие функции модуля:

- импорт произвольных массивов данных (точечных областей);
- поворот изображения объекта в реальном масштабе времени при помощи мыши;
- свободно выбираемое графическое отображение (точечное, линейное), подавление фона изображения;
- функции юстировки и коррекции для ориентации объекта в пространстве;
- измерительные функции: параметры плоскости, расстояния между двумя точками, до опорной линии или поверхности и т. д.;
- маскирование участков изображения и автоматическое маскирование разрывов;
- вывод в графическом формате BMP.

IOF MarkIII – расчетно-визуализирующий модуль

Модуль IOF MarkIII служит для анализа и отображения параметров двумерных и трехмерных поверхностей.

Важнейшие функции модуля:

- статистический анализ шероховатости / волнистости согласно DIN EN ISO и по методике MOTIF;
- оценка латеральных и вертикальных расстояний, углов, объемов, гистограмм и т. д.;
- расчеты площадей и объемов;
- импорт и экспорт файлов типов BMP, PNG, GIF и TIF.

5 Инсталляция системы

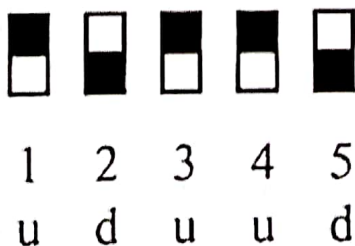
Инсталляция системы производится специалистами после доставки ее потребителю. Если в последующем потребуются заново произвести частичную или полную инсталляцию системы, Вы можете выполнить соответствующие операции самостоятельно в соответствии с приведенной ниже инструкцией или поручить их выполнение местному сервисному предприятию либо производителю.

Некоторые операции могут выполняться только сервисным предприятием или производителем. К ним относятся установка и юстировка интерференционного светоделиителя, монтаж и настройка модуля Линника, монтаж и юстировка пьезопозиционера.

При проведении инсталляции необходимо соблюдать указания, приведенные в разделе "Установка"!

Компьютер

- Выполнить все операции по вводу в эксплуатацию компьютера с монитором в соответствии с руководством по эксплуатации компьютера.
- Осуществить инсталляцию операционной системы MS WINDOWS 2000 в соответствии с руководствами по установке программного обеспечения.
- Отключить компьютер, отсоединить все компоненты от электросети и вскрыть корпус в соответствии с руководством по эксплуатации компьютера.
- В соответствии с руководством по эксплуатации компьютера установить в свободный PCI-слот карту ввода кадров.
- Установить переключки и переключатели в двухрядном корпусе на плате цифроаналогового преобразователя (ЦАП) PLUG-IN в следующие положения (согласно руководству по эксплуатации PCIM-DDA 06/16, стр. 3, "0-10 В"):



- В соответствии с руководством по эксплуатации компьютера установить плату ЦАП в свободный PCI-слот.
- Закрыть корпус, соединить компьютер с электросетью и включить его.
- Осуществить инсталляцию драйвера карты ввода кадров, Dongle-драйвера, драйвера ЦАП и системного драйвера.
- Вставить компакт-диск для инсталляции WLI 2000 и инсталлировать WLI 2000 и Argus согласно указаниям по установке программного обеспечения.

Противовибрационный стол (опция)

- Осуществить монтаж и установку в соответствии с инструкциями, приведенными в паспорте производителя.

- Осуществить соединение с системой снабжения сжатым воздухом (например, мобильным компрессором, баллоном со сжатым воздухом, пневмосетью).
- При помощи регулировочных винтов демпферов выровнять стол по горизонтали.

Микроскоп

- Осуществить монтаж микроскопа и ввод его в эксплуатацию в соответствии с руководством по эксплуатации микроскопа.
- Специальные узлы – модуль Линника, интерференционный светоделитель и пьезопозиционер – должны быть инсталлированы заранее.
- Навинтить на модуль ПЗС-камеры адаптер c-mount с желаемым увеличением.
- Протолкнуть модуль ПЗС-камеры с адаптером c-mount в отверстие тубуса и зафиксировать его.
- Присоединить кабель камеры к ПЗС-модулю и разъему карты ввода кадров с обратной стороны компьютера.
- При помощи прилагаемого кабеля соединить разъем последовательного интерфейса микроскопа с портом COM2 последовательного интерфейса компьютера.

Пьезопозиционер и блок управления

- Пьезопозиционер должен быть заранее установлен на столике микроскопа.
- Вставить штекер кабеля "PZT" в гнездо с обозначением "PZT" на усилительном модуле (LVPZT-AMPLIFIER).
- Вставить штекер кабеля "P" в гнездо "P" на модуле контроллера сервопривода (PZT-SERVO CONTROLLER).
- Вставить штекер кабеля "T" в гнездо "T" на модуле контроллера сервопривода.
- Соединить розеточную часть 37-контактного разъема SUB-D специального кабеля, входящего в комплект поставки, с вилочной частью 37-контактного разъема SUB-D карты ЦАП (с обратной стороны компьютера).
- Вставить BNC-штекер специального кабеля в BNC-гнездо "CONTROL INPUTP" на усилительном модуле.
- Осуществить присоединение к электросети.
- Необходимо принять меры, исключающие возникновение механических напряжений всех кабелей, в частности, идущих к микроскопу.

6 Ввод в эксплуатацию

Выполните следующие операции:

- Включите микроскоп.
- Включите блок управления пьезопозиционером.
- Включите компьютер и запустите программу WLI 2000.
- Откройте апертурную диафрагму, установите максимальную интенсивность свечения лампы и дайте микроскопу прогреться в течение 20 минут (обычные микроскопические исследования могут начинаться сразу).
- Отрегулируйте положение образца и настройте желаемую оптику (см. также раздел "Измерения").

7 Измерения

Настройка интерференционного устройства

Для настройки интерференционного устройства необходимо использовать образец. В качестве образца лучше всего применять объект с ровной зеркальной поверхностью, обеспечивающий оптимальную юстировку интерференционных полос.

Время от времени необходимо повторять процесс настройки интерференционного устройства (при использовании револьверного магазина светоделительных пластинок – каждый раз). Точное выполнение соответствующих операций позволяет улучшить контраст интерференционной картины и, соответственно, точность измерения.

Интерферометр Миро

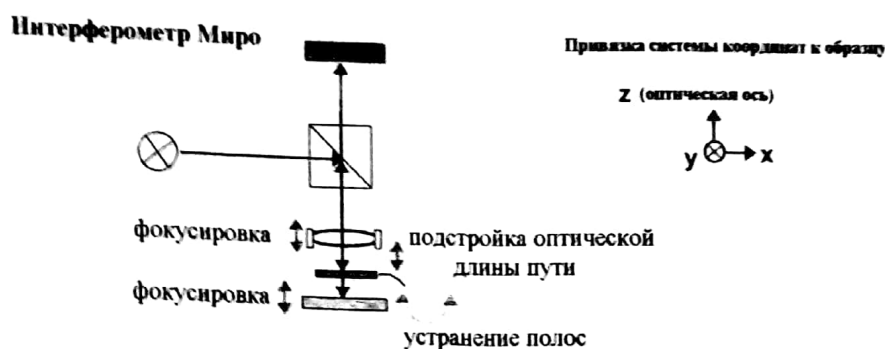
Принцип Миро предполагает использование объектива и интерференционной насадки с узлом наклонной регулировки (2 регулировочных винта), револьверного магазина светоделительных пластинок и приспособления для фокусировки опорного узла (большое кольцо). Два регулировочных винта позволяют изменять густоту полос интерференционной картины путем наклона интерференционной насадки. Револьверный магазин светоделительных пластинок, характеризующихся различной степенью отражения, обеспечивает согласование с коэффициентом отражения образца и, как следствие, улучшение контрастности. Большое поворотное кольцо интерференционной насадки перемещает ее вдоль оптической оси, обеспечивая, тем самым, фокусировку на опорную пластинку (такая операция необходима после каждой смены светоделительной пластинки). Интерференционные полосы становятся видимыми только после указанной фокусировки. Для облегчения настройки на опорное зеркало нанесены две пары штрихов, обеспечивающих наводку на резкость.

- Отвести предметный столик далеко за пределы области фокусировки используемого объектива.
- Наполовину закрыть щелевую диафрагму.
- Установить светоделительную пластинку револьверного магазина с соответствующим образцу коэффициентом отражения.
- Осуществить фокусировку на опорное зеркало.
- Поместить на предметный столик образец и произвести фокусировку (становятся видимыми цветные интерференционные полосы).
- Оптимизировать контраст путем увеличения степени закрытия щелевой диафрагмы.
- При необходимости подрегулировать яркость при помощи нейтрально-серого светофильтра на диафрагменном модуле.

Интерферометр Майкельсона

По своей конструкции устройство для получения интерференционной картины по принципу Майкельсона аналогично используемому для реализации принципа Миро и включает объектив, интерференционную насадку с узлом наклонной регулировки (2 регулировочных винта) и приспособление для фокусировки опорного узла (большое кольцо). Два регулировочных винта позволяют изменять густоту полос интерференционной картины путем наклона интерференционной насадки. Большое поворотное кольцо интерференционной насадки перемещает ее вдоль оптической оси, обеспечивая, тем самым, фокусировку на опорную поверхность. Интерференционные полосы становятся видимыми только после указанной фокусировки. Для облегчения настройки на опорное зеркало нанесены две пары штрихов, обеспечивающих наводку на резкость.

- Отвести предметный столик далеко за пределы области фокусировки используемого объектива.
- Наполовину закрыть щелевую диафрагму.
- Осуществить фокусировку на опорное зеркало.
- Поместить на предметный столик образец и произвести фокусировку (становятся видимыми цветные интерференционные полосы).
- Оптимизировать контраст путем увеличения степени закрытия щелевой диафрагмы.
- При необходимости подрегулировать яркость при помощи нейтрально-серого светофильтра на диафрагменном модуле.



Операция по юстировке интерферометра

Рис. 7-1 Операции по юстировке интерферометра

Установка образца

Манипуляции с образцом производятся, в принципе, так же, как и при обычных микроскопических исследованиях. Кроме того, необходимо соблюдение следующих указаний:

- В процессе измерения не допускаются никакие перемещения образца.
- Любая, даже очень незначительная нестабильность пространственного положения может привести к усилению остаточных колебаний в измерительном устройстве и внести помехи в процесс измерения.
- Очень тонкие образцы (например, пленки или бумага) могут изменять форму под действием тепла, передаваемого образцу при его освещении. Поэтому они должны быть в любом случае надежно закреплены (например, путем приклеивания, укладки поверх образца перфорированной маски и т. п.).
- Очень легкие образцы могут придти в движение даже при воздействии на них воздушных потоков очень малой интенсивности. Поэтому они должны во всех случаях надежно фиксироваться.
- Рабочая (подвергаемая измерению) поверхность образца должна располагаться как можно более горизонтально, так как именно при этом условии обеспечивается наилучшая контрастность интерференционной картины. Небольшие углы наклона могут компенсироваться при помощи юстировочных приспособлений опорных узлов. Вместе с тем, возможна и установка допусков на углы наклона.
- Очень гладкие поверхности могут подвергаться измерениям вплоть до определенного угла наклона. Этот угол зависит от условий отображения в микроскопе и апертуры используемого объектива. В разделе "Технические характеристики" Вы найдете список допустимых углов наклона. Но при этом надо иметь в виду, что указанные углы представляют собой теоретические значения, достижимые лишь в идеальных условиях (в частности, при 100%-ом отражении измерительных и опорных лучей, отсутствии микронеровностей на рабочей поверхности, идеальной юстировке всех компонентов микроскопа и т. д.).

Фокусировка на образец

Фокусировка на образец производится так же, как и при обычных микроскопических исследованиях. Управление сервоприводами грубой и точной настройки описано в руководстве по эксплуатации микроскопа.

Определение и настройка измерительных параметров

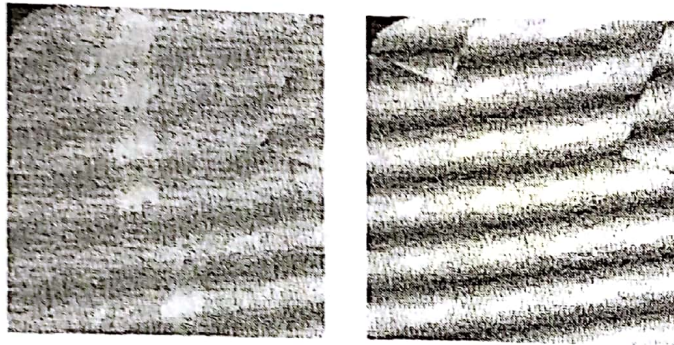
Фазочувствительный режим

Фазочувствительный режим используется при анализе очень гладких образцов.

Регистрируемая разность высот между двумя элементами изображения, достижимая при

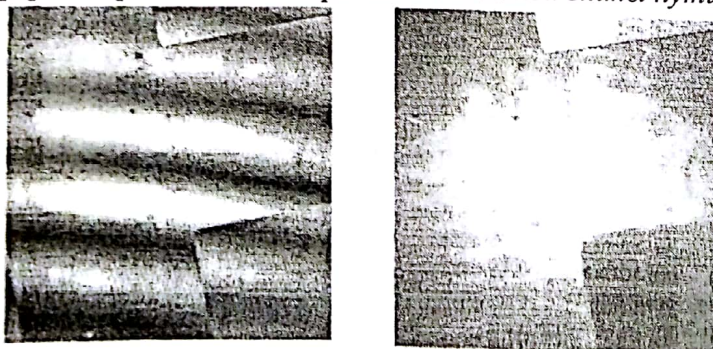
таким методе измерения, составляет теоретически лишь $\lambda/4$. Однако применение предусмотренной в аналитическом программном обеспечении специальной методики обработки часто позволяет измерять и перепады высот большего размера. После осуществления описанных выше операций должны выполняться следующие действия:

- Отклонить фильтр VSS 546 в корпусе фильтра (при правильной юстировке при этом становится видимой интерференционная картина).
- Установить щелевую диафрагму в положение 1.
- Оптимизировать контраст путем подфокусировки изображения образца и интерферометрической подстройки оптической длины пути в опорном плече интерферометра (при помощи регулировочного винта "OPD" в случае интерферометра Линника или большого регулировочного кольца для интерферометров Миро и Майкельсона).
- Осуществить "устранение полос": из-за определенных свойств и форм поверхностей полное устранение интерференционных полос достигается лишь в редких случаях. Но тщательная настройка позволяет улучшить качество измерения.
- Настроить технические параметры измерительной системы в окне программы "Фазочувствительный режим". Система помощи этой программы содержит необходимые разъяснения в отношении этих настроек.
- В окне программы "Измерительная информация" задать такие сведения как наименование образца, сведения о заказчике и т. п. Система помощи программы содержит необходимые для этого разъяснения.



Интерферометрическая подстройка оптической длины пути. Слева показана нескомпенсированная интерференционная картина, справа – картина после интерферометрической подстройки, характеризующаяся хорошей контрастностью полос.

Рис. 7-2 Интерферометрическая подстройка оптической длины пути



Устранение полос интерференционной картины. Слева показано состояние после интерферометрической подстройки оптической длины пути, но до попытки устранения полос. Справа показана интерференционная картина, полученная после отклонения опорного зеркала и характеризующаяся почти полным устранением полос.

Рис. 7-3 Устранение полос в интерферометре

достигается меньшее высотное разрешение, чем в случае фазочувствительного метода.

- Отклонить все фильтры в корпусе фильтра (при правильной юстировке при этом становится видимой цветная интерференционная картина).
- Оптимизировать контраст путем подфокусировки изображения образца и интерферометрической подстройки оптической длины пути в опорном плече интерферометра (при помощи большого регулировочного кольца интерферометров Миро и Майкельсона), а также увеличения степени закрытия щелевой диафрагмы.
- Осуществить "устранение полос": из-за определенных свойств и форм поверхностей полное устранение интерференционных полос достигается лишь в редких случаях. Но тщательная настройка позволяет ускорить проведение измерения и улучшить его качество.
- В программе настроить параметры измерительной системы. Система помощи программы содержит необходимые разъяснения в отношении этих настроек.
- В окне программы "Измерительная информация" задать такие сведения как наименование образца, сведения о заказчике и т. п. Система помощи программы содержит необходимые для этого разъяснения.

Запуск процесса измерения

- Открыть окно программы "Измерение". Система помощи программы содержит разъяснения в отношении необходимых настроек.

8 Поиск неисправностей

Неисправность		Устранение
Сообщение микроскопа	"V24F"	<ul style="list-style-type: none"> • Запустить программу WLI до включения микроскопа. • Кратковременно нажать клавишу "вниз" микроскопа. • К разъему последовательного интерфейса микроскопа присоединен неверный кабель. • Обратиться к руководству по эксплуатации микроскопа. • Обратиться в сервисную службу.
Столик микроскопа	не перемещается	<ul style="list-style-type: none"> • Клавишами "вверх", "вниз" микроскопа настроить верные верхний и нижний пределы. • Проверить отсутствие соприкосновения предметного столика с объективом или опорой штатива. • Проверить, включен ли микроскоп. • Обратиться к руководству по эксплуатации микроскопа.
Изображение в микроскопе	полностью затемнено	<ul style="list-style-type: none"> • Включить источник освещения. • Заменить лампу. • Перевести коммутационный шток светоделителя в тубусе в правильное положение. • Отклонить фильтр. • Открыть щелевую диафрагму.

	нерезкое	<ul style="list-style-type: none"> • При помощи сервопривода фокусировки настроить изображение объекта на резкость. • Подстроить фокусируемые окуляры под зрение наблюдателя. • Проконтролировать отсутствие вибраций измерительного прибора и предметного столика. • Проконтролировать правильность юстировки опорного плеча интерференционного устройства.
	неравномерно освещенное	<ul style="list-style-type: none"> • Сцентрировать апертурную диафрагму при помощи соответствующего рычага на диафрагменном модуле. • Проконтролировать апертурную и щелевую диафрагмы на предмет отсутствия загрязнений. • Сцентрировать лампу (см. руководство по эксплуатации микроскопа).
	не позволяет получить интерференционные полосы	<ul style="list-style-type: none"> • Увеличить степень закрытия апертурной диафрагмы. • Правильно сфокусировать опорное плечо интерференционного устройства. • Отклонить интерференционный фильтр. • Ровно установить образец. • Проверить светоотражение образца.
		<ul style="list-style-type: none"> • Проконтролировать образец на предмет отсутствия поверхностных структур с очень резкими перепадами высот. • Проконтролировать образец на предмет наличия слоев. • Проконтролировать отсутствие вибраций измерительного прибора и предметного столика. • Убедиться в использовании объективов одного типа (для интерферометра Линника). • Выбрать опорное зеркало, соответствующее характеристике отражения образца.
	с низким контрастом интерференционных полос	<ul style="list-style-type: none"> • См. "... не позволяет получить интерференционные полосы".
	с перемещением интерференционных полос до и в процессе измерения	<ul style="list-style-type: none"> • Проверить надежность фиксации образца. • Наклеить тонкий образец (например, пленку). • Проверить отсутствие соприкосновения предметного столика с объективом или опорой штатива. • Проконтролировать резьбовое крепление столика микроскопа к штативу.
Изображение камеры	слишком яркое (перерегулирование)	<ul style="list-style-type: none"> • Увеличить степень закрытия апертурной диафрагмы (только для режима белого света). • Уменьшить яркость лампы поворотным регулятором на опоре штатива (только для фазочувствительного режима). • Установить нейтрально-серый фильтр. • Установить дополнительный зеленый фильтр (только для фазочувствительного режима).

	слишком темное (недорегулирование)	<ul style="list-style-type: none"> • Увеличить яркость лампы поворотным регулятором на опоре штатива. • Отклонить нейтрально-серый и зеленый фильтры. • Широко открыть апертурную диафрагму (только для режима белого света).
	не содержит структуры образца	<ul style="list-style-type: none"> • Настроить резкое изображение образца. • Проверить использование подходящего опорного объектива. • Проконтролировать нахождение затемняющей диафрагмы опорного плеча в закрытом состоянии (только для интерферометров Миро и Майкельсона). • Проверить, установлена ли правильная опорная пластинка. • Проконтролировать правильность юстировки опорного плеча интерференционного устройства.
	полностью затемнено	<ul style="list-style-type: none"> • Включить источник освещения. • Заменить лампу. • Перевести коммутационный шток светоделителя в тубусе в правильное положение.
		<ul style="list-style-type: none"> • Отклонить фильтр. • Открыть щелевую диафрагму (только для режима белого света). • Проверить правильность присоединения кабеля камеры.
	нерезкое	<ul style="list-style-type: none"> • Настроить резкое изображение образца. • Проверить использование подходящего опорного объектива. • Проверить, установлена ли правильная опорная пластинка.
	неравномерно освещенное	<ul style="list-style-type: none"> • Сцентрировать апертурную диафрагму при помощи соответствующего рычага на диафрагменном модуле. • Проконтролировать апертурную и щелевую диафрагмы на предмет отсутствия загрязнений. • Сцентрировать лампу (см. руководство по эксплуатации микроскопа).
	не позволяет получить интерференционные полосы	<ul style="list-style-type: none"> • Увеличить степень закрытия апертурной диафрагмы (только для режима белого света). • Правильно сфокусировать опорное плечо интерференционного устройства. • Отклонить интерференционный фильтр. • Ровно установить образец. • Проверить светоотражение образца. • Проконтролировать образец на предмет отсутствия поверхностных структур с очень резкими перепадами высот. • Проконтролировать образец на предмет наличия слоев. • Проконтролировать отсутствие вибраций измерительного прибора и предметного

		<ul style="list-style-type: none"> • столика. • Убедиться в использовании объективов одного типа (для интерферометра Линника). • Выбрать опорное зеркало, соответствующее характеристике отражения образца.
	с низким контрастом интерференционных полос	<ul style="list-style-type: none"> • См. "... не позволяет получить интерференционные полосы".
Блок управления пьезопозиционером	Горение лампы "OFL" на модуле PIEZO CONTROL	<ul style="list-style-type: none"> • Чрезмерная масса образца.
	При включении не загорается лампа "POWER"	<ul style="list-style-type: none"> • Проверить предохранитель.

9 Технические характеристики

Компьютер, электроника

PC-Pentium 4 в корпусе Mini-Tower

Тактовая частота:	2,4 ГГц
Оперативная память:	512 Мбайт
Материнская плата:	BioStar P4TPT
Жесткий диск:	82 Гбайт ATA 100
Привод для компакт-дисков:	CD-RW 52x
Флоппи-дисковод:	3,5"
Видеокарта:	Hercules rage 128 Pro
Клавиатура:	Cherry (G 83-6105)
Мышь:	Logitech Wheel Optical
Программное обеспечение:	Microsoft Windows 2000, SP4

Карта ввода кадров Framegrabber PCImage-SG

Производитель:	Matrix Vision GmbH Talstrasse 16 D-71570 Oppenweiler Тел. (0)7191/4021 Факс (0)7191/4089
Видеовходы:	4 монохромных
Синхронизация:	CCIR, внешний триггер, внешний такт
Уровень дискретизации:	8 бит
Частота дискретизации:	1 – 40 МГц
Дискретизация:	Bus-Master/DMA
Разрешение:	макс. 4000 x 4000 элементов изображения
Электропитание:	от компьютера, 12 В – выход для камеры
Прочие технические параметры приведены в руководстве по эксплуатации карты ввода кадров.	

Карта ЦАП (DAC-Board)

Производитель / поставщик:	PLUG-IN Electronic Versand GmbH Ringstrasse 16 D-82223 Eichenau Тел. (0)8141/72293 Факс (0)8141/8343
Модель:	Computer-Boards PCIM DDA 06/16
Число каналов:	6
Разрешение:	16 бит
Диапазоны напряжения:	± 10 В; ± 5 В; 0 – 10 В; 0 – 5 В
Прочие технические параметры приведены в соответствующем руководстве.	

Модуль ПЗС-камеры SONY XC-ST70CE

Количество пикселей:

756 x 581 (картой ввода кадров используются
512 x 512)

Видеостандарт:

CCIR

Размер пикселя:

11,6 x 11,2 мкм

Отношение сигнал/шум:

лучше 50 дБ

Рабочий диапазон температур:

- 5 °C – 50 °C; надежная работа в диапазоне
0 °C – 40 °C

Температура хранения:

- 30 °C – 60 °C

Вибростойкость:

7g (11 – 200 Гц)

Ударопрочность:

70g

Рабочий диапазон влажности:

30 – 70 %

Влажность при хранении:

25 – 90 %

Микроскоп

Производитель:

Leica Mikroskopie und Systeme GmbH

P.O. Box 20 40

D-35530 Wetzlar

Тел. (0) 6441-29-0

Факс (0) 6441-29-3399

Тип микроскопа:

Leica DM RE

Оснащение:

- штатив с устройством освещения на отражение, для наблюдения в светлом и темном поле, рефлектор HD, корпус лампы 106 с галогенной лампой 100 Вт, сервоприводы грубой и точной настройки, револьверный держатель объективов, тубус FSA 25 P
- 2 окуляра HC Plan s 10x/25
- объектив HC PL Fluotar 5x/0.15 для интерферометра Майкельсона
- объектив N PLAN H 20x//0.4
- объектив N PLAN H 50x//0.5
- 1 базовый интерференционный узел для работы в отраженном свете
- 1 двухканальная насадка 5x для интерферометра Майкельсона
- 1 двухканальная насадка 20x для интерферометра Миро
- 1 двухканальная насадка 50x для интерферометра Миро
- 1 адаптер c-mount 0.5x HC
- 1 адаптер c-mount 1x HC
- 1 зеленый интерференционный фильтр VSS 546
- 1 зеленый фильтр VG 9
- специальный крестовой столик с интегрированным пьезопозиционером

Рабочий диапазон температур:

10 °C – 36 °C

Относительная влажность воздуха:

0 – 80 % при 30 °C

Прочие технические параметры приведены в руководстве по эксплуатации микроскопа.

Интерференционная оптика

Оптика белого света для микроскопа LEICA DMR

ЦВ-камера: Sony XC-ST70CE, размеры пикселя: 11,6 x 11,2 мкм

Рабочий размер изображения: 512 x 512 пикселей

Увеличение объектива	Апертура	Увеличение линзы тубуса	Увеличение микроскопа	Тип интерферометра	Площадь измеряемой поверхности [мкм ²]	Предел пространственного разрешения [мкм]	Латеральное оптическое разрешение [мкм]	Предельный угол наклона [град]
	0.15	0.5	2.5	Майкельсон	2375 x 2293	4.64 x 4.48	2.776	1.78
x		1	5		1188 x 1147	2.32 x 2.24		3.55
20	0.4	0.5	10	Миро	594 x 573	1.16 x 1.12	0.833	7.07
		1	20		296 x 287	0.58 x 0.56		13.94
50	0.5	0.5	25	Миро	238 x 229	0.46 x 0.45	0.381	17.42
		1	50		119 x 115	0.23 x 0.22		32.00

Пьезопозиционер с блоком управления

Производитель:

Physik Instrumente

Politec-Platz 5-7

D-76337 Waldbronn

Тел. +49-721-4846-0

Факс +49-721-4846-299

Тип пьезопозиционера:

P-518.ZCL Z, пьезоэлектрическая система позиционирования нанодиапазона, с емкостным датчиком
путь перемещения 100 мкм
размер шага 2 нм

Управляющая электроника:

система контроллера пьезопозиционера E-501.00

LVPZT-усилитель E-505.00

контроллерный модуль для управления датчиком /
сервоприводом E-509.CIA

10 Документация, носители информации

В приложении находятся следующие документы и носители информации:

Руководство по эксплуатации Leica DMR

Руководство по эксплуатации материнской платы P4TPT

Руководство по эксплуатации Enermax

Руководство по эксплуатации PCIM-DDA 06/16

Руководство по инсталляции компьютерного программного обеспечения для обработки измерительной информации

Windows 2000 Quick Start Guide

Дискета с драйвером 10/100 Mbps PCI Fast Ethernet Card

Компакт-диск с программным обеспечением Matrix Vision

Компакт-диск Nero Burning ROM 5

Компакт-диск с компьютерным программным обеспечением для обработки измерительной информации

Компакт-диск с драйвером Intel Mainboard Chipset

Компакт-диск Biostar Application Pack

Компакт-диск Logitech Mouseware 9.7

Компакт-диск с программным обеспечением для Hercules Rage 128 Pro

Руководство по эксплуатации WLI

Документация, носители информации

11-17