

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Н.П. Калиниченко

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ВИЗУАЛЬНО-ОПТИЧЕСКОМУ КОНТРОЛЮ

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов
Российской Федерации по образованию в области приборостроения
и оптотехники для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки 200100 «Приборостроение»*

Издательство
Томского политехнического университета
2012

УДК 620.11(076.5)

ББК 30.3я73

К17

Калиниченко Н.П.

К17

Лабораторный практикум по визуально-оптическому контролю: учебное пособие / Н.П. Калиниченко; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 114 с.

ISBN 978-5-4387-0080-7

В пособии даны указания по подготовке и выполнению лабораторных работ по курсу «Визуальный и измерительный контроль» и «Визуально-оптический контроль». Приведены теоретические сведения по рассматриваемым темам лабораторных работ, требования к средствам визуально-оптического контроля, к оценке и регистрации результатов контроля. В случаях, предусмотренных учебными планами, на профессиональном немецком языке может быть выполнена лабораторная работа № 9.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальностям 200102 «Методы и приборы контроля качества», 220501 «Управление качеством», а также может быть полезно специалистам, занимающимся вопросами неразрушающего контроля.

УДК 620.11(076.5)

ББК 30.3я73

Рецензенты

Кандидат технических наук
директор ООО «АРЦ НК»

М.М. Коротков

Кандидат технических наук
директор ООО «СКАН-КОНТРОЛЬ»

Ф.М. Завъялкин

ISBN 978-5-4387-0080-7

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2012

© Калиниченко Н.П., 2012

© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	
УСТРОЙСТВО ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ЭНДОСКОПА.....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ЭНДОСКОПА.....	19
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	
ОСМОТР И ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ СМОТРОВОГО ПРИБОРА РВП-496	28
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	
ОСМОТР И ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ ЖЕСТКОГО ЭНДОСКОПА С КАЧАЮЩЕЙСЯ ПРИЗМОЙ PRZ06-0550-VAR-50.....	32
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5	
ТЕХНОЛОГИЯ ВИЗУАЛЬНОГО И ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ПОМОЩИ ВИДЕОЭНДОСКОПА EVEREST XLG3	49
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6	
ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ И ДЕФЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ВИДЕОЭНДОСКОПА EVEREST XLG3 ТЕНЕВЫМ МЕТОДОМ	78
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7	
ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ И ДЕФЕКТОВ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С ПОМОЩЬЮ ВИДЕОЭНДОСКОПА EVEREST XLG3	84
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8	
ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ДЕФЕКТОВ ТРУДНОДОСТУПНЫХ МЕСТ С ПОМОЩЬЮ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ SRVISION.....	100
DIE LABORARBEIT № 9	
MESSUNG DER GEOMETRISCHEN ANZEIGEELEMENTEN UND DEFECTEN MIT DER HILFE DES VIDEOENDOSKOP EVEREST XLG3	107

Лабораторная работа № 1

УСТРОЙСТВО ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ЭНДОСКОПА

Настоящая лабораторная работа подготовлена учебно-научным центром компании «СМТ», производящей технические эндоскопы, и внедрена в учебный процесс кафедры ФМПК ТПУ.

Цель работы: ознакомиться с устройством и работой волоконно-оптического эндоскопа СМТ1-К13-1500М («КОБРА») по лабораторному макету.

Применяемое оборудование: макет волоконно-оптического эндоскопа СМТ1-К13-1500М («КОБРА»).

1. Оптическая схема эндоскопа

Оптическая схема эндоскопа «КОБРА», представленная на рис. 1.1, выполнена в виде волоконно-оптического тракта передачи изображения, включающего в себя микрообъектив 1 (с углом обзора 50°), волоконно-оптический жгут передачи изображения 2 (регулярный жгут) и трехлинзовый 15-кратный окуляр 3. Линзы микрообъектива и окуляра выполнены с просветлением.

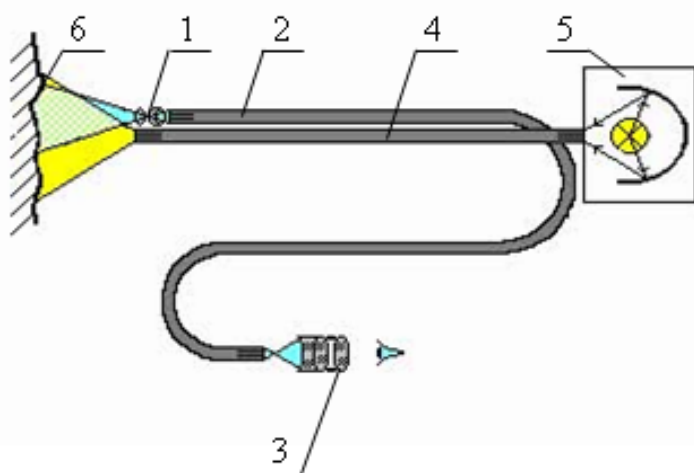


Рис. 1.1. Оптическая и осветительная схемы эндоскопа «КОБРА»:

1 – микрообъектив; 2 – жгут передачи изображения; 3 – окуляр;
4 – жгут передачи освещения; 5 – осветитель; 6 – объект контроля

Разрешающая способность волоконно-оптического жгута составляет 45 лин/мм.

Индивидуальная для наблюдателя настройка резкости в диапазоне ± 5 диоптрий осуществляется перемещением окуляра 3 вдоль его оси относительно выходного торца волоконно-оптического жгута.

2. Осветительная схема эндоскопа

Осветительная схема, показанная на рис. 1.1, выполнена в виде волоконно-оптического тракта передачи освещения, состоящего из нерегулярного волоконно-оптического жгута 4, который передает «холодный» свет от осветителя 5 к объекту контроля 6 (что исключает помещение лампы в объект контроля). Осветитель выполнен на основе галогенной лампы мощностью 100 Вт.

Наряду с осветителями на основе галогенных ламп в эндоскопии используются металлогалоидные и ксеноновые лампы. Ниже приведены их преимущества и недостатки.

Основное преимущество галогенных осветителей – дешевизна. Недостатки: высокое энергопотребление при относительно невысоком световом потоке, малый срок службы лампы (порядка 50 ч) и смещенный в желтую область спектр. Они находят наибольшее применение.

В металлогалоидных осветителях в основном используются лампы 24 Вт. Они значительно дороже галогенных, однако обладают рядом достоинств: низкое энергопотребление при световом потоке, сравнимом с галогенной лампой 200 Вт; длительный срок службы – 600–800 ч; спектр, приближенный к естественному белому свету. Недостаток – требуют громоздкую схему для стабилизации дуги горения.

Ксеноновые осветители – наиболее мощные осветительные системы, но и самые дорогие. Они находят небольшое применение.

3. Конструкция эндоскопа

Конструкция эндоскопа в целом показана на рис. 1.2.

Эндоскоп содержит видеотрубку 1, укрепленную на изгибаемом (с памятью формы изгиба) патрубке 2. Видеотрубка 1 оптически связана посредством волоконно-оптического жгута (проходящего через корпус 3 и гибкую оболочку 4) с микрообъективом, установленным на изгибаемом конце 13 оболочки 4. Оболочка 4 с изгибаемым концом 13 является рабочей частью эндоскопа. Управление изгибом конца рабочей части производится путем нажатия на курок 5, вмонтированный в рукоятку эндоскопа. Курок управления 5 фиксируется поворотом по часовой стрелке флажка 9, установленного на рукоятке. На боковой поверхности курка имеется круглая метка черного цвета, положение которой непосредственно у входа курка в рукоятку соответствует прямому, неизогнутому состоянию изгибаемого конца рабочей части эндоскопа. Рабочая часть 4 представляет собой композиционную оболочку с резиновым покрытием.

Рабочая часть 4 выполнена с возможностью поворота вокруг своей оси на угол $\pm 90^\circ$, для чего служит узел 12, соединяющий рабочую часть 4 с корпусом 3 эндоскопа.

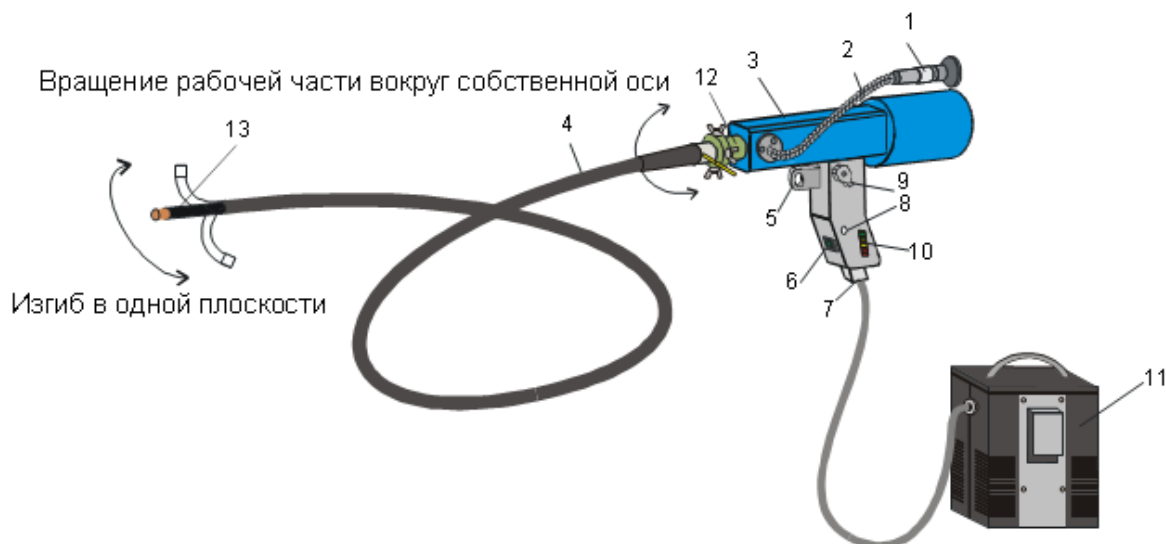


Рис. 1.2. Конструкция эндоскопа:

1 – видеотрубка; 2 – патрубок; 3 – корпус; 4 – гибкая оболочка рабочей части эндоскопа; 5 – курок; 6 – выключатель; 7 – разъем; 8 – сигнальная лампа индикатора разряда аккумуляторной батареи; 9 – флажок фиксатора курка; 10 – линейный индикатор разряда аккумуляторной батареи; 11 – аккумуляторная батарея; 12 – узел поворота рабочей части вокруг ее оси; 13 – изгибаемый конец рабочей части

Подсветка наблюдаемого объекта осуществляется волоконно-оптическим жгутом от осветительного блока цилиндрической формы, установленного на тыльной части корпуса эндоскопа. Осветительный блок выполнен на основе галогенной лампы, охлаждаемой вентилятором.

В рукоятке эндоскопа имеется разъем 7 для подключения кабеля питания от аккумуляторной батареи 11, а также выключатель 6. На рукоятке также размещена сигнальная лампа 8 индикатора разряда аккумуляторной батареи 11. В рукоятке смонтирован зуммер, который служит для звуковой сигнализации о разряде аккумуляторной батареи. Степень разряда аккумулятора можно оценить по линейному индикатору 10, представляющему собой линейку из десяти светодиодов.

3.1. Конструкция отдельных узлов

Для дальнейшего ознакомления с материалом лабораторной работы рекомендуется сверяться с макетом, который представляет собой модель эндоскопа СМТ1-К13-1500М в разрезе.

Видеотрубка показана на рис. 1.3. Она состоит из наглазника окуляра 1, навинченного на корпус 2. Корпус 2 крепится на изгибаемом (с памятью формы изгиба) патрубке (на рисунке не показан). В корпусе

укреплен выходной конец волоконно-оптического жгута 3, передающего изображение наблюдаемого объекта.

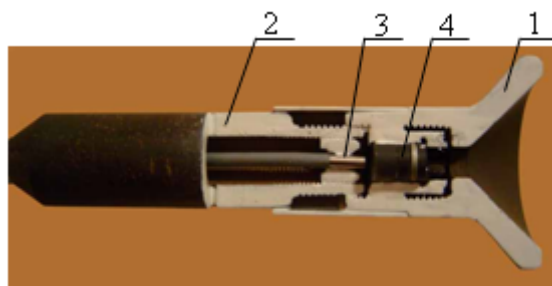


Рис. 1.3. Конструкция видеотрубки:

1 – наглазник окуляра; 2 – корпус; 3 – волоконно-оптический жгут; 4 – окуляр

В наглазнике окуляра 1 установлен трехлинзовый 15-кратный окуляр 4, который служит для наблюдения изображения с выходного конца жгута. Для настройки резкости наглазник окуляра 1 вращают вокруг своей оси относительно корпуса 2.

Патрубок 3 позволяет установить видеотрубку в удобное для оператора положение для наблюдения или при укладке эндоскопа в ящик для хранения или переноски.

Корпус и рабочая часть эндоскопа показаны на рис. 1.4.

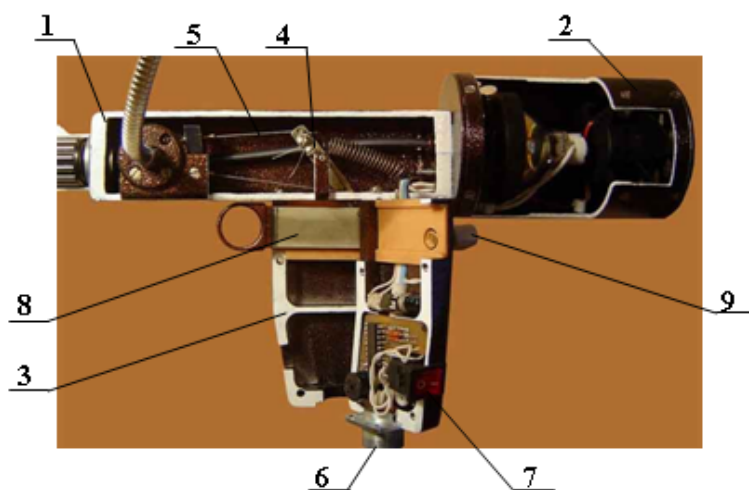


Рис. 1.4. Корпус эндоскопа в разрезе:

*1 – корпус; 2 – осветительный блок; 3 – рукоятка эндоскопа; 4 – рычаг;
5 – стальные тросы; 6 – разъем; 7 – выключатель; 8 – курок; 9 – фиксатор*

Корпус 1 с осветительным блоком 2 и рукоятка эндоскопа 3 выполнены из дюралюминия и окрашены полиэфирной порошковой краской.

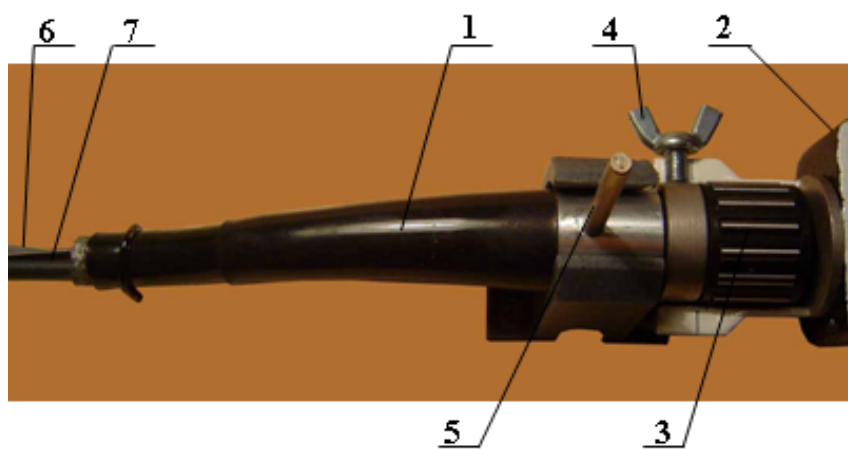
Механизм управления изгибаемым концом, размещенный в корпусе 1 и рукоятке 3, представляет собой систему из подпружиненного рычага 4 и стальных тросов 5.

На рукоятке размещены разъем 6 для подключения кабеля аккумуляторного блока, выключатель 7, сигнальная лампа 8 (рис. 1.2) индикатора разряда аккумуляторной батареи, линейный светоиндикатор 10 (рис. 1.2) разряда аккумуляторной батареи, а также курок 8 управления изгибом конца рабочей части эндоскопа с фиксатором 9.

Оболочка рабочей части эндоскопа выполнена композиционной и состоит из внутренней витой пружины стальной ленты, бронированной металлической оболочки и резинового покрытия.

Конструкция оболочки рабочей части эндоскопа позволяет исключить ее деформацию при многократных изгибах, внешних механических, химических и температурных (до 1 000 °С) воздействиях, а также противостоять проникновению внутрь оболочки влаги и масел.

Соединение рабочей части 1 и корпуса 2 эндоскопа выполнено в виде узла 12 (рис. 1.2) на основе игольчатого подшипника 3 и винта-фиксатора 4. Конструкция узла поворота рабочей части показана на рис. 1.5. Ослабив винт-фиксатор 4, рабочую часть 1 поворачивают с помощью рычага 5 вокруг своей оси в диапазоне углов $\pm 90^\circ$.



*Рис. 1.5. Узел поворота рабочей части вокруг своей оси:
1 – рабочая часть; 2 – корпус эндоскопа; 3 – игольчатый подшипник;
4 – винт-фиксатор; 5 – рычаг поворота рабочей части;
6 – жгут изображения; 7 – жгут подсветки*

Внутри оболочки рабочей части проходят волоконно-оптические жгуты изображения 6 и подсветки 7, а также размещенные в стальных спиральных оболочках тросы механизма управления изгибаемым концом. Материалы элементов и узлов корпуса, рукоятки и рабочей части не подвержены воздействию влаги.

На изгибаемом конце, показанном на рис. 1.6, размещены концы жгутов подсветки 1 и изображения 2, на торце жгута изображения размещен микрообъектив 3. Микрообъектив 3 и концы жгутов 1 и 2 защищены от воздействий внешних факторов металлической оболочкой 4 с защитными стеклами 5.

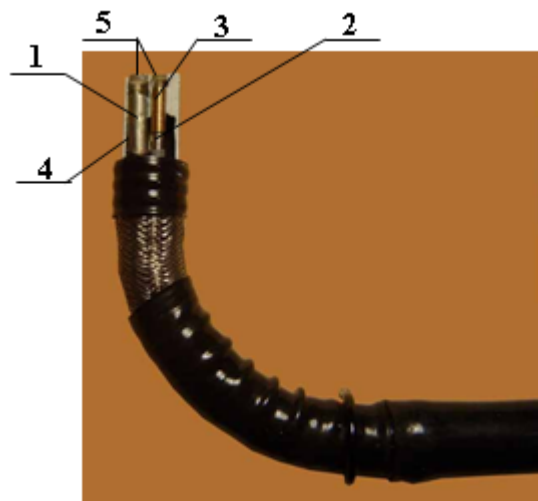


Рис. 1.6. Изгибаемый конец рабочей части:

*1 – конец жгута подсветки; 2 – конец жгута изображения; 3 – микрообъектив;
4 – металлическая оболочка объективной головки; 5 – защитные стекла*

4. Схема электрического питания эндоскопа

Питание эндоскопа осуществляется от аккумуляторной батареи GB1 (поз. 11, рис. 1.2). Эндоскоп подключается к аккумуляторной батарее посредством соединения кабельной розетки XS1 в составе аккумуляторной батареи к блочной вилке XP1, установленной на рукоятке эндоскопа. Замыканием выключателя SA1 (поз. 6, рис. 1.2) питающее напряжение подается на галогенную лампу осветителя LE1 и через диодный мост VD1...VD4 на двигатель M1 вентилятора охлаждения осветительной лампы. Кроме того, питание подается на схему индикации разряда аккумуляторной батареи A1. Схема индикации разряда аккумуляторной батареи выполнена на основе микросхемы линейного индикатора напряжения LM3914. Внешние цепи R1...R6 выбраны так, что при напряжении питания более 11,8 В все светодиоды HL1...HL10 светятся. (HL1...HL3 имеют красный цвет свечения, HL4...HL7 – желтый, HL8...HL10 – зеленый.) По мере уменьшения питающего напряжения светодиоды, начиная с HL10, последовательно гаснут. Когда напряжение на аккумуляторе достигнет значения около 9,4 В, гаснут все светодиоды линейки HL1...HL10. В результате запирается транзистор VT1 и

через открывшийся транзистор VT2 замыкается цепь питания зуммера HA1 и включенного последовательно с ним мигающего светодиода HL11. Прерывистый писк зуммера, сопровождаемый вспышками светодиода HL11, предупреждает оператора, что аккумуляторная батарея полностью разряжена и дальнейший ее разряд приведет к неприемлемому ухудшению ее характеристик. Во избежание переразряда аккумуляторной батареи необходимо выключить осветитель, отсоединить аккумуляторную батарею от эндоскопа и зарядить ее.

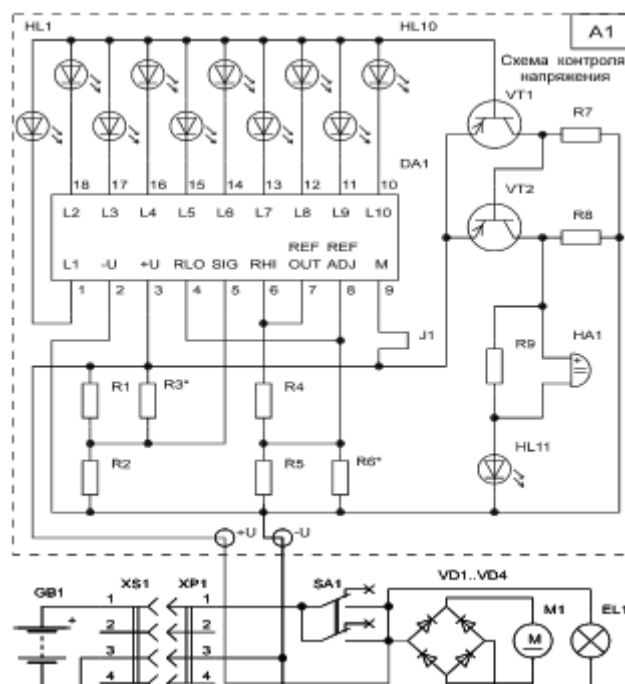


Рис. 1.7. Электрическая схема источника питания

Особо следует оговорить недопустимость питания эндоскопа от источников, имеющих импульсный характер выходного напряжения. К ним относятся некоторые зарядные устройства и источники питания. В этом случае под выходным напряжением понимается эффективное или среднее значение импульсного напряжения, тогда как выходные импульсы могут иметь очень большую величину, способную разрушить схему индикации и микросхему, встроенную в двигатель вентилятора M1.

Аккумуляторная батарея «КЕДР-7» показана на рис. 1.8. Она представляет собой герметичную кислотную аккумуляторную батарею 7,2 А·ч, заключенную в пластмассовый корпус 1. Батареи этой серии имеют герметичную конструкцию, а используемый в них электролит имеет желеобразную консистенцию. Газ, образующийся в результате электролиза воды, полностью рекомбинируется. Такая конструкция

обеспечивает безопасное использование батарей в любом положении, исключая утечки электролита и снижение электрической емкости. Выходное напряжение под нагрузкой – около 12 В. В процессе заряда и хранения батарея устанавливается на ножках 3. При работе батарея закрепляется на пояском ремне оператора при помощи крючка 4. Для переноски батареи служит ручка 2, закрепленная на передней панели корпуса.

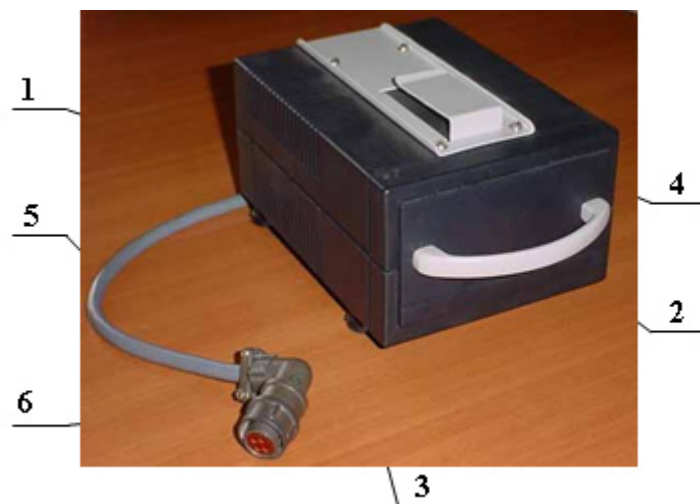


Рис. 1.8. Аккумуляторная батарея «КЕДР-7»:

1 – корпус; 2 – ручка; 3 – ножки; 4 – крючок; 5 – кабель; 6 – кабельная розетка

Для подключения к зарядному устройству или к эндоскопу из аккумуляторной батареи выведен кабель 5, на конце которого установлена кабельная розетка 6.

Время разряда батареи и действительная емкость зависят от разрядного тока. Кроме того, действительная емкость батареи сильно зависит от окружающей температуры. Так, при $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и среднем разрядном токе 8,4 А действительная емкость составляет менее 35 % от номинальной.

К основным факторам, влияющим на сокращение срока эксплуатации батарей и снижение их реальной емкости, относятся:

- 1) глубокий разряд. Так, 10 полных глубоких (до нуля) циклов разряда батареи уменьшают ее действительную емкость до 80 % от номинальной. В то же время использование батареи в режиме частичного разряда, по сравнению с нормальным полным (до 10 В), способно значительно увеличить количество возможных циклов использования;
- 2) высокий зарядный ток и напряжение. Несмотря на то, что начальный зарядный ток допускается на уровне 1,5 С (10,8 А), заряд таким током сопряжен с риском повреждения батареи. Слишком вы-

сокий зарядный ток (напряжение), действующий на протяжении длительного времени (более 15 мин), способствует не только сокращению службы батареи, но и ее разрушению за счет выделяемого тепла. Поэтому при заряде важно обеспечить хорошие условия вентиляции батареи;

- 3) высокая температура окружающей среды. Очень важный фактор, влияющий на срок службы батареи. К примеру, увеличение температуры, при которой эксплуатируется батарея, с 20 до 40 °С сокращает срок ее службы в 2,5 раза;
- 4) высокое значение перезаряда батарей. Батареи после заряда до номинальной емкости способны выдерживать перезаряд малым (0,05 С и менее) током в течение 6...10 часов. При этом достигнутая емкость может составлять до 120 % от номинальной. Однако такой режим способствует снижению их срока службы. При этом тем больше, чем больше значение зарядного тока и время перезаряда. При перезаряде большими токами возможно даже разрушение батареи. Поэтому важно вовремя прекратить заряд по достижении заданной степени заряда.

Зарядное устройство «КЕДР-АВТО» представлено на рис. 1.9.



Рис. 1.9. Зарядное устройство «КЕДР-АВТО»:

1 – корпус; 2 – ножки; 3 – кабельная вилка; 4 – вилка сетевого шнура сети 220 В, 50 Гц; 5 – стрелочный индикатор тока (амперметр); 6 – кнопка режима «АВТОМАТ»; 7 – кнопка режима «ЦИКЛ»; 8 – световой индикатор

Использование зарядного устройства для заряда аккумуляторных батарей эндоскопа имеет ряд особенностей, которые изложены ниже.

Зарядное устройство «КЕДР-АВТО» реализует режим заряда с постоянным зарядным напряжением. При этом напряжение, прикладываемое

мое к батарее, является пульсирующим, с периодом, равным половине периода сетевого напряжения. Значение напряжения установлено таким, что заряд осуществляется только в части указанного периода, в течение которого это напряжение превышает напряжение на батарее. Таким образом обеспечивается режим, при котором происходит плавное автоматическое уменьшение зарядного тока в процессе заряда батареи. Следует отметить, что это напряжение не стабилизируется. Поэтому наблюдается некоторая зависимость зарядного тока, а следовательно, и времени заряда от напряжения в сети.

Зарядное устройство автоматически прекращает заряд при достижении заданного напряжения на батарее.

Зарядное устройство «КЕДР-АВТО» обеспечивает ускоренный режим заряда полностью разряженной (до 10 В) батареи при компромиссном значении начального тока, равном 3...4 А. При этом через 1–2 ч (в зависимости от степени разряда батареи и напряжения в сети) значение зарядного тока уменьшается до величины около 2 А и продолжает уменьшаться к концу заряда до 1 А и менее. Такой режим исключает сколько-нибудь значительный нагрев батареи при заряде и сокращает время заряда полностью разряженной батареи до 3–6 часов. При этом следует учесть, что при повышенном напряжении в сети заряд выполняется быстрее, но зарядное устройство прекращает заряд при меньшем значении накопленного заряда. В любом случае при автоматическом отключении обеспечивается степень заряда не менее 85 % от номинальной емкости.

Преобразователь «КЕДР» 220 В – 12 В (сетевой адаптер), показанный на рис. 1.10, представляет собой конструкцию, выполненную на основе электронного трансформатора (фирмы Taschibra), заключенного в пластмассовый корпус 1.

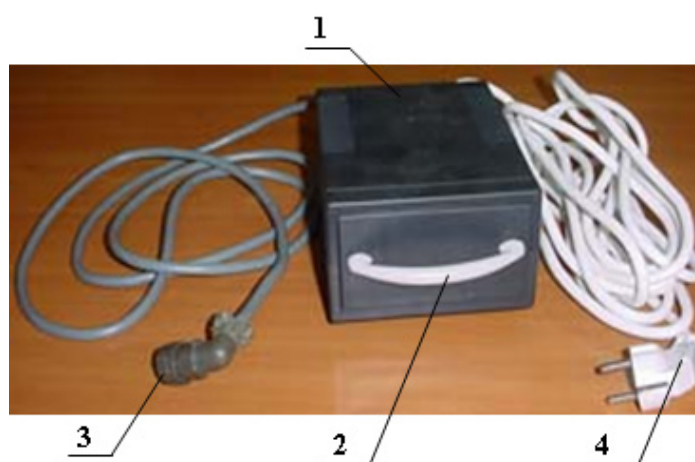


Рис. 1.10. Преобразователь «КЕДР» 220 В – 12 В:

1 – корпус; 2 – ручка; 3 – кабельная вилка; 4 – вилка сетевого шнура сети 220 В, 50 Гц

Эффективное выходное напряжение электронного трансформатора равно 12 В и подается на эндоскоп посредством кабеля 3, на конце которого установлена кабельная розетка 3.

Подключение преобразователя в сеть 220 В, 50 Гц производится с помощью вилки сетевого шнура 4.

Максимально допустимая выходная мощность – 105 В·А. Форма выходного напряжения – напряжение повышенной (несколько кГц) частоты, модулированное с частотой сети.

Схема адаптера приведена на рис. 1.11.

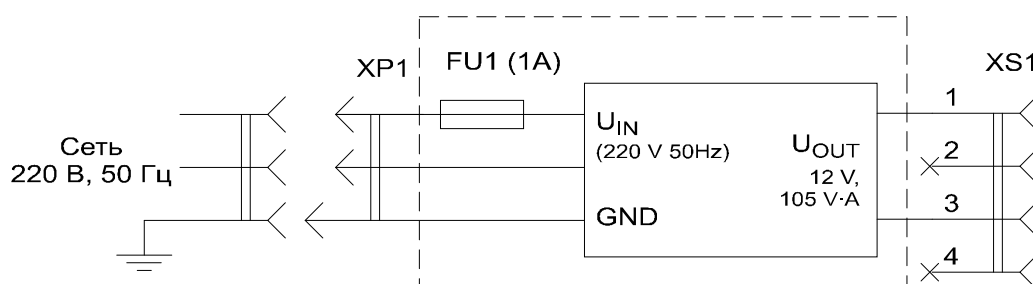


Рис. 1.11. Схема адаптера

5. Принцип работы с волоконно-оптическим эндоскопом

5.1. Проверка работоспособности эндоскопа и его настройка

Отрегулируйте положение видеотрубки для удобного наблюдения изображения путем изгиба в соответствующую сторону патрубка (поз. 2, рис. 1.2), на котором она закреплена. Для изменения направления изгиба патрубка последний следует согнуть в нужном направлении.

Наводка резкости наглазника окуляра (поз. 2, рис. 1.3) осуществляется путем его поворота вокруг своей оси. Процесс наводки резкости окуляра показан на рис. 1.12.



Рис. 1.12. Наводка резкости окуляра

Эта настройка резкости индивидуальна для глаза оператора и обеспечивает регулировку резкости в пределах ± 5 диоптрий.

Максимальная резкость достигается тогда, когда четко видна мозаичная структура торца волоконно-оптического жгута.

Управление изгибом конца рабочей части эндоскопа. Проверку работы механизма управления изгибом конца рабочей части начинают с того, что ослабляют фиксатор положения курка, повернув флажок фиксатора (поз. 9, рис. 1.2) левой рукой на три четверти оборота против часовой стрелки.

После того как фиксатор курка ослаблен, нажимают на курок или отпускают его, слегка придерживая пальцем (рис. 1.13). В этих случаях изгибаемый конец рабочей части отклоняется влево или вправо на 90° . Если нужно оставить конец изогнутым, то производят фиксацию курка поворотом флажка по часовой стрелке до упора.

Оценка резкости изображения. Для проверки резкости расположите перед объективной головкой на расстоянии 5 см какой-либо предмет с мелкой структурой поверхности, текстом или рисунком, как показано на рис. 1.14. Данное расстояние соответствует максимальной резкости изображения.



Рис. 1.13. Управление изгибом конца рабочей части эндоскопа



Рис. 1.14. Расположение предмета перед объективной головкой

После этого возьмите эндоскоп и, глядя в окуляр, произведите удаление предмета до 15 см и его приближение до 2 см. Соответственно, масштаб изображения будет изменяться в большую или меньшую сторону.

Подключение эндоскопа к аккумуляторной батарее показано на рис. 1.15. При этом навинчивание накидной гайки, расположенной на кабельной розетке аккумуляторного блока питания, на вилку разъема, расположенную на рукоятке эндоскопа, производите, слегка надавливая и направляя корпус розетки для исключения закусывания резьбы.



Рис. 1.15. Подключение эндоскопа к аккумуляторной батарее

Включение питания эндоскопа осуществляется при помощи выключателя на рукоятке эндоскопа: должна загореться галогенная лампа осветителя и заработать вентилятор охлаждения лампы. По линейному индикатору напряжения (поз. 10, рис. 1.2), расположенному на рукоятке эндоскопа, можно оценить состояние аккумуляторной батареи. Если горят все индикаторы, то батарея полностью заряжена. Если светятся только желтые и красные или только красные, то следует выполнить заряд аккумуляторной батареи.

Питание эндоскопа может осуществляться также от сети через прилагаемый преобразователь «КЕДР» (сетевой адаптер) 220 В – 12 В.

5.2. Работа с эндоскопом

Обеспечьте удобный доступ к осматриваемому объекту. Осторожно введите рабочую часть эндоскопа в осматриваемый объем. Продвигая ее вперед, осмотрите внутреннюю поверхность объема. Если, кроме продвижения рабочей части вперед и назад, требуется провести осмотр путем изгиба конца рабочей части, то, обеспечив свободный ход курка, произведите соответствующее управляющее воздействие на курок.

Крутизна изгиба рабочей части при работе не должна превышать 25 см.

Поэтому, при затруднении управления изгибом или при заведомо крутых перегибах рабочей части эндоскопа, следует заранее произвести изгиб конца рабочей части с помощью курка при выпрямленном поло-

жении рабочей части. Только после этого следует вводить рабочую часть в осматриваемый объем.

Перед выведением рабочей части эндоскопа из осматриваемого объема установите изгибаемый конец в прямое положение.

Если поперечный размер осматриваемого пространства (например, диаметр трубы) не превышает 80 мм, произвести полный изгиб конца рабочей части не удастся. В этом случае производят изгиб на небольшой угол в пределах подвижности изгибаемого конца.

Для осуществления радиального осмотра поверхности изгибают конец рабочей части соответствующим воздействием на курок, закрепляя его поворотом флажка-фиксатора, после чего ослабляют винт-фиксатор (поз. 4, рис. 1.5) и с помощью рычага (поз. 5, рис. 1.5) поворачивают рабочую часть вокруг своей оси. Таким способом можно произвести радиальный осмотр одной из сторон исследуемого объекта.

Другую сторону объекта можно осмотреть, предварительно изогнув конец рабочей части в противоположную сторону.

После окончания осмотра изгибаемый конец выпрямляют, а рабочую часть приводят в исходное положение, когда рычаг поворота (поз. 5, рис. 1.5) находится напротив винта-фиксатора (поз. 4, рис. 1.5).

Время суммарной работы осветителя от новой, полностью заряженной аккумуляторной батареи составляет 25 мин. В процессе работы рекомендуется следить за уровнем разряда аккумуляторной батареи по линейному индикатору, расположенному на рукоятке эндоскопа.

При подключении полностью заряженной новой батареи светятся все 10 светодиодов линейного индикатора. По мере разряда батареи светодиоды последовательно гаснут, начиная с зеленых. Ориентировочно погасание зеленых светодиодов соответствует 30 % разряду батареи. Погасание дополнительно двух желтых светодиодов свидетельствует о 50%-м разряде батареи.

В целях обеспечения оптимального ресурса аккумуляторной батареи желательно прекратить ее дальнейший разряд, переведя питание эндоскопа на резервную батарею.

При дальнейшем разряде батареи последовательно погаснут остальные светодиоды индикатора. При этом уровень разряда батареи оказывается критическим и дальнейший разряд сопровождается неприемлемым ухудшением ее характеристик. Переход в этот режим сигнализируется вспышками индикатора 8 (рис. 1.2), сопровождаемыми прерывистым писком зуммера. При достижении такого состояния следует обязательно выключить эндоскоп, отсоединить от него питающий кабель аккумуляторной батареи и выполнить ее заряд, по возможности в кратчайшие сроки после разряда.

Контрольные вопросы

1. Из чего состоит оптическая схема эндоскопа «КОБРА»?
2. Какова разрешающая способность жгута передачи изображения?
3. Какие источники освещения используются в волоконной эндоскопии? Перечислите их достоинства и недостатки.
4. Что содержит изгибаемый конец эндоскопа?
5. Чему равен угол обзора эндоскопа?
6. Каким образом влияет высокая температура окружающей среды и высокое значение перезаряда батареи на срок эксплуатации аккумуляторной батареи?
7. Что произойдет, если напряжение аккумуляторной батареи достигнет значения около 9,4 В?
8. Каким образом производят оценку резкости изображения?

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Применяемое оборудование.
3. Ответы на вопросы.
4. Выводы о проделанной работе.

Список литературы

1. Бычков О.Д. Контроль внутренних поверхностей. – М.: Энергия, 1975. – 120 с.
2. Вейнберг В.Б., Саттаров Д.К. Оптика световодов. – Л.: Машиностроение, 1977. – 320 с.
3. Кучикян Л.М. Световоды. – М.: Машиностроение, 1973. – 176 с.
4. Марков П.И., Кеткович А.А., Вейнберг В.Б. Волоконно-оптическая интроскопия. – Л.: Машиностроение, 1987. – 286 с.
5. Сирота Г.А. Технические эндоскопы – приборы для визуального контроля труднодоступных объектов // В мире НК. – 2000. – № 2 (8). – С. 4–7.
6. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 472 с.

Лабораторная работа № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ЭНДОСКОПА

Настоящая лабораторная работа подготовлена учебно-научным центром компании «СМТ», производящей технические эндоскопы, и внедрена в учебный процесс кафедры ФМПК ТПУ.

Цель работы: исследовать зависимость разрешающей способности волоконно-оптического эндоскопа от рабочего расстояния до наблюдаемого предмета, его цвета и ориентации относительно структуры волоконно-оптического жгута.

Применяемое оборудование: экспериментальная установка для определения разрешающей способности волоконно-оптического эндоскопа.

Теоретическая часть

Полное внутреннее отражение

Из элементарной оптики известно [1–7], что при прохождении луча света из прозрачной среды с показателем преломления n_1 в среду, имеющую показатель преломления n_2 ($n_2 < n_1$), большая часть энергии, переносимой лучом, передается во вторую среду. Это явление называется рефракцией, или преломлением, рис. 2.1, а. В то же время небольшая часть энергии отражается от границы обратно в первую среду (здесь мы полагаем, что обе среды не поглощают свет). Углы падения θ_1 и преломления θ_2 связаны соотношением, известным как закон Снеллиуса,

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2, \quad (2.1)$$

где θ_1 всегда меньше θ_2 , если $n_2 < n_1$, и наоборот.

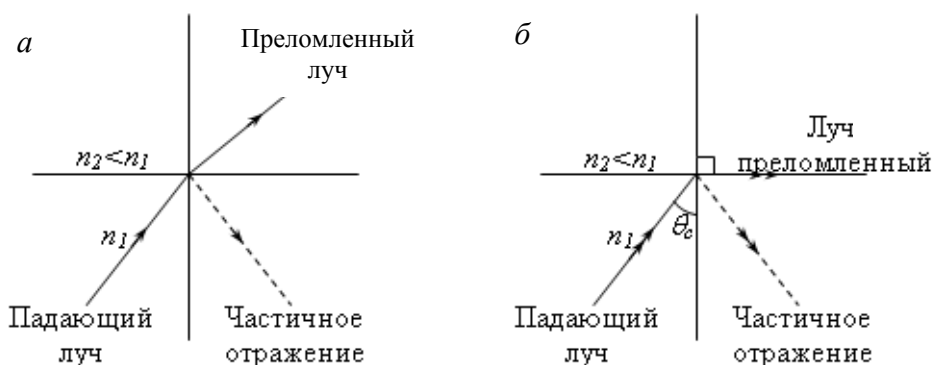


Рис. 2.1. Отражение и преломление на диэлектрической границе раздела:
а – в докритическом режиме; б – при критическом угле падения

С увеличением θ_1 растет и θ_2 , пока не наступит момент, когда $\theta_2 = 90^\circ$, т. е. преломленный луч скользит вдоль границы раздела, рис. 2.1, б. Угол падения, при котором $\theta_2 = 90^\circ$, называется критическим углом падения θ_c ($\theta_c = \arcsin n_2/n_1$).

Если θ_1 и далее продолжает расти и становится больше θ_c , то вся энергия, содержащаяся в падающем луче, отражается обратно в первую среду. Это явление, называемое полным внутренним отражением, и было использовано при создании оптических волокон с так называемым ступенчатым профилем показателя преломления, в которых происходит волноводное распределение света.

Оптическое волокно

Если луч света, преломившись на границе раздела воздух–сердцевина на торце волокна, попадает на границу сердцевина–оболочка под углом, большим критического (рис. 2.2), происходит полное внутреннее отражение [10, 11]. В связи с цилиндрической симметрией волокна полное внутреннее отражение этого луча имеет место и на нижней границе сердцевины, то есть луч оказывается захваченным сердцевинной. Траектория луча, каналируемого вдоль сердцевины, имеет зигзагообразный характер. Полное внутреннее отражение луча происходит в каждой точке излома.

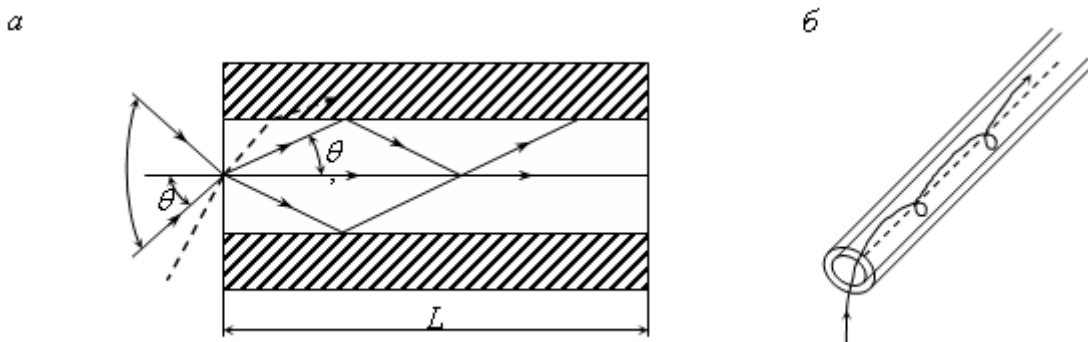


Рис. 2.2. Траектории меридиональных (а) и косых (б) лучей в оптическом волокне

Лучи, изображенные на рис. 2.2, а, всегда пересекают ось волокна. Такие лучи называют меридиональными.

Легко показать с помощью рис. 2.2, а, что закон Снеллиуса (см. формулу 2.1) для торца волокна выполняется в случае

$$\sin \theta_a = n_1 \sin \theta'. \quad (2.2)$$

Поскольку на границе между сердцевинной и оболочкой имеет место полное внутреннее отражение, должно выполняться неравенство

$$\theta' < \pi / 2 - \theta_c. \quad (2.3)$$

Следовательно, необходимым условием для того, чтобы луч распространялся внутри сердцевинной оболочки волокна и не попал в оболочку, является следующее:

$$n_{\text{возд}} \sin \theta_a = \sin \theta_a = n_1 \sin(\pi / 2 - \arcsin n_2 / n_1) = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}. \quad (2.4)$$

На основании рис. 2.2, а можно также утверждать, что все лучи, которые попадают на торец сердцевинной оболочки волокна внутри конуса, образующая которого составляет угол θ_a с осью волокна, будут распространяться вдоль волокна и выйдут из его выходного торца практически без потерь (полагаем, что волокно сделано из абсолютно прозрачного материала). Угол θ_a называется приемным (апертурным) углом волокна для меридиональных лучей. Уравнение (2.4) определяет важный параметр волокна, называемый числовой апертурой NA (по аналогии с числовой апертурой линзы или объектива) и являющийся очень полезной величиной, так как позволяет оценить количество световой энергии, которую можно ввести от источника света в волокно. Эта величина безразмерная и зависит только от показателей преломления n_1 и n_2 .

Все сказанное выше относилось только к меридиональным лучам, т. е. таким, которые лежат в одной плоскости с осью волокна. Кроме меридиональных существуют лучи, которые распространяются внутри сердцевинной оболочки, не пересекая ось волокна. Такие лучи, называемые косыми, распространяются таким образом, что их траектории не лежат в одной плоскости, в отличие от меридиональных лучей (рис. 2.2, б). Часть этих лучей постоянно теряет энергию по мере распространения вдоль волокна. На малых расстояниях, измеряемых метрами, косые лучи могут переносить (в зависимости от условий ввода излучения) достаточно большую часть общей мощности.

Передача изображения волоконно-оптическим жгутом

Применяемые в эндоскопах для передачи изображения волоконно-оптические жгуты представляют собой пучок гексагонально уложенных световедущих жил 1, разделенных светоизолирующими прослойками 2 (рис. 2.3).

Для передачи изображения с помощью волоконно-оптического жгута применяют элементы классической оптики (объектив, окуляр) [12].

Волоконно-оптическая схема эндоскопа представляет собой систему (рис. 2.4), состоящую из объектива 2, проецирующего изображение

предмета *1* на входной торец волоконно-оптического жгута *3*. Изображение с выходного торца жгута объективом *4* проецируется на экран *5* (плоскость изображения).

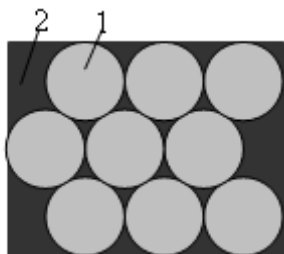


Рис. 2.3 Гексагональная укладка световодов:

1 – световедущие жилы;

2 – светоизолирующие прослойки

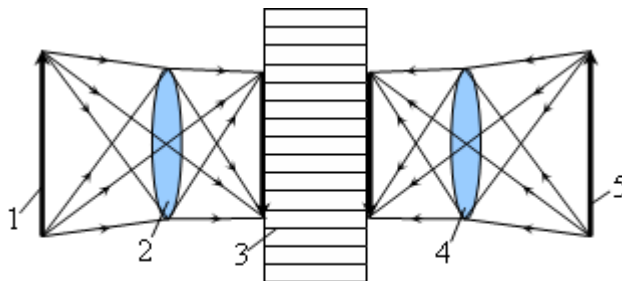


Рис. 2.4 Передача изображения через волоконно-оптический жгут

Разрешающая способность волоконно-оптического эндоскопа

Разрешающей способностью оптических систем называется способность оптических систем создавать отдельные изображения двух близко расположенных точек. Она оценивается по наименьшему расстоянию между двумя точками, при котором изображения точек еще не сливаются (видны отдельно). Данное расстояние выражается в линейных (мм) или угловых единицах (угловых секундах) и называется, соответственно, линейным или угловым пределом разрешения. Обратная ему величина служит количественной мерой разрешающей способности оптических приборов (обычно выражается в количестве линий на миллиметр).

Разрешающая способность волоконно-оптического эндоскопа в основном зависит от разрешающей способности применяемого в нем волоконно-оптического жгута.

В общем случае разрешающая способность волоконно-оптического жгута равна

$$\nu_{жс} = 0,5D^{-1}, \quad (2.5)$$

где *D* – диаметр волокна.

Кроме того, разрешающая способность волоконно-оптического эндоскопа зависит от фокусного расстояния объектива эндоскопа. Поэтому для нахождения разрешающей способности волоконно-оптического эндоскопа проще воспользоваться следующей методикой.

Предмет, размеры которого известны с большой точностью, помещают на фокусном расстоянии от объектива эндоскопа (изображение предмета должно максимально хорошо рассматриваться через волоконно-оптический эндоскоп). Измерения заключаются в подборе предмета, изображение которого находилось бы на грани разрешения.

В качестве меры разрешающей способности используется обратная величина минимально разрешимого отрезка d – число разрешаемых линий:

$$\nu = 1/d. \quad (2.6)$$

Определение разрешающей способности волоконно-оптического эндоскопа производится при помощи специальных испытательных объектов, называемых *мирами*. Период штрихов *миры* (минимально разрешаемые отрезки) d включает в себя ширину черной полосы и ширину промежутка (рис. 2.5) [4].

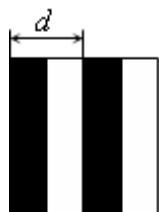


Рис. 2.5

Используемые в лабораторной работе штриховые *миры* представляют собой системы черных полос, нанесенных на белую бумагу.

Кроме того, для исследования зависимости разрешающей способности от ориентации изображения в плоскости торца волоконно-оптического жгута относительно направления укладки оптических волокон (для жгута с гексагональной структурой) используются *миры*, в которых штрихи имеют одинаковый период, но ориентированы в различных направлениях.

Для измерения зависимости разрешающей способности от цвета наблюдаемого изображения используются *миры*, на которые нанесены штрихи разных цветов.

Экспериментальная часть

Предлагаемая лабораторная работа включает в себя следующие экспериментальные задачи:

1. Определение разрешающей способности оптической системы волоконно-оптического эндоскопа в зависимости от рабочего расстояния R при фиксированном расстоянии L (расстояние от объектива до торца волоконно-оптического жгута).
2. Исследование зависимости разрешающей способности от цвета наблюдаемого изображения.
3. Исследование зависимости разрешающей способности от ориентации изображения в плоскости торца волоконно-оптического жгута относительно направления укладки оптических волокон (для жгута с гексагональной структурой).

Экспериментальная установка

Для выполнения поставленных задач используется волоконно-оптическая система эндоскопа, представленная в виде экспериментальной установки (рис. 2.6).

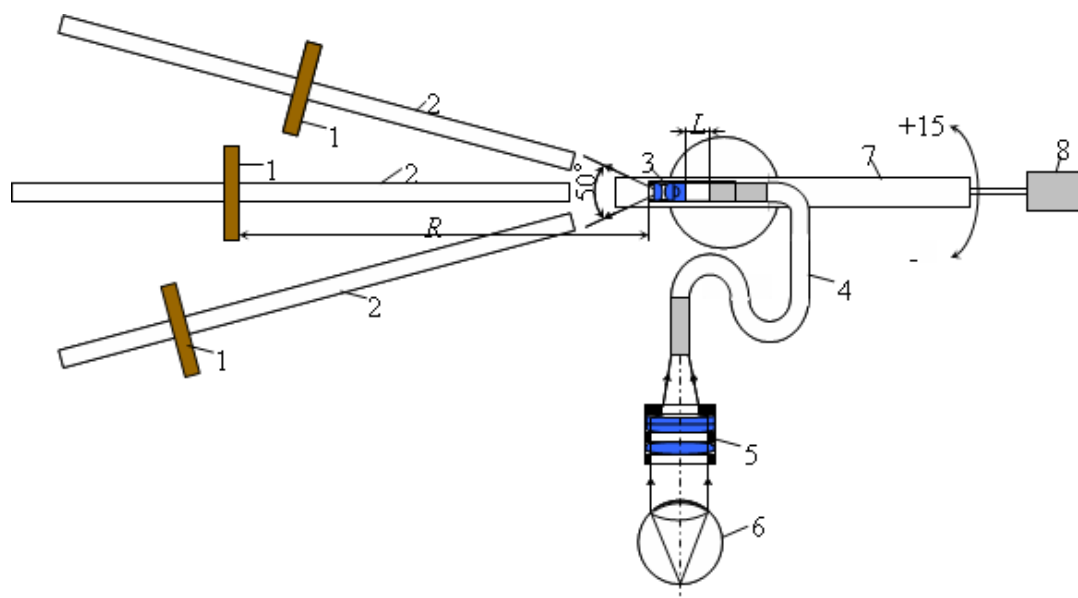


Рис. 2.6. Схема экспериментальной установки:

*1 – стойки для штриховых мир; 2 – рельсы; 3 – объектив;
4 – волоконно-оптический жгут; 5 – окуляр; 6 – глаз наблюдателя;
7 – поворотное устройство; 8 – регулировочный винт*

Внешний вид экспериментальной установки показан на рис. 2.6.

Для проведения экспериментов на основании установлены три направляющие, на которые установлены стойки для закрепления штриховых мир. Стойки могут перемещаться по направляющим, изменяя рабочее расстояние R . Кроме того, экспериментальная установка комплектуется десятью мирами (рис. 2.7):

- четыре мира со штрихами черного цвета на белом фоне с разным периодом d (мира № 1 – 2 мм, мира № 2 – 4 мм, мира № 3 – 6 мм и мира № 4 – 8 мм); три мира с одинаковым периодом $d = 30$ мм, но разным цветом штрихов (мира № 5 со штрихами красного цвета, мира № 6 – желтого и мира № 7 – синего цвета);
- три мира со штрихами черного цвета с одинаковым периодом $d = 30$ мм, но разной ориентацией штрихов (мира № 8 – штрихи сориентированы под углом 45° к горизонтальной поверхности, мира № 9 – под углом 135° и мира № 10 – штрихи сориентированы параллельно горизонтальной поверхности, т. е. угол 0°).



Рис. 2.7. Экспериментальная установка

Ход эксперимента по п. 1

При фиксированном расстоянии L от наблюдаемого предмета (миры) до объектива, установленного на торце волоконно-оптического жгута.

Навести резкость окуляра путем его поворота вокруг своей оси. Эта настройка индивидуальна для глаза наблюдателя и обеспечивает регулировку резкости в пределах ± 5 диоптрий. Максимальная резкость достигается, когда четко видна мозаичная структура торца волоконно-оптического жгута.

На одну из стоек закрепить миру № 1.

Подвести миру на расстояние $R = 3$ см от объектива.

Добиться максимальной четкости изображения штрихов путем вращения регулировочного винта δ вокруг своей оси.

Миру № 1 переместить от объектива на максимальное расстояние R_1 (не вращать регулировочный винт), при котором порог разрешения контраста миры еще достаточно высок (30...60 %), но мозаичность изображения (зазубренность прямых линий, разрывность изображения) не позволяет различить штриховые линии.

На эту же стойку закрепить миру № 2.

Для миры № 2, 3 и 4 выполнить операции, аналогичные для миры № 1, и определить соответствующие расстояния R_2 , R_3 и R_4 .

По четырем точкам построить график зависимости разрешающей способности эндоскопа от расстояния до наблюдаемого предмета.

Аналогичные измерения проделать для $R = 5$ см и $R = 7$ см.

Ход эксперимента по п. 2

Навести резкость окуляра путем его поворота вокруг своей оси. Эта настройка индивидуальна и обеспечивает регулировку резкости в пределах ± 5 диоптрий. Максимальная резкость достигается, когда четко видна мозаичная структура торца волоконно-оптического жгута.

На одну из подставок закрепить миру № 5.

Подвести миру с подставкой на $R = 4$ см от торца объектива.

Настроить максимальное изображение штрихов путем вращения регулировочного винта δ вокруг своей оси.

Подставку с мирой № 5 переместить от торца объектива на максимальное расстояние $R5$ (не вращать регулировочный винт).

На эту же подставку закрепить миру № 6.

Для миры № 6 получить расстояние $R6$.

Для миры № 7 получить расстояние $R7$.

По 3-м точкам построить график зависимости разрешающей способности эндоскопа от цвета наблюдаемого изображения.

Ход эксперимента по п. 3

Навести резкость окуляра путем его поворота вокруг своей оси. Эта настройка индивидуальна и обеспечивает регулировку резкости в пределах ± 5 диоптрий. Максимальная резкость достигается, когда четко видна мозаичная структура торца волоконно-оптического жгута.

На одну из подставок закрепить миру № 3 (штрихи сориентированы под углом 90° к горизонтальной поверхности).

Подвести миру с подставкой на $R = 4$ см от торца объектива.

Настроить максимальное изображение штрихов путем вращения регулировочного винта δ вокруг своей оси.

Подставку с мирой № 2 переместить от торца объектива на максимальное расстояние $R2$ (не вращать регулировочный винт).

На эту же подставку закрепить миру № 8.

Для миры № 8 получить расстояние $R8$.

Для мир № 9 и 10 получить соответствующие расстояния $R9$ и $R10$.

По 4-м точкам построить график зависимости разрешающей способности эндоскопа от ориентации изображения в плоскости торца волоконно-оптического жгута относительно направления укладки оптических волокон (для жгута с гексагональной структурой).

Контрольные вопросы

1. Какой угол называется критическим и чему он равен?
2. Что такое числовая апертура и в чем она измеряется?
3. Какие лучи распространяются в волокне?
4. Какова разрешающая способность жгута передачи изображения, если диаметр единичных волокон равен 6 мкм?
5. Что такое разрешающая способность оптических систем?
6. Что такое мери и чему равен период штрихов?
7. Каким образом производят оценку резкости изображения?

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Применяемое оборудование.
3. Порядок выполнения работы.
4. Результаты выполнения работы (зависимости разрешающей способности и т. д.)
5. Ответы на вопросы.
6. Выводы.

Список литературы

1. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. – М.: Физматгиз, 1961. – Т. 3. – 608 с.
2. Урмахер Л.С. Оптика фотографических и аэрофотографических приборов. – М.: Геодезиздат, 1962. – 216 с.
3. Чуриловский В.Н. Теория оптических приборов. – М.; Л.: Машиностроение, 1966. – 564 с.
4. Мальцев М.Д., Каракулина Г.А. Прикладная оптика и оптические измерения. – М.: Машиностроение, 1968. – 472 с.
5. Волосов Д.С. Фотографическая оптика. – М.: Искусство, 1978. – 543 с.
6. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: Наука, 1976. – 848 с.
7. Пер А.Г. Производство оптико-механических приборов. – М.: Оборонгиз, 1959. – 338 с.
8. Вейнберг В.Б., Саттаров Д.К. Оптика световодов. – Л.: Машиностроение, 1977. – 320 с.
9. Кучикян Л. М. Световоды. – М.: Машиностроение, 1973. – 176 с.
10. Марков П.И., Кеткович А.А., Вейнберг В.Б. Волоконно-оптическая интроскопия. – Л.: Машиностроение, 1987. – 286 с.
11. Саттаров Д.К. Волоконная оптика. – Л.: Машиностроение, 1973. – 283 с.

Лабораторная работа № 3

ОСМОТР И ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ СМОТРОВОГО ПРИБОРА РВП-496

Цель работы: ознакомиться с принципом работы смотрового прибора РВП-496 и с его помощью выявить дефекты в изделии.

Применяемое оборудование: прибор смотровой РВП-496.

Краткие теоретические сведения

Назначение: прибор смотровой РВП-496 предназначен для осмотра и выявления дефектов (трещин, раковин, забоин, рисок и т. п.) на лопатках компрессора турбины, на внутренних деталях и сборочных единицах камеры сгорания двигателей.

Прибор рассчитан для эксплуатации в закрытых помещениях или под навесами при температуре воздуха от -30 до $+40$ °С и относительной влажности не более 75 %.

Технические данные

Фокусное расстояние окуляров, мм..... 31; 22,75
 Глубина наблюдения, мм, не более 515
 Питание прибора от сети переменного
 или постоянного тока напряжением, В 27
 Габариты:
 длина прибора при ввернутом окуляре с $f' = 31$ мм, не более... 720
 диаметр рабочей части, мм..... 10,5
 Масса прибора с окулярами, кг, не более 0,5

Величины линейного поля зрения и увеличения приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Расстояние от призмы прибора до плоскости предмета, мм	Увеличение с окуляром		Линейное поле зрения, мм
	$f' = 31$ мм	$f' = 22,75$ мм	
7	2,4 ^x	3,3 ^x	9
12	1,7 ^x	2,3 ^x	13

Устройство и работа прибора

1. Оптическая схема

Оптическая схема представляет собой систему микроскопа и состоит из призмы 2 (рис. 3.1), широкоугольного объектива (линзы 3, 4), двух первых оборачивающих систем (линзы 5, 6), одной второй оборачивающей системы (линзы 7, 8, 9, 10), окуляра (линза 11) для прямолинейного наблюдения и окуляра (линза 13 с зеркалом 12) для наблюдения под углом 90° .

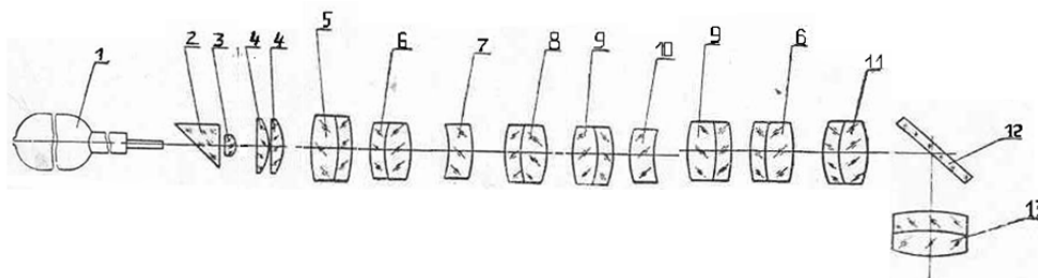


Рис. 3.1. Оптическая схема РВП-496:

1 – лампа; 2 – призма; 3, 4 – линзы объектива; 5, 6 – линзы первой оборачивающей системы; 7, 8, 9, 10 – линзы второй оборачивающей системы; 11, 13 – линзы сменных окуляров; 12 – зеркало

Первая и вторая оборачивающие системы установлены последовательно, одна за другой.

Резкость изображения осматриваемой поверхности достигается перемещением окуляра вдоль оси.

Конструктивно прибор представляет собой неразборную трубу с оптикой.

Для освещения осматриваемого участка на рабочем конце прибора установлена лампа 5 (рис. 3.2) в колпачке 4. Питание к лампе поступает через электрошнур со штепсельной вилкой 2 и провода, проложенные в кожухе прибора.

На другом конце прибора вворачивают один из сменных окуляров.

Для удобства осмотра в труднодоступных местах в окуляре 13 предусмотрен переходник 8, позволяющий вести осмотр под углом 90° к оси прибора.

Вблизи окуляра, на наружной поверхности трубы, расположен барабан 7, который находится в резьбовом зацеплении с ползунком 12. При повороте барабана ползунок перемещается вдоль оси прибора и через жестко закрепленный с ним тросик 11 поворачивает призму в оправе 6, что позволяет, не изменяя положения прибора, увеличить зону наблюдения. Поворот призмы осуществляется в пределах $\pm 15^\circ$.

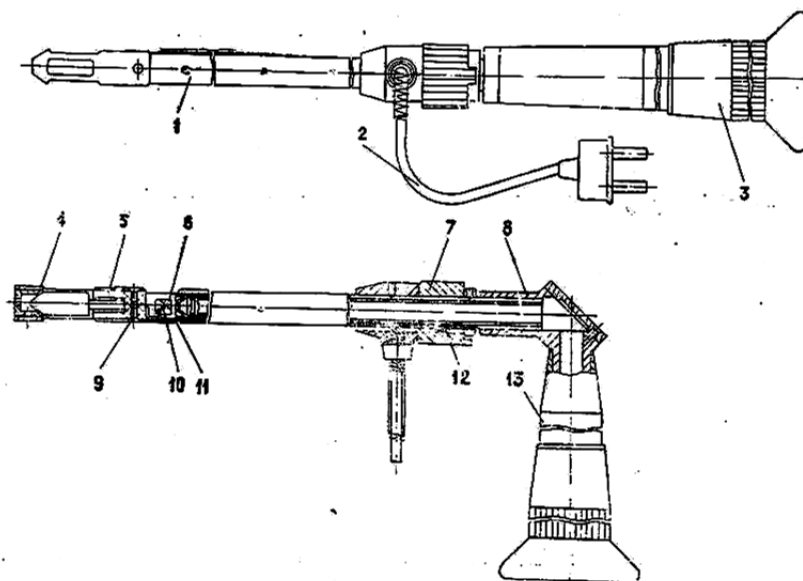


Рис. 3.2. Прибор смотровой РВП-496:

- 1 – труба с оптикой; 2 – электрошнур со штепсельной вилкой;
3, 13 – окуляры сменные; 4 – колпачок; 5 – лампа; 6 – призма в оправе;
7 – барабан; 8 – переходник; 9 – винт для крепления колпачка;
10 – ось; 11 – тросик; 12 – ползунок*

2. Общие указания

Смотровой прибор РВП-496 требует тщательного ухода, правильного хранения и аккуратного обращения в процессе эксплуатации. Вскрыв ящик, осмотрите прибор и его составные части. Проверьте комплект поставки по паспорту. Выньте осторожно составные части прибора из укладочного ящика. Удалите с поверхностей деталей смазку.

2.1. Подготовка и порядок работы

Осторожно выньте прибор из ящика. С трубы прибора и окуляров снимите колпачки. Если это необходимо, почистите наружные поверхности оптических деталей. К трубе присоедините наружный окуляр, затем подключите прибор к источнику питания. Прибор готов для осмотра деталей.

Осторожно вводите прибор в канал осматриваемой детали. Продвигая его вперед, осмотрите внутреннюю поверхность детали. Эксплуатируйте прибор в режиме: 45 мин – работа, не менее 15 мин – перерыв. Напряжение, подаваемое на лампу, не должно превышать 27 В.

Для повышения ресурса лампы рекомендуется снижать напряжение питания до 24 В.

Окончив работу, протрите прибор хлопчатобумажной тканью, на трубу и окуляр наденьте колпачки, аккуратно уложите в ящик и закрепите.

2.2. Правила хранения

Перед укладкой в ящик прибор со всем комплектом тщательно вычистите. Пыль с наружных поверхностей оптических деталей сдувайте струей воздуха или смахивайте легкими движениями беличьей кисточкой. Грязь удаляйте салфеткой, слегка смоченной в спирто-эфирной смеси.

Храните прибор в укладочном ящике со всем комплектом на стеллажах в сухом отапливаемом помещении, в котором не должно быть кислот, щелочей и т. п. веществ. Температура в помещении должна быть не ниже +5 и не выше +25 °С при относительной влажности не более 80 %.

При длительном хранении прибора все неокрашенные металлические части смажьте смазкой ГОИ-54п ГОСТ 3276.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с конструкцией и работой прибора.
2. Провести исследования предлагаемого объекта на наличие дефектов.
3. Предоставить отчет.

Контрольные вопросы

1. Назначение смотрового прибора РВП-496.
2. Устройство оптической схемы прибора.
3. Особенности режима эксплуатации прибора.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Применяемые материалы и оборудование.
3. Порядок выполнения работы.
4. Результаты работы (эскиз и т. д.).
5. Ответы на вопросы.
6. Выводы о проделанной работе.

Лабораторная работа № 4 **ОСМОТР И ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ИЗДЕЛИЙ** **С ПОМОЩЬЮ ЖЕСТКОГО ЭНДОСКОПА** **С КАЧАЮЩЕЙСЯ ПРИЗМОЙ PRZ06-0550-VAR-50**

Цель работы: приобретение навыков работы с жестким эндоскопом с качающейся призмой PRZ06-0550-VAR-50 фирмы EVEREST VIT.

Программа работы

- ознакомиться с возможными конструкциями жестких эндоскопов;
- ознакомиться со способами вывода изображения с жестких эндоскопов;
- произвести осмотр труднодоступных мест объектов;
- произвести регистрацию и анализ результатов контроля.

Применяемое оборудование

- жесткий эндоскоп с качающейся призмой PRZ06-0550-VAR-50 фирмы EVEREST VIT;
- экспериментальный образец для исследования (стыковое сварное соединение трубопровода);
- цифровой фотоаппарат со вспомогательными устройствами для подключения к эндоскопу;
- устройства для вывода изображения (видеокамера, оптико-механический адаптер, конвертер, осветитель).

Теоретическая часть

Жесткие эндоскопы

Согласно ГОСТ 24521–80 «Контроль неразрушающий оптический. Термины и определения», эндоскоп – это оптический прибор, имеющий осветительную систему и предназначенный для осмотра внутренних поверхностей объекта контроля.

Жесткие эндоскопы предназначены для визуального контроля узлов, к которым возможен прямолинейный доступ (особенно, когда эндоскопический контроль запланирован на стадии проектирования изделия). Жесткие эндоскопы используются для осмотра газозооушного тракта авиадвигателей, полостей машин и механизмов, пустот в стенах зданий, каналов и труб малого диаметра, полостей отливок, шлифовальных и хонингованных отверстий. Устройство жесткого эндоскопа представлено на рис. 4, а, б.

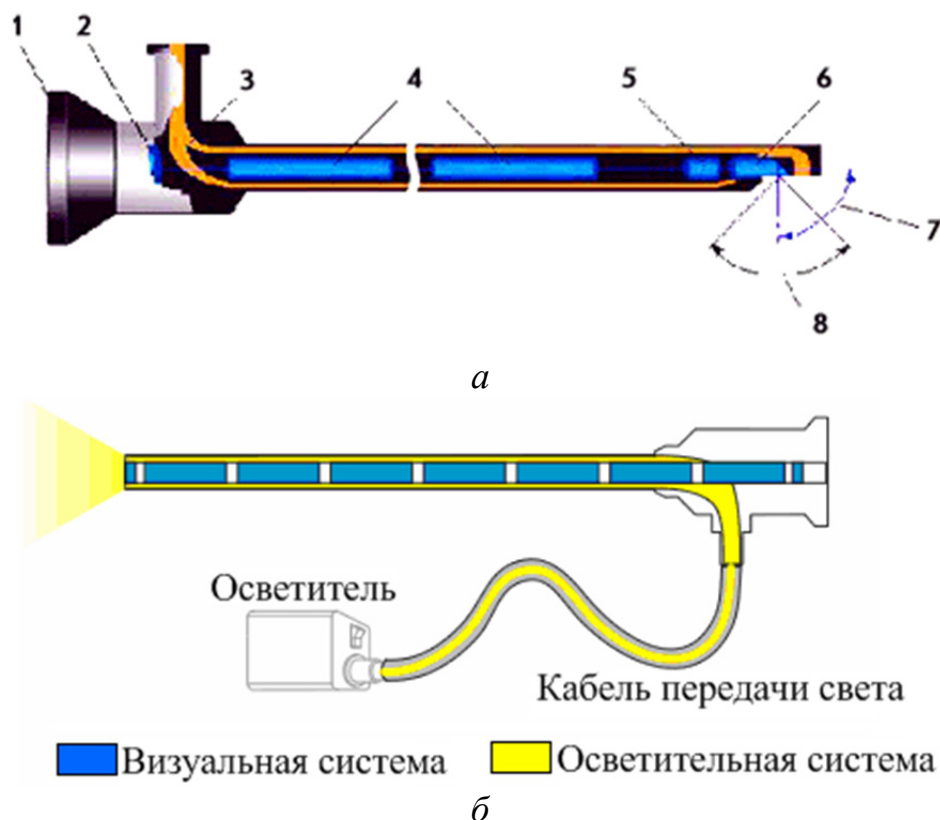


Рис. 4.1. Устройство жесткого эндоскопа:
 1 – наглазник; 2 – окуляр; 3 – оптоволоконный канал подсветки;
 4 – передающая оптика; 5 – объектив; 6 – призма;
 7 – угол направления наблюдения (90°); 8 – угловое поле прибора

Жесткий эндоскоп (оптическая трубка) состоит из визуальной и осветительной системы. Визуальная система состоит из линзовой, стержневой или градиентной оптики, которая заключена во внутреннюю металлическую трубку. Осветительная система состоит из оптического волокна, которое расположено между двумя металлическими трубками: наружной и внутренней, как показано на рис. 4.1, б.

Осветительный канал передает свет от вспомогательного блока – осветителя на исследуемый объект, в соответствии с рис. 4.1, б. Отраженный исследуемым объектом свет поступает в информационный канал, который строит изображение исследуемого объекта на сетчатке глаза оператора или на электронном приемнике изображения другого вспомогательного блока – телевизионной системы.

Жесткий эндоскоп на основе линзовой оптики представлен на рис. 4.3.

Информационный канал жестких эндоскопов на основе линзовой оптики состоит из линзового объектива, линзовых оборачивающих систем и окуляра. Диаметр рабочей части не менее 4 мм, длина рабочей части до 100 ее диаметров, поле зрения от 10° до 100° .

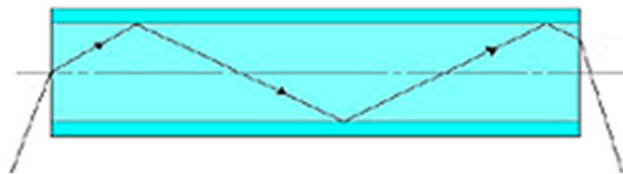


Рис. 4.2. Эффект полного внутреннего отражения света в оптическом волокне



Рис. 4.3. Жесткий эндоскоп на основе линзовой оптики

Съемный или жестко закрепленный кабель подсветки передает свет от внешнего осветителя через оптическое волокно, проложенное внутри тубуса, в осматриваемую область.

По сравнению с другими типами эндоскопов, линзовые системы позволяют получить наивысшее разрешение, светосилу и позволяют наиболее широко комбинировать оптические параметры (увеличение, поле зрения, направление наблюдения и т. д.) для решения конкретных задач диагностики.

Для современных жестких эндоскопов малого диаметра (до 2,7 мм) разработаны линзовые оптические системы нового типа – стержневидные – в виде сплошного стеклянного цилиндра, содержащего линзы толщиной во много раз превосходящей их диаметр. Жесткий эндоскоп на основе стержневой оптики представлен на рис. 4.4.

Такие системы обладают более высокими оптическими характеристиками, большей светосилой. Использование стержневой оптики очень перспективно, хотя стоимость приборов возрастает.

Информационный канал жестких эндоскопов на основе градиентной оптики состоит из градиентного объектива, градиентных оборачивающих систем и линзового окуляра. Диаметр рабочей части от 1 до 5 мм, длина рабочей части до 100 ее диаметров, поле зрения от 40 до 60°. Луч света в градиентной линзе имеет криволинейную траекторию, как показано на рис. 4.5, что обусловлено плавным увеличением коэффициента преломления линзы от ее собственной оси к периферийным областям в радиальном направлении.

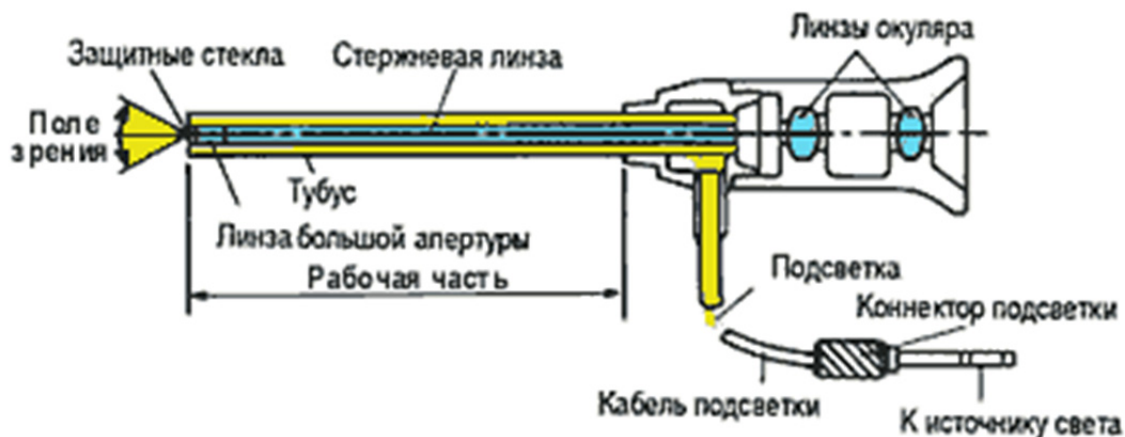


Рис. 4.4. Жесткий эндоскоп на основе стержневой оптики

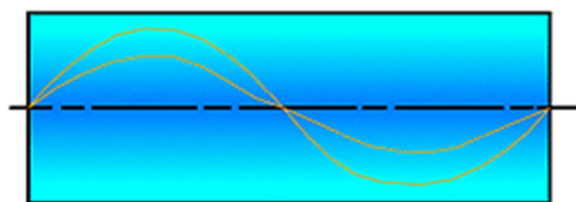


Рис. 4.5. Прохождение светового излучения через градиентную оптику

Эндоскопы этой группы имеют более низкие, чем у линзовых эндоскопов, разрешающую способность и контраст изображения. Возможности комбинирования оптических параметров ограничены.

Жесткие эндоскопы характеризуются четырьмя основными параметрами:

- диаметром рабочей части (наиболее распространенные диаметры 1,7; 2; 2,7; 4; 6; 8 и 10 мм);
- длиной рабочей части (длина жестких эндоскопов обычно находится в пределах от 100 до 1000 мм и изменяется с шагом 200...300 мм);
- углом направления наблюдения (основные углы: 0, 30, 45, 75, 90, 110°. Угол направления наблюдения может быть и плавно изменяемым в эндоскопах с качающейся призмой – от 30 до 110°);
- углом поля зрения (как правило, варьируется от 50 до 90°. При этом необходимо учитывать, что увеличение поля зрения приводит к уменьшению детализации, т. е. можно видеть много и мелко или мало и крупно).

Основное преимущество жестких эндоскопов – высокая разрешающая способность (до 25 линий на мм).

Основным недостатком эндоскопа жесткой конструкции является невозможность контроля в труднодоступных местах, что ограничивает

его применение. В связи с этим данный прибор является специализированным и применяется для объектов простой конфигурации.

Фирмы, выпускающие жесткие эндоскопы: OLIMPUS (Япония), EVEREST VIT (США), Karl Storz (Германия), Оптимед (Санкт-Петербург), СМТ (Томск) и др.

Вывод изображения с помощью эндоскопических видеосистем

Эндоскопические видеосистемы предназначены для вывода изображения на монитор и документирования результатов контроля. Они используются с жесткими и гибкими волоконно-оптическими эндоскопами. Все выпускаемые эндоскопы имеют возможность стыковки с эндоскопической видеокамерой, показанной на рис. 4.6, что позволяет выводить изображение наблюдаемого объекта на монитор или записывать на видеоманитофон.



Рис. 4.6. Эндоскопическая видеокамера

В общем случае видеосистема состоит из оптико-механического адаптера с видеокамерой, присоединяемого к окуляру эндоскопа, блока управления и монитора, как показано на рис. 4.7. В некоторых случаях блок управления может отсутствовать. Вместо монитора возможно использование бытового телевизора или компьютера с устройством ввода-вывода видеосигнала. Видеокамеры, в зависимости от решаемых задач, изготавливаются черно-белые или цветные. Как правило, все они имеют разрешающую способность порядка 470 ТВ-линий (S-VHS).

Документирование эндоскопического осмотра и его результатов позволяет значительно повысить качество диагностического контроля. Например, вывод полученного через эндоскоп изображения на большой экран или передача его по компьютерной сети дает возможность оценки обнаруженного дефекта сразу несколькими специалистами, а создание базы данных и последующее сравнение между собой сделанных с раз-

личными временными интервалами снимков позволяет определить динамику развития обнаруженного дефекта или объективно оценить результаты ремонта.

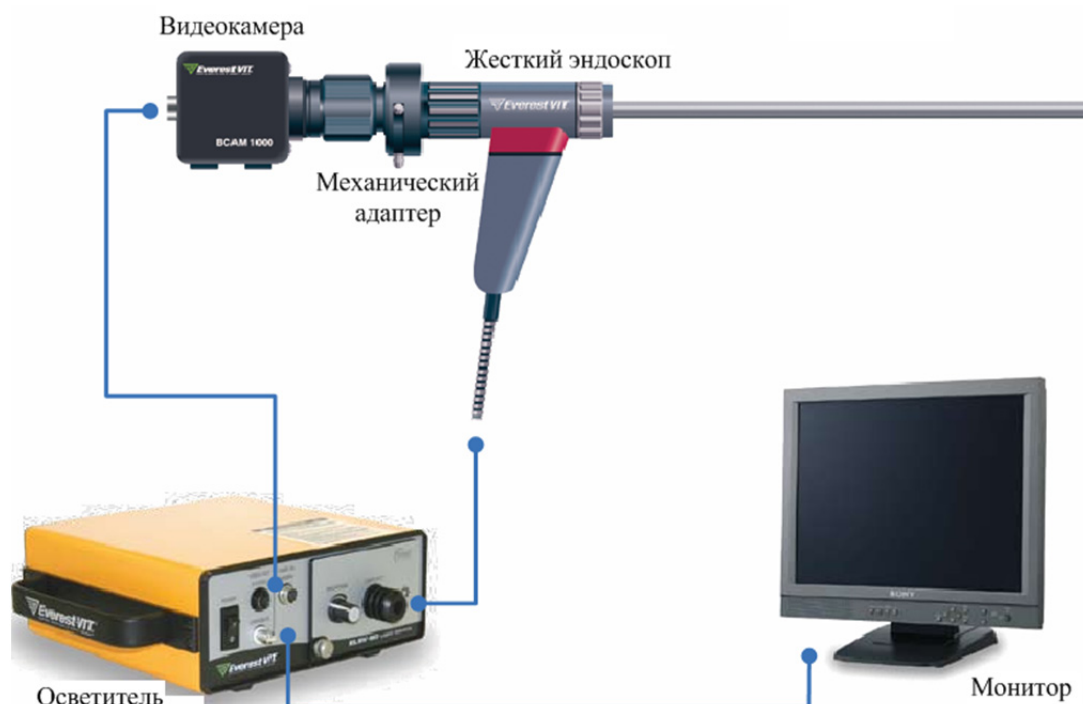


Рис. 4.7. Видеосистема с жестким эндоскопом

Вывод изображения с помощью цифрового фотоаппарата

Цифровые фотокамеры – это эффективное средство для документирования дефектов, выявленных в результате проведения эндоскопии.

Их достоинствами являются:

- низкая стоимость снимка в связи с отсутствием пленки, а следовательно, затрат времени и средств на ее обработку;
- возможность работы в режиме видеокамеры, быстрая передача графической информации по электронным каналам связи в любую диагностическую лабораторию или на завод-изготовитель диагностируемого оборудования.

Совместно с эндоскопами предпочтительно использовать те цифровые фотоаппараты, которые могут быть доукомплектованы специальными оптико-механическими адаптерами, позволяющими крепить объективы цифровых камер к окуляру эндоскопов. К числу таких цифровых аппаратов относятся изделия фирмы Nikon – модели Nikon Coolpix 5000 и Nikon Coolpix 885, представленные на рис. 4.8.

Цифровая фотокамера Nikon Coolpix 5000 имеет поворотный ЖК-дисплей, позволяющий снимать почти из любого положения, что важно при использовании этого устройства при экспресс-диагностиро-

вании состояния труднодоступных поверхностей деталей. Эта камера относится к числу 5-мегапиксельных устройств, снабженных высококачественным объективом Zoom Nikkor, обеспечивающим быструю фокусировку при минимальной дистанции съемки 2 см.



*Рис. 4.8. Цифровые фотоаппараты производства фирмы Nikon:
а – Coolpix 5000; б – Coolpix 885*

Цифровая фотокамера Nikon Coolpix 885 относится к числу 3,34-мегапиксельных устройств, имеет габариты $95 \times 69 \times 52$ мм. Эта модель оснащена высококачественной оптической системой, имеет 3-кратный объектив Zoom Nikkor с фокусным расстоянием 8–24 мм, что дает возможность получить чистые, контрастные, с хорошей цветопередачей изображения.

Персональные IBM-совместимые компьютеры необходимы для обработки и анализа изображений, полученных цифровым фотоаппаратом при проведении эндоскопии.

В судовых условиях целесообразно использовать специальные промышленные компьютеры типа Notebook, например модель MicroPC – IBM-совместимый компьютер производства фирмы OCTAGON SYSTEMS (США), способный работать в диапазоне температур от -40 до $+85$ °С, выдерживающий перегрузки до 5g при вибрации и 20g при ударе, имеющий наработку на отказ более 200 тысяч часов.

В условиях диагностической лаборатории могут быть использованы обычные, но достаточно мощные IBM-совместимые компьютеры или графические станции.

Получаемые цифровые изображения при эндоскопии могут иметь ряд недостатков:

- они могут быть слишком темными или светлыми;
- с неразличимыми деталями, недостаточно контрастными и т. д.

Поэтому для работы с цифровыми фотографиями может быть рекомендован ряд программ по обработке изображений: GNU Image Manipulation Program, Adobe Photoshop, MatLab, MathCAD.

Программа GNU Image Manipulation Program (GIMP) – это свободно (бесплатно) распространяемый графический редактор для обработки цифровых изображений. Преимуществом пакета являются хорошие технические параметры при минимальных системных требованиях. В GIMP содержатся практически все фильтры Adobe Photoshop, идентичные по действию стандартным фильтрам, а также множество фильтров, не имеющих аналогов в указанном графическом редакторе.

Программа Adobe Photoshop – мощный профессиональный графический редактор, который предоставляет широкие возможности по обработке изображений как с целью повышения их качества, так и при поиске дефектов деталей дизелей, последующей их демонстрации на экране дисплея и печати в соответствующих отчетах.

Программы для хранения изображений – это программы баз данных изображений, содержащие электронную файлово-карточную систему, которая предназначена для хранения, отслеживания, быстрого поиска изображения и т. д.

К числу наиболее известных программ баз данных изображений относятся: Adobe Fetch, Imspace Kudo Image Browser, Kodak Shoebox и ULead Image Pals. Большинство этих программ содержит краткие версии изображений, так что есть возможность быстрого просмотра без загрузки самого файла. Пакеты программ для хранения баз данных изображений также содержат окна ввода данных, куда можно ввести название и другую существенную информацию о каждом изображении. Программы баз данных изображений также могут использоваться для передачи их в любую программу по работе с изображениями.

К числу программ для создания баз данных изображений, поставляемых совместно с цифровыми фотокамерами, относятся Canto Cumulus, View Media Pro, Fotostation Easy.

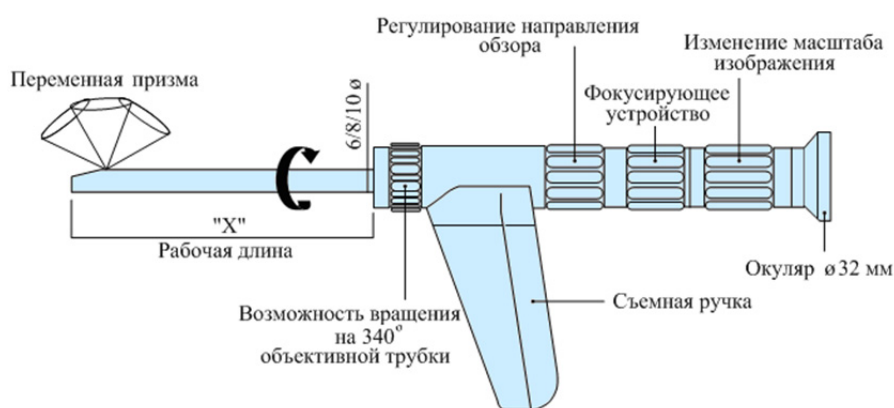
Жесткие эндоскопы с качающейся призмой EVEREST VIT

Жесткие эндоскопы с качающейся призмой EVEREST VIT могут выполнять функцию двух или трех обычных эндоскопов. Эти эндоскопы имеют поворотную призму, положение которой изменяется дистанционно с помощью регулировочного кольца, что позволяет, применяя один прибор, существенно расширить угол обзора скрытых объектов и оценивать их состояние с разных углов зрения. Жесткий эндоскоп с качающейся призмой EVEREST VIT представлен на рис. 4.9. Направление обзора является регулируемым от 55 до 115°, как показано на рис. 4.10,

это позволяет просматривать всю длину объекта. Опция масштабирования увеличивает все изображение, в отличие от условного масштабирования, которое просто сужает поле зрения. Кроме того, вращающийся тубус позволяет выполнять обзор в 360° (в сочетании с величиной угла поля зрения объектива, сам тубус вращается на 340°), не перемещая корпус в области исследования. Эндоскопы с качающейся призмой EVEREST VIT доступны в диаметрах 6,0; 8,0 и 10,0 мм.



a



б

Рис. 4.9. Жесткий эндоскоп с качающейся призмой EVEREST VIT

Особенности эндоскопа:

- направление обзора изменяется от 55° до 115° ;
- круговой обзор 360° ;
- цельнометаллическая конструкция;
- 3-камерная конструкция для увеличения прочности;
- снабженный резьбой оптический вход для подключения световодов других производителей;
- гибкое оптоволокно, для более эффективного использования света;

- стандартный окуляр 32 мм с возможностью подключения камеры.
Преимущества: переменное направление обзора делает возможным работу во множественных областях.

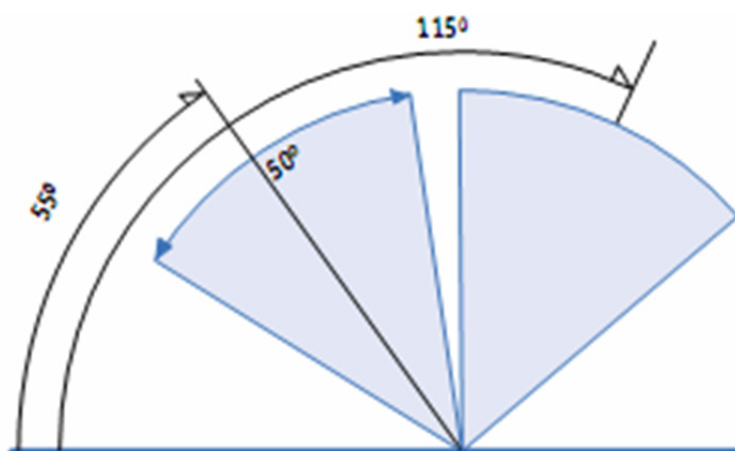


Рис. 4.10. Направление обзора эндоскопа EVEREST VIT

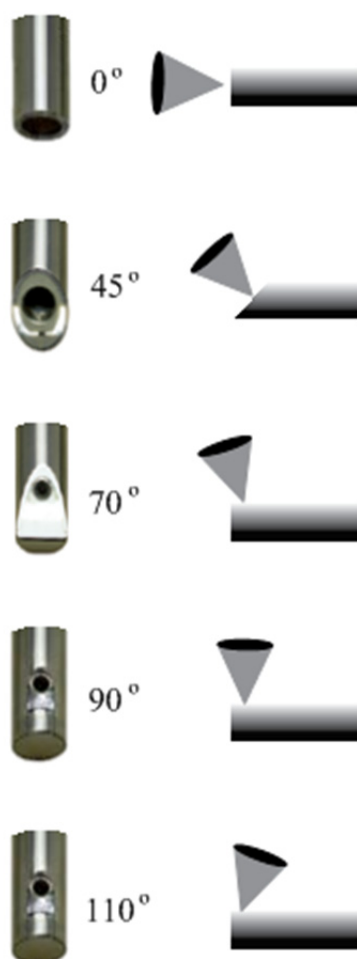


Рис. 4.11. Виды наконечников эндоскопа EVEREST VIT

Дистальный конец (наконечник) с углом обзора 45 и 70°, имеющий форму клина, позволяет жесткому эндоскопу производить обследование глухих отверстий. При использовании наконечника с направлением обзора 90° увеличение минимальное. Виды наконечников представлены на рис. 4.11. Большее увеличение достигается при использовании наконечника с направлением обзора 60 и 35°, как показано на рис. 4.12.

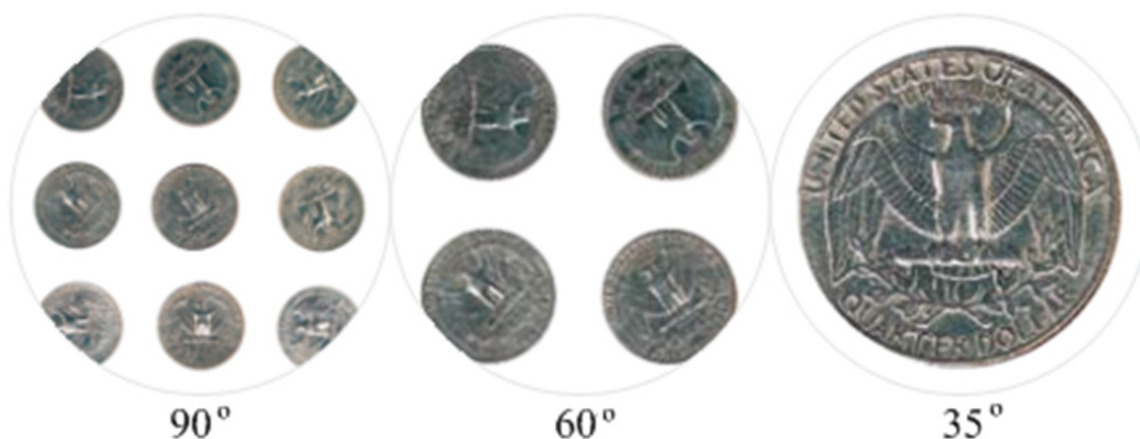


Рис. 4.12. Увеличение изображения в зависимости от направления обзора

Зависимость между направлением обзора (Field-of-view), объективным расстоянием и увеличением представлена на рис. 4.13.

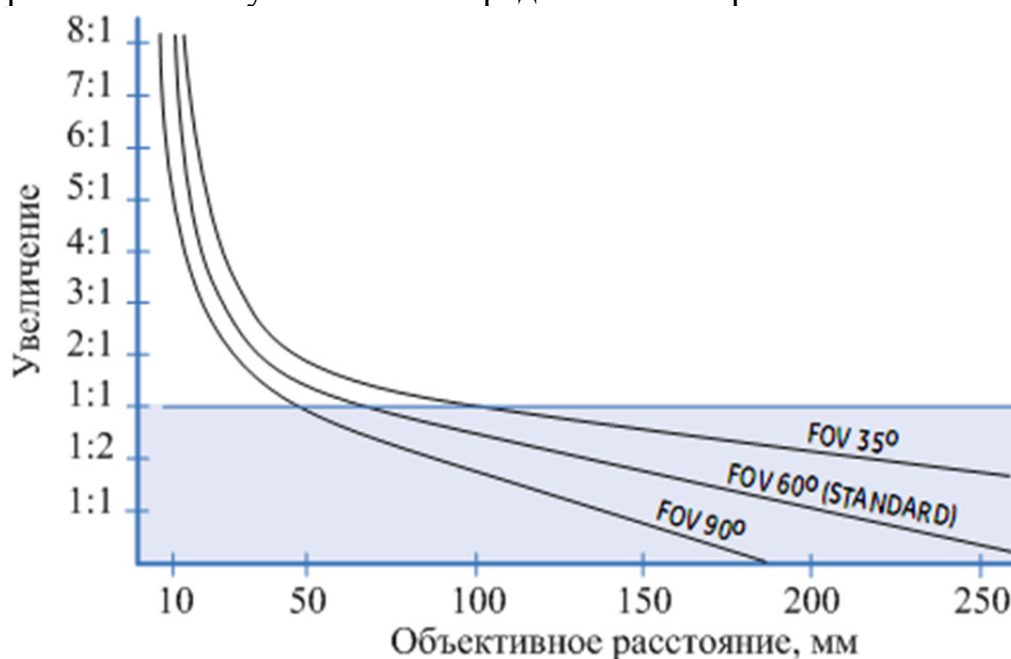


Рис. 4.13. Зависимость между направлением обзора, объективным расстоянием и увеличением

Технические характеристики жесткого эндоскопа с качающейся призмой PRZ06-0550-VAR-50 приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

*Технические характеристики жесткого эндоскопа
с качающейся призмой PRZ06-0550-VAR-50*

Наименование	Величина
Оптическое увеличение	2 ^x
Диаметр	6,0 мм
Рабочая длина	550 мм
Направление обзора	переменное (variable) 120°
Поле зрения	50°
Глубина резкости	5 мм ... ∞
Рабочая трубка с возможностью вращения	340°
Температурный диапазон	–40 ... +130 °С
Ограничения по давлению для рабочей трубки	3 бар

Пример расшифровки условного обозначения жесткого эндоскопа с качающейся призмой PRZ06-0550-VAR-50:

Жесткий эндоскоп с качающейся призмой
с возможностью вращения рабочей трубки
и изменения масштаба изображения



Порядок работы

1. Собрать схему осмотра стыкового сварного соединения трубопровода (или иного цилиндрического объекта), состоящую из жесткого эндоскопа с качающейся призмой PRZ06-0550-VAR-50 фирмы EVEREST VIT, осветителя, центрирующего устройства и штатива, как показано на рис. 4.14. Провести визуальный осмотр сварного шва.

В качестве центрирующего устройства используем 2–3 центрирующих диска того же диаметра, что и внутренний диаметр трубы (показаны на рис. 4.15).

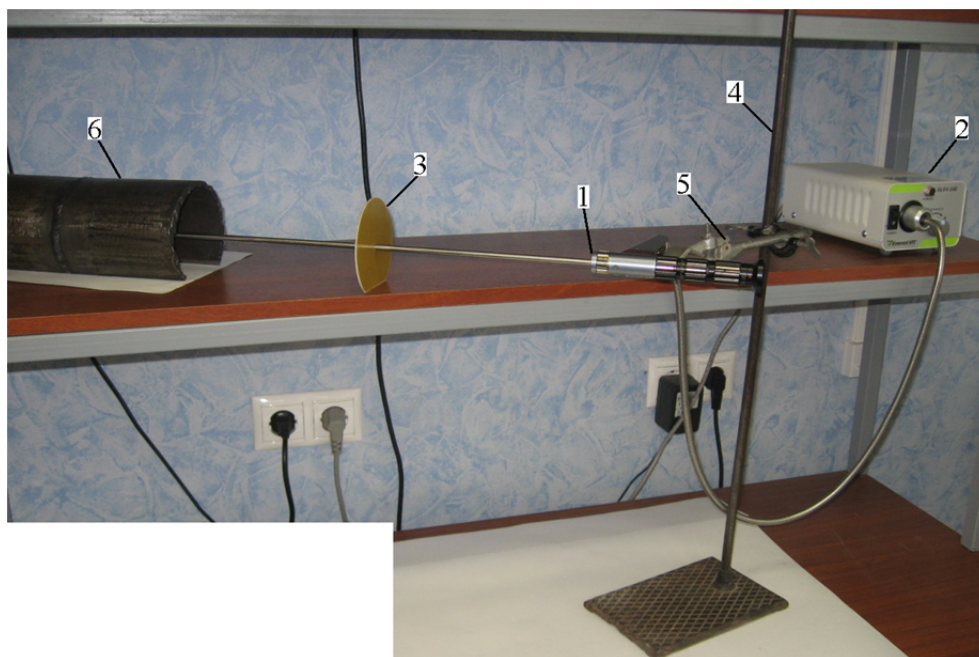


Рис. 4.14. Лабораторная установка:

*1 – жесткий эндоскоп; 2 – осветитель; 3 – центрирующее устройство;
4 – штатив; 5 – кронштейн; 6 – объект контроля*

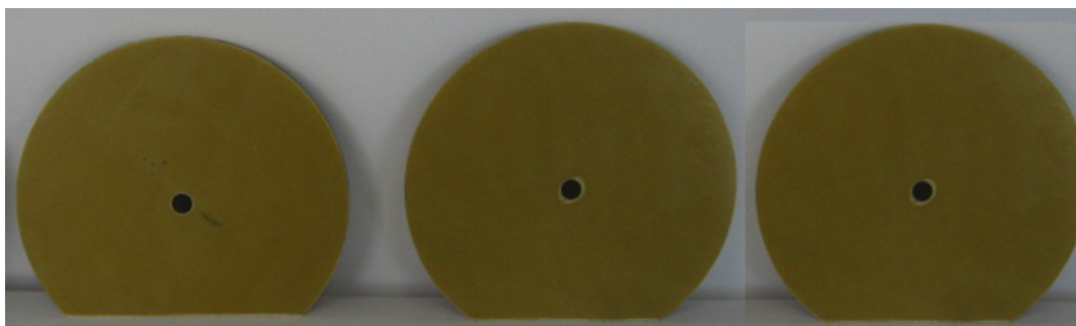


Рис. 4.15. Центрирующие диски

Для того чтобы собрать схему, необходимо:

- а) надеть на рабочую часть эндоскопа один центрирующий диск. Затем вставить другой центрирующий диск в объект контроля на расстоянии 30...50 мм от контролируемого сварного шва. При необходимости добавить еще один центрирующий диск;
- б) закрепить эндоскоп на штативе.

Для крепления эндоскопа на штативе служит кронштейн.

Закрепить ручку эндоскопа в кронштейне, установленном на штативе с помощью винта 3 (рис. 4.16). После этого с помощью винта 4 (рис. 4.16) установить кронштейн на штативе на такой уровень, чтобы сцентрировать рабочую часть эндоскопа, центрирующие диски и объект контроля.

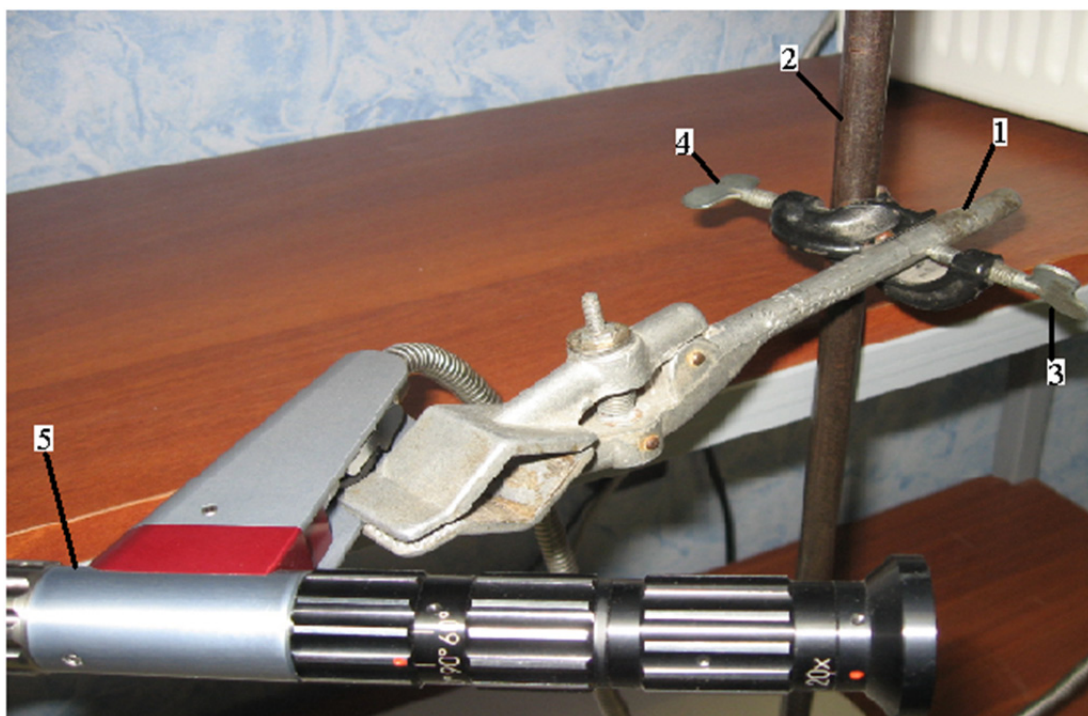


Рис. 4.16. Установка кронштейна в штативе:

*1 – кронштейн; 2 – штатив; 3 – винт фиксации эндоскопа в кронштейне;
4 – винт фиксации кронштейна на штативе; 5 – эндоскоп*

2. Дополнить схему п. 1, показанную на рис. 4.14, и зафиксировать результаты контроля при помощи цифрового фотоаппарата. Для этого необходимо с помощью механического адаптера соединить окуляр эндоскопа с фотоаппаратом.
3. Собрать схему устройства вывода изображения на монитор, показанную на рис. 4.17, и провести визуальный осмотр. Для вывода изображения на экран необходимо:
 - подключить видеокамеру, показанную на рис. 4.18, к эндоскопу с помощью оптико-механического адаптера (рис. 4.19), присоединяемого к окуляру эндоскопа;
 - подключить осветитель (рис. 4.20) к эндоскопу с помощью кабеля 1;
 - соединить видеокамеру с конвертером (рис. 4.21) при помощи кабелей (кабелем 2 – соединить разъемы DC IN и CAMERA, кабелем 3 – соединить разъемы VIDEO и COMPOSITE VIDEO);
 - подключить монитор к конвертеру при помощи кабеля 4 (соединить разъемы S-VIDEO);
 - подключить конвертер к источнику питания при помощи кабеля 5.
4. Результаты проделанной работы привести в отчете и сделать выводы.

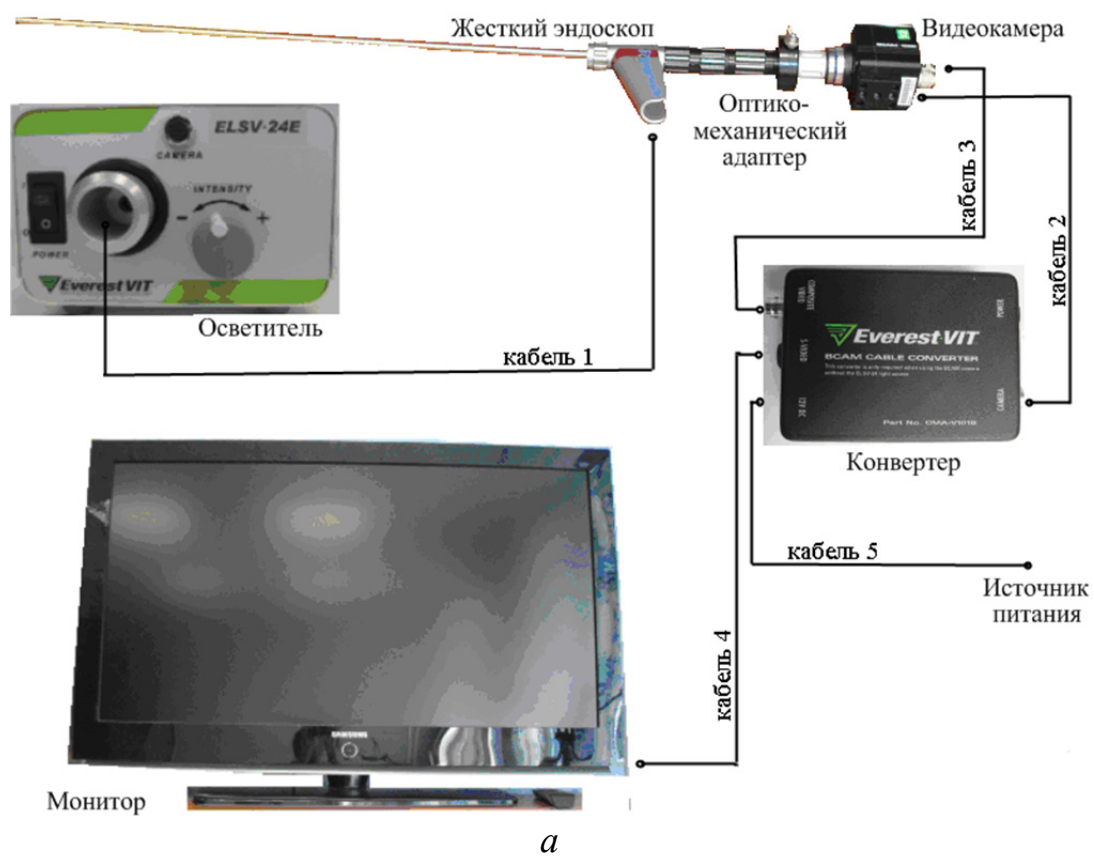


Рис. 4.17. Видеосистема с жестким эндоскопом с качающейся призмой



а



б

Рис. 4.18. Видеокамера BCAM-1000

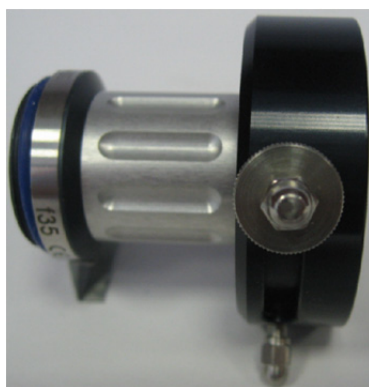


Рис. 4.19. Оптико-механический адаптер



Рис. 4.20. Осветитель ELSV-24E EVEREST VIT



Рис. 4.21. Конвертер EVEREST VIT

Контрольные вопросы

1. В чем заключается принцип действия жестких эндоскопов?
2. Приведите основные параметры жестких эндоскопов.
3. Принципы передачи изображения в оптическом тракте жесткого эндоскопа.
4. Какие системы входят в состав эндоскопа? Назначение систем эндоскопа.
5. Назовите достоинства и недостатки жестких эндоскопов.

Содержание отчета

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Применяемое оборудование.
4. Порядок выполнения работы.
5. Результаты выполнения работы.
6. Ответы на вопросы.
7. Выводы.

Список литературы

1. Безюков О.К., Супруненко С.В., Некрасов А.В. Выбор средств документирования и обработки результатов эндоскопии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.endoskop.ru/publications/p3/index.html>, свободный. – Загл. с экрана.
2. ГОСТ 24521–80. Контроль неразрушающий оптический. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 6 с.
3. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий: в 2 кн. – Кн. 1 / под ред. В.В. Ключева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Машиностроение, 1996. – 488 с.
4. Узлы и системы волоконно-оптических эндоскопов: учебное пособие / А.Б. Чигорко, А.А. Чигорко. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 134 с.

Лабораторная работа № 5

ТЕХНОЛОГИЯ ВИЗУАЛЬНОГО И ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ПОМОЩИ ВИДЕОЭНДОСКОПА EVEREST XLG3

Часть 1

Цель работы:

- ознакомиться с устройством видеоскопа EVEREST XLG3;
- пошагово освоить выполняемые процедуры по настройке системы видеоскопа;
- пошагово освоить выполняемые процедуры по сбору изображения и работы с ним.

Применяемое оборудование: видеоскоп EVEREST XLG3.

Устройство и работа видеоскопа EVEREST XLG3

Прочная и надежная система EVEREST XLG3 является усовершенствованным гибким эндоскопом на основе видеоряда, используемым для дистанционного визуального контроля (рис. 5.1).

Работая посредством ввода через отверстия для осмотра, система XLG3 обеспечивает получение изображений с высоким разрешением внутренних видов газотурбинных двигателей, авиационных конструкций, автомобильных двигателей, трубопроводов, резервуаров, коробок передач ветряных двигателей, подводных конструкций и пр.

Волоконно-оптический пучок зонда (рис. 5.2) освещает участок контроля с помощью света, формируемого дуговой лампой 75 Вт с разрядом высокой интенсивности HID (High-Intensity Discharge), установленной в основании прибора. All-Way артикуляция зонда посылает свет в самые темные углы контролируемого объекта.

В конце зонда миниатюрная камера преобразует изображение в электронное и передает его через зонд обратно в прибор. Эта система воспроизводит изображение на экране портативного дисплея с органами управления. XLG3 не нуждается в фокусировке оптической системы с большой глубиной резкости.

С высокоинтенсивным освещением, улучшенными линзами, цифровой обработкой сигнала и дополнительным ярким, с высокой разрешающей способностью (VGA) экраном, система EVEREST XLG3 предоставляет четкие инспекционные изображения для более быстрой идентификации дефекта. EVEREST XLG3 показывает изображение в масштабе 1:1 (камера → монитор), таким образом, зонд точно согласовывает изображения, показанные на экране.



Рис. 5.1. Видеоэндоскоп EVEREST XLG3:

1 – головная часть – всенаправленная артикуляция All-Way и высокоинтенсивное освещение HID; 2 – цветной ЖК-дисплей WideVGA 7”; 3 – беспроводной пульт управления; 4 – базовый блок; 5 – ударопрочный кейс для транспортировки, хранения и инспекции; 6 – хранение аксессуаров в верхней крышке кейса; 7 – дополнительный пишущий привод CD/DVD+RW; 8 – два слота PCMCIA; 9 – кнопки управления и мультифункциональный джойстик

При оснащении системы измерительными средствами появляется возможность измерять дефекты и геометрические элементы изображения (детали конструкции).



Рис. 5.2. Видеозонд

Система XLG3 совместима с различными съемными устройствами хранения данных: DVD, картами памяти для подключения к компьютеру, картами памяти цифрового фотоаппарата, портативными накопителями – с любым совместимым основывающимся на технологии USB или PCMCIA устройством.

Сменные зонды QuickChange позволяют быстро изменить конфигурацию системы для обеспечения контроля с максимальной производительностью.

Базовый блок

Базовый блок является центром связи системы (рис. 5.3). Назначения портов ввода/вывода приведены в табл. 5.1. Базовый блок обрабатывает неподвижные изображения и видео, осуществляет управление данными и обеспечивает подсоединение к внешнему миру (посредством лицевой панели). В базовом блоке размещаются печатная плата обработки (CPU), системная память, источник (блок) питания, дуговая лампа 75 Вт с высокоинтенсивным световым потоком HID (High-Intensity Discharge) и встроенная бобина подачи, на которой могут разместиться самые длинные шланги-кабели зондов.

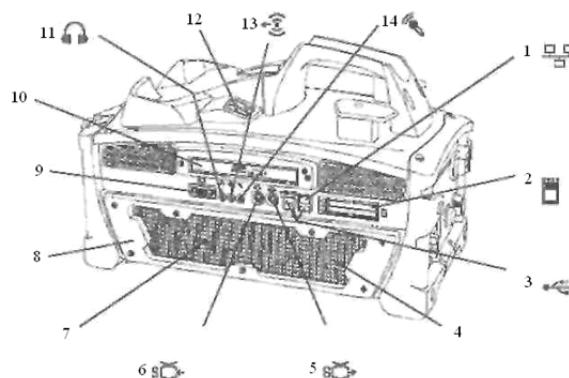


Рис. 5.3. Базовый блок

Таблица 5.1

Позиция	Назначение
1. Соединитель сети Ethernet	Для подсоединения к ПК или к Internet
2. Накопители на ПК-карте памяти (два)	Для сохранения изображений и видео. Воспринимают ПК-карты. Также воспринимают переходные устройства для различных сменных устройств запоминания
3. USB-соединители (три)	Для подсоединения различных приборов: ПК, клавиатуры, мыши, карты памяти или других съемных устройств запоминания. Все три соединителя поддерживают значения скорости передачи данных USB 2.0 и совместимы с USB 1.1-устройствами
4. Встроенный динамик	Для воспроизведения комментариев, которые были сохранены с изображениями или видео. На этот выход оказывает воздействие приводимый в действие посредством меню регулятор громкости
5. Соединитель выхода S-видео	Для подсоединения кабеля к соединителю video in такого периферийного устройства, как внешний монитор или устройство записи
6. Соединитель входа S-видео	Для подсоединения кабеля к соединителю video out такого периферийного устройства, как камера. Позволяет системе XLG3 собирать, обрабатывать, снабжать комментариями и сохранять изображения и видео от внешних источников. Когда система обнаруживает ввод от внешнего источника, она автоматически воспроизводит такой ввод
7. Вентиляторы охлаждения	Для вентиляции системы
8. Рама воздушного фильтра	Для дополнительного воздушного фильтра
9. Соединитель выхода VGA-видео	Для подсоединения монитора компьютерного типа
10. DVD-дисковод (дополнительно)	Для сохранения файлов видео
11. Соединитель наушников/ внешнего динамика	3,5-мм телефонное гнездо для стандартных стереонаушников или внешнего динамика. Этот выход регулируется управляемой посредством меню регулировкой уровня громкости
12. Выключатель электропитания	Включает или выключает систему
13. Соединитель для аудиовыхода	3,5-мм телефонное гнездо для записывающего устройства (видеомагнитофона, цифрового видеомагнитофона и пр.) или для активного динамика со своим собственным регулятором уровня громкости. Обеспечивается передача выходных сигналов линейного уровня (макс. действующее значение напряжения ~ 2 В). Управляемая посредством меню регулировка уровня громкости не оказывает воздействия на этот выход
14. Соединитель для внешнего микрофона	3,5-мм телефонное гнездо для микрофона в комплекте головных наушников. Внешний микрофон имеет ту же самую функцию, что и встроенный. Когда подключается внешний микрофон, система автоматически использует его для записи речевых сообщений вместо встроенного

Кнопки управления

Кнопки управления расположены непосредственно ниже дисплея (рис. 5.4). Описание кнопок управления приведено в табл. 5.2.

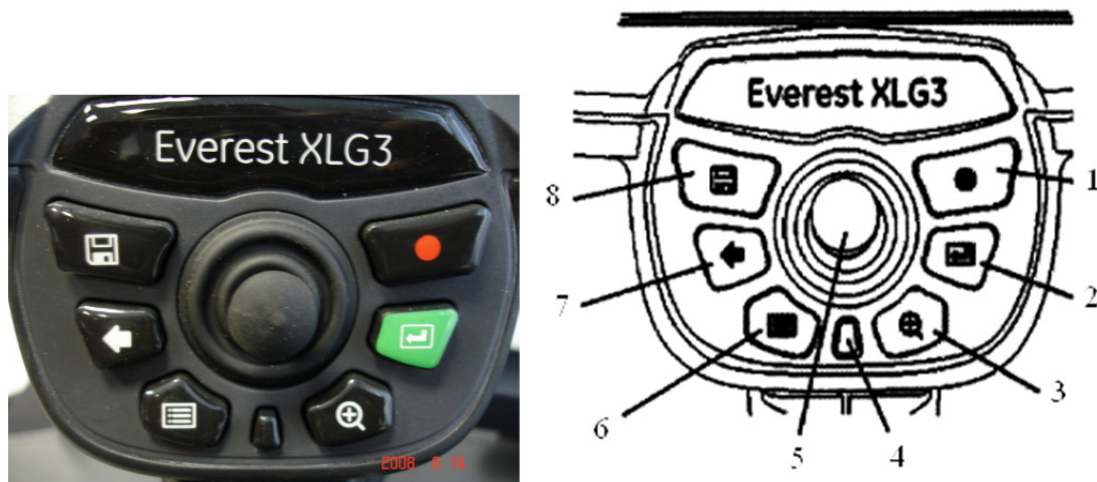


Рис. 5.4. Кнопки управления

Таблица 5.2

Позиция	Описание
1. Запись 	Запускает и останавливает на паузу запись видео
2. Фиксация/ввод 	«Замораживает» и «размораживает» изображения. - Выбирает выделенные позиции
3. Зуммирование 	Изменяет уровень зуммирования
4. Возврат в исходное положение и Steer-and-Stay (блокировка ориентирования)	Выполняет две функции: - возврат в исходное положение (нажать и удерживать в нажатом положении); - Steer-and-Stay (нажать и быстро отпустить)
6. Меню 	Открывает меню и обеспечивает выход из него
7. Выход/возврат 	Выход из меню или операции
8. Сохранение 	Открывает меню сохранения
5. Джойстик	Перемещает наконечник зонда, обеспечивает панормирование вокруг увеличенных изображений, перемещение по меню и навигацию по рабочему столу

Навигация по меню

Навигация по меню (рис. 5.5) осуществляется при использовании кнопок управления на портативном пульте управления. Также можно использовать клавиатуру или мышь. Основные типы навигации приведены в табл. 5.3.

Live

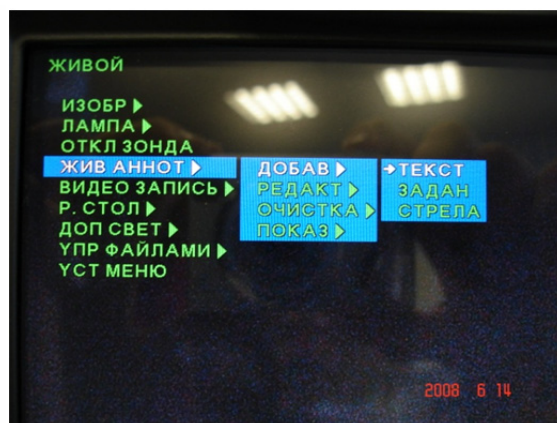
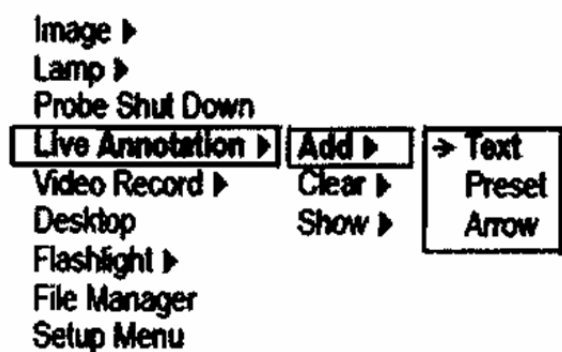


Рис. 5.5. Пример меню

Таблица 5.3

Требуемый тип навигации	Кнопка управления
Чтобы открыть главное меню	
Чтобы выделить элемент	Джойстик
Чтобы перемещаться между «родительским» меню и вложенным меню или чтобы выбрать другую выделенную опцию	Джойстик
Чтобы отметить выделенный элемент	
Чтобы выйти из меню	или

Меню системы имеет древовидную структуру и состоит из 2-х вложенных меню, имеющих свои подпункты (табл. 5.4).

Таблица 5.4

Меню	Как получить доступ
Главные меню (Main Menus)	Нажать . Меню, которое воспроизводится, зависит от типа воспроизводимого изображения
«Живое» изображение (Live)	
«Замороженный» кадр (Freeze Frame)	
Разделенный экран (Split Screen)	
Вызванное из запоминающего устройства изображение (Recalled Image)	
Вызванное из запоминающего устройства видео (Recalled Vide)	

Совместно используемые меню (Shared Menus)	Нажать  . Затем отметить требуемое меню
Менеджер файлов (File Manage)	
Настройка (Setup)	
Запись видео (Video Record)	
Опции записи видео (Video Recording Options)	
Сохранение (Save)	

Порядок работы

1. Наладка программных средств

1.1. Просмотр настроек аудиосигналов

Audio-настройки оказывают влияние лишь на выход аудиосигналов, а не на их вход. При необходимости отключить вход аудиосигналов для записи видео можно до запуска записи.

Для просмотра настроек для аудиосигналов

1. Нажать .
2. Отметить «Меню настроек» → «Аудио».
3. Отметить требуемый элемент (табл. 5.5).

Таблица 5.5

Элемент	Описание
Уровень громкости (Volume)	Обеспечивает регулировку громкости встроенного динамика и выход на внешние устройства. Такая регулировка не оказывает воздействия на уровень линейного выхода
Микрофон (Mic)	Подключение (ON) или отключение (OFF). Когда ON, «живой» аудиосигнал направляется от микрофона на линейный выход, а во время записи видео аудиосигнал сохраняется. При OFF «живой» аудиосигнал не направляется ни на один выход и аудиосигнал не сохраняется во время записи видео. Система сохраняет речевой комментарий, который был выбран для записи неподвижных видеоизображений

1.2. Просмотр настроек формата и качества изображения

При выборе формата или качества для конкретного изображения необходимо изменить соответствующим образом настройки:

1. Нажать .
2. Отметить «Меню настроек» → «Сохранение неподвижного изображения, фотографии»
3. Отметить требуемые настройки:

- формат сохранения – JPEG или Bitmap;
- качество при сохранении в JPEG-формате – высокое или низкое.

JPEG-изображения для стереоскопических измерений всегда сохраняются с высоким качеством, даже если эта установка отмечена как низкое качество. При изменении настроек для формата и качества следует учитывать следующие факторы:

- какой формат требуется или является предпочтительным;
- какое качество лучше подходит – высокое или низкое;
- объем доступного пространства для сохранения;
- сколько нужно сохранять файлов (изображений или видео).

Таблица 5.6 содержит характеристики каждого из форматов изображения.

Таблица 5.6

Формат файла и качество	Типовой размер файла	Емкость запоминающего устройства (приближенное число изображений)	
		100 Мбайт, встроенная запоминающая память	512 Мбайт, внешнее запоминающее устройство
BMP	900 Кбайт	111	568
JPEG High	200 Кбайт	500	2560
JPEG Low	60 Кбайт	1666	8533

Размер файла зависит от содержимого изображения. Приведенные значения размера основываются на типовых NTSC-изображениях; размер файлов для PAL-изображений на 10 % больше.

Аудиофайлы (WAV) занимают приблизительно 120 Кбайт для каждых 15 секунд звучания аудиосигнала. При проведении оценок емкость памяти для сохранения изображений должна снижаться на величину записываемого аудиосигнала.

1.3. Просмотр настроек формата и качества видео

Качество видео в настройках определено по умолчанию. При необходимости можно изменить качество видео во время записи.

Чтобы изменить настройку по умолчанию для качества видео, нужно:

1. Нажать .
2. Отметить «Меню настроек» → «Видео» → «Качество».
3. Отметить требуемую настройку по умолчанию:
 - MPEG2 High;
 - MPEG2 Low.

Все видео записывается в виде полнокадровых FMV (full-motion video) MPEG2-файлов высокой четкости.

Факторы принятия решения относительно качества видео.

При изменении настроек качества видео учитываются следующие факторы:

- какой уровень качества требуется или является предпочтительным;
- объем доступного пространства для сохранения;
- сколько нужно сохранять файлов (изображений или видео).

Таблица 5.7 содержит характеристики каждого из форматов видео.

Таблица 5.7

МРЕG-качество	Типовой размер файла	Емкость запоминающего устройства (приближенное число секунд записи)		
		100 Мбайт, встроенная запоминающая память	512 Мбайт, внешнее запоминающее устройство	DVD емкостью 4,3 Гбайт
MPEG2 High	1 Мбайт/с	100 с	512 с	4300 с
MPEG2 Low	0,5 Мбайт/с	200 с	1024 с	8600 с

Размер файла зависит от содержимого изображения. Приведенные значения размера основываются на типовых NTSC-изображениях. Размер файлов для PAL-изображений на 10 % больше.

Аудиофайлы, которые занимают приблизительно 300 Кбайт на секунду видео, сохраняются вместе с файлами видео.

Доступная емкость памяти воспроизводится на экране непосредственно перед записью.

1.4. Просмотр настроек цвета воспроизведения текста

Возможно изменение цвета текста и других элементов, которые воспроизводятся на изображениях. Наиболее целесообразный с точки зрения восприятия цвет текста будет зависеть от цвета и яркости изображения.

Чтобы изменить цвет текста, нужно:

1. Нажать .
2. Отметить «Меню настроек» → «Графика» → «Цвет текста».
3. Отметить цвет (белый, черный, зеленый).

1.5. Просмотр настроек системы

Для просмотра настроек:

1. Нажать .
2. Отметить «Меню настроек» → «Система».
3. Отметить требуемый элемент (табл. 5.8).

Таблица 5.8

Элемент	Варианты для выбора	Описание
Информация о системе	—	Воспроизводится информация о системе: • общая емкость памяти; • оставшаяся свободной емкость памяти; • версии программных средств; • язык
Язык	Отметить	Выбрать из списка языков
	Загрузить	Система автоматически устанавливает файл языка из внешнего запоминающего устройства, если таковое используется. Затем вы должны выбрать язык
Время/дата	Показать	Вкл., Выкл.
	Установить	Изменяет время или дату. Время всегда в 24-ч формате. Дата всегда в формате число/месяц/год
Управление ориентацией наконечника зонда	Карта наконечника	Вкл., Выкл. Картой наконечника является сетка, которая индицирует позицию наконечника зонда
	Режим зуммирования	Лишь изменение ориентации – в этом режиме при перемещении джойстика, в случае увеличенного «живого» изображения, наконечник зонда изменяет свою ориентацию. Показываемое изображение изменяется по мере перемещения камеры. Лишь панорамирование – в этом режиме при перемещении джойстика, в случае увеличенного «живого» изображения, наконечник зонда не изменяет свою ориентацию. Показываемое изображение изменяется, когда система осуществляет электронное панорамирование полного поля зрения камеры
Формат выходного видео	NTSC	Стандартный телевизионный формат в США и в некоторых других странах
	PAL	Стандартный телевизионный формат в Европе и в некоторых других странах
ЖК-дисплей	Полноэкранный режим	Изображение заполняет весь экран. Верх и низ изображения являются обрезанными. По боковым сторонам нет темных полос
	4 × 3	Воспроизводится полное изображение, которое «видит» камера. Верх и низ не обрезаются. По боковым сторонам имеются темные полосы
	Без изменения масштаба воспроизведения	Изображение заполняет почти весь экран. Верх и низ слегка обрезаны; имеются узкие черные полосы по бокам. Этот режим воспроизведения автоматически выбирается при измерении для наиболее точного размещения курсоров

2. Сбор изображения

2.1. Управление ориентацией зонда

При установленном требуемом оптическом наконечнике направьте зонд к участку контроля. Толкайте зонд, пока он не достигнет участка, который вы хотите осмотреть. Осторожно поворачивайте зонд, чтобы получить вид требуемой сцены.

2.2. Нацеливание камеры

«Живое» изображение является изображением, которое камера «видит» в реальном времени. Когда вы наблюдаете за «живым» изображением, вы можете осуществлять «нацеливание» камеры путем управления различными способами секцией изгиба. Во время наблюдения за «живым» изображением переместите джойстик по направлению к геометрическому элементу изображения, которое вы хотите видеть. Секция изгиба координированным образом изменяет свою ориентацию, так что наконечник зонда перемещается в том же самом направлении (рис. 5.6).



Рис. 5.6

Для удерживания секции изгиба на месте (режим Steer-and-Stay) нажмите кнопку ниже джойстика (рис. 5.7). Нажмите и быстро отпустите. Воспроизводятся буквы SS, индицирующие режим Steer-and-Stay. В этом режиме секция изгиба сохраняет свою позицию, даже когда вы отпускаете джойстик. Если вы перемещаете джойстик при нахождении в режиме Steer-and-Stay, секция изгиба медленно изменяет свою позицию. Когда вы прекращаете перемещать джойстик, секция изгиба остается в новой позиции. Для выхода из режима Steer-and-Stay нажмите эту же кнопку. Буквы SS перестают воспроизводиться.

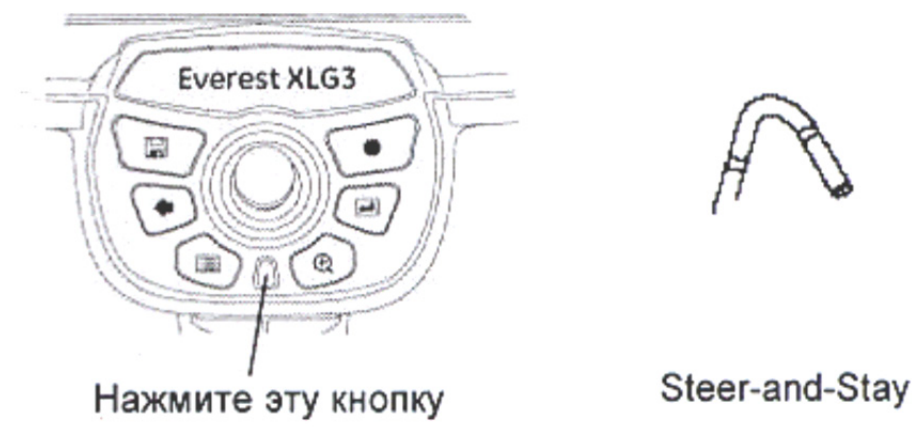


Рис. 5.7

Для выпрямления секции изгиба нажмите и удерживайте в нажатом положении показанную на иллюстрации кнопку под джойстиком (рис. 5.8). Секция изгиба выпрямляется для безопасного извлечения и хранения зонда.



Рис. 5.8

2.3. «Замораживание» изображения

«Замораживание» изображения временно фиксирует его для наблюдения или регулировки.

Когда вы перемещаете джойстик в случае «замороженного» вида, наконечник зонда не изменяет своей ориентации. Если вы увеличиваете (выполняете зуммирование) «замороженное» изображение, а затем перемещаете джойстик, изображение изменяется, когда система осуществляет электронное панорамирование в пределах полного поля зрения камеры. Для зуммирования изображения нажмите  или кнопку пуска (рис. 5.9). Изображение «замораживается». Воспроизводятся буквы FF (Freeze Frame).



Рис. 5.9

Для «размораживания» изображения нажмите или кнопку пуска, или .

2.4. Работа с вызванным из памяти изображением

Для работы с вызванным из памяти изображением:

1. Вызовите требуемое изображение:

- нажмите ;
- отметьте «Менеджер файлов» → «Вызов из запоминающего устройства»;
- отметьте файл, который необходимо открыть.

Когда выполняется просмотр вызванного из памяти изображения, вы можете путем перемещения джойстика циклически вызывать другие изображения, сохраняемые в той же самой папке.

2. Определите свое следующее действие:

- для переименования изображения нажмите . Отметьте «Переименовать изображение». Введите новое имя файла;
- для воспроизведения записанных речевых комментариев, если таковые имеются, нажмите . Отметьте «Воспроизвести аудио»;
- для записи комментариев нажмите . Отметьте «Запись аудио». Говорите в микрофон.

2.5. Работа с разделенным экраном

Разделенный экран воспроизводит рядом два изображения в любой комбинации: «живые», «замороженные» или вызванные из памяти. Лишь одна сторона в каждый данный момент времени является активной, что индицируется стрелкой.

Неподвижные изображения на виде с использованием разделенного экрана обрезаются вертикально (рис. 5.10). Вы можете использовать джойстик для панорамирования в пределах таких изображений.

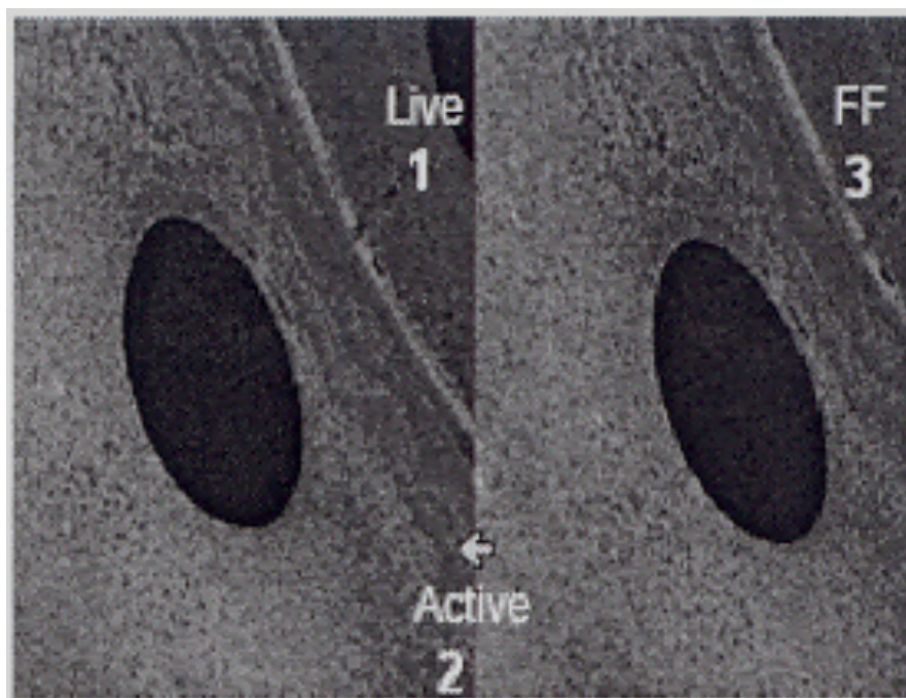


Рис. 5.10. Использование разделенного экрана:

1 – «живое» изображение; 2 – активная часть экрана; 3 – «замороженный» кадр

Для работы с разделенным экраном:

1. Разделите экран.

Нажмите . Отметьте «Изображение» → «Разделить экран».

На левой части экрана появляется «живое» изображение. На правой – появляется предшествующее полноэкранное изображение в размерах половины экрана. Если оно было до этого «живым», то теперь является «замороженным».

2. Чтобы сделать активной одну из сторон или временно сделать полноразмерный вид одного из изображений:

- нажмите ;
- отметьте «Опции разделенного экрана». Отметьте любой из элементов, представленных в табл. 5.10.

Таблица 5.10

Элемент	Описание
Левая/правая → Активная сторона	Отмеченная сторона становится активной
Левая/правая → Полноэкранный вид	Изображение отмеченной стороны заполняет весь экран

3. После завершения выйдите из режима разделенного экрана:
 - для незамедлительного возврата к показу «живого» изображения нажмите ;
 - для просмотра одного из воспроизводимых изображений нажмите «Опции разделенного экрана» → «Левая/правая» → «Заккрыть».

2.6. Регулировка яркости

Вы можете регулировать яркость воспроизведения «живого», «замороженного» и вызванного из памяти изображений, а также записанного видео.

При просмотре «живых» изображений регулировка яркости означает регулировку времени экспозиции и коэффициента передачи (усиления) камеры. При просмотре неподвижных изображений или записанного видео регулировка яркости означает регулировку цифрового усиления.

Сохраненная яркость будет яркостью вызванного из памяти изображения. Регулировка яркости осуществляется следующим образом:

1. Нажмите .
2. Отметьте «Изображение» → «Яркость».
3. Выполните регулировку.

Один из способов сделать изображения более яркими заключается в увеличении времени экспозиции. В системе XLG3 время экспозиции может изменяться от 1/10000 до 12 с. Чем больше экспозиция, тем больше риск искажения изображения. Держите наконечник зонда как можно более неподвижным при захвате изображения с использованием длительной экспозиции.

Для увеличения времени экспозиции:

1. Во время наблюдения за «живым» изображением нажмите .
2. Отметьте «Изображение» → «Продолжительная экспозиция».
3. Отметьте тип продолжительной экспозиции, который вы желаете установить:
 - Auto – ваша система сама устанавливает время экспозиции.
 - Manual – вы сами устанавливаете время экспозиции. Перемещайте джойстик, пока яркость изображения не станет такой, какую вы хотите иметь. Начинает воспроизводиться Lg Exp.

Для отключения продолжительной экспозиции нажмите .

2.7. Повышение контрастности

Когда недостаточно света или контраста, чтобы видеть важные геометрические элементы изображения или дефекты, например, когда вам нужно точно позиционировать курсоры для проведения измерений, может помочь «Inverse +» (рис. 5.11). Эта функция обеспечивает реверсирование яркости (получение «выворотки») подобно тому, что видно на фотографическом негативе. Это увеличивает контрастность изображения, делая едва различимые элементы более заметными.

Вы можете активировать функцию «Inverse +» применительно к любому «живому», «замороженному» или вызванному из памяти изображению.

Для включения функции «Inverse +»:

1. Нажмите .
2. Отметьте «Изображение» → «Inverse +» → «Вкл.».

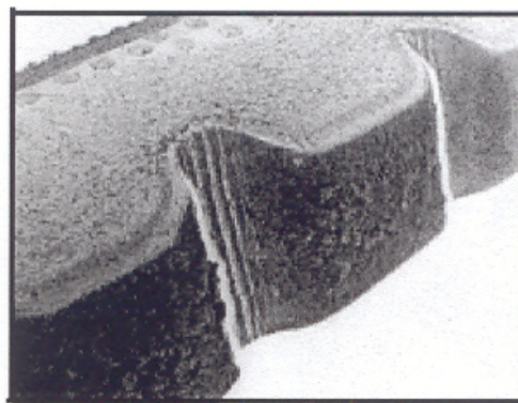
Для выключения функции «Inverse +» нажмите .

2.8. Зуммирование (увеличение/уменьшение изображения)

Вы можете увеличивать или уменьшать (выполнять зуммирование) изображения всех видов: «живые», «замороженные» и вызванные из памяти.



Функция «Inverse +» отключена



Функция «Inverse +» включена

Рис. 5.11

В системе осуществляется циклическое переключение уровней зуммирования с шагом (приращением) до $3,0^x$. Когда выполняется зуммирование изображения, его уровень (например, ЗМ 2.6) появляется на экране.

Для зуммирования нажмите  (рис. 5.12). Для увеличения приращений многократно нажимайте . Для уменьшения приращений удерживайте в нажатом положении . Для выхода из режима зуммирования нажмите .

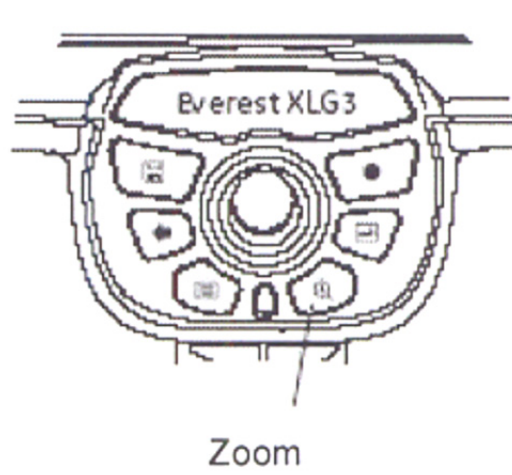


Рис. 5.12

2.9. Инверсия изображения

Функция инверсии транспонирует изображение горизонтально. Вы можете подвергать инверсии «живое», «замороженное» или вызванное из памяти изображение.

Оптический наконечник бокового вида при инверсии изображения воспроизводит текст задом наперед, поскольку данный наконечник содержит призму, которая инвертирует изображения.

2.10. Аннотирование с помощью текста или стрелок

Аннотирование изображений в системе XLG3 означает добавление текста или стрелок для указания на представляющие интерес участки: трещины, дефекты и пр. Возможно снабжение аннотациями «живых», «замороженных» и вызванных из памяти изображений. Вы можете создавать аннотации двух типов:

1. «Живая» аннотация (аннотация для «живого» изображения) представляет собой информацию общего характера, относящуюся ко всему контролю или к существенной его части. Она должна воспроизводиться постоянно, за исключением тех моментов, когда она убирается с экрана.

Вы можете в любой момент показать или убрать с экрана «живую» аннотацию. Для добавления или стирания «живой» аннотации необходимо просматривать «живое» изображение.

2. Неподвижная аннотация (аннотация для неподвижного изображения) является информацией, которая специфична для конкретного изображения. Для воспроизведения или добавления неподвижной аннотации вы должны просматривать неподвижное изображение («замороженное» или вызванное из запоминающего устройства). Когда вы возвращаетесь к «живому» изображению, неподвижная аннотация стирается.

Во время зуммирования, панорамирования или инвертирования изображения стрелки продолжают указывать на одни и те же геометрические элементы изображения. При многократном использовании определенного текста вы можете создать одну или несколько готовых аннотаций (presets).

После того как вы добавили текст или стрелки к изображению на экране, вы не можете редактировать или перемещать их. Вы можете лишь удалить их.

Для аннотирования «живого» изображения:

1. Нажмите .
2. Отметьте «Аннотация для «живого» изображения».
3. Отметьте требуемый элемент, указанный в табл. 5.11.

Таблица 5.11

Элемент	Варианты выбора	Описание
Добавить	Текст	Создайте текст для использования в аннотации для «живого» изображения
	Предварительно составленная аннотация	Создайте, выберите, отредактируйте или удалите предварительно составленные текстовые аннотации
	Стрелка	Создайте стрелку для использования в «живой» аннотации
Стереть	Текст	Удаляет все тексты «живой» аннотации с экрана и из запоминающего устройства
	Стрелки	Удаляет все стрелки «живой» аннотации с экрана и из запоминающего устройства
Показать	ON, OFF	Подключает или отключает «живую» аннотацию (текст и стрелки)

Для аннотирования неподвижного изображения:

1. Нажмите .
2. Определите, воспроизводить или убрать с экрана «живую» аннотацию, если таковая имеется. Для этого отметьте «Аннотация для «живого» изображения» → «Показать» → ON или OFF.
3. Отметьте «Аннотация для неподвижного изображения».
4. Отметьте требуемый элемент, указанный в табл. 5.12

Таблица 5.12

Элемент	Варианты выбора	Описание
Добавить	Текст	Создайте текст для использования в аннотации для неподвижного изображения
Добавить	Предварительно составленная аннотация	Создайте, выберите, отредактируйте или удалите предварительно составленные текстовые аннотации
Стереть	Текст	Удаляет все тексты аннотации для неподвижного изображения с экрана и из запоминающего устройства
	Стрелки	Удаляет все стрелки аннотации с экрана и из запоминающего устройства
Показать	ON, OFF	Подключает или отключает аннотацию для неподвижного изображения (текст и стрелки)

Использование экрана для ввода текста

Вы используете экран для ввода текста, когда создаете аннотацию или предварительно составляемую часть аннотации (рис. 5.13). Для быстрого ввода текста вы можете использовать подключаемую к порту USB клавиатуру.

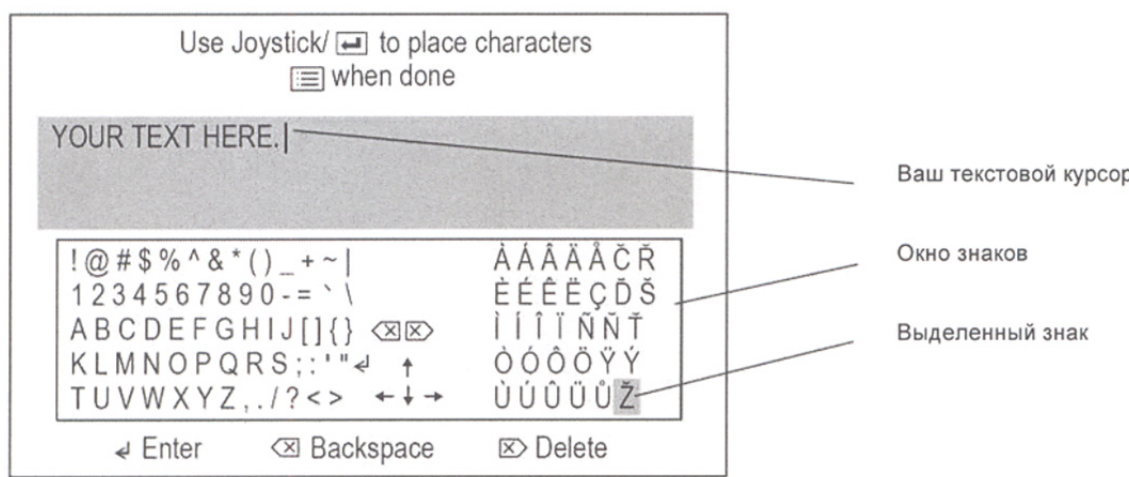


Рис. 5.13

- Если это необходимо, позиционируйте свой текстовый курсор:
 - переместите джойстик для выделения стрелочной клавиши в окне знаков;
 - нажмите на портативном пульте управления. Ваш текстовый курсор перемещается в выбранном направлении;
 - повторяйте операцию, пока ваш текстовый курсор не окажется в требуемой позиции.
- Переместите джойстик для выделения требуемого элемента в окне знаков:

- если вы хотите добавить знак, выделите его. Для пробела выделите любой пропуск;
 - если вы хотите начать новую строку, отметьте ;
 - если вы хотите удалить знак, выделите  или ;
 - нажмите  на портативном пульте управления для активации выделенного элемента.
3. Повторяйте операции, начиная с шага 1, пока не закончите создание аннотации.
 4. Нажмите . Экран ввода текста исчезает. Воспроизводится ваш текст.

Если вы только что создали аннотацию, переместите ее в требуемую позицию. Если вы создали предварительно подготавливаемую часть аннотации, выполняйте воспроизводимые на экране инструкции.

2.11. Сохранение изображения

Сохранение изображения подобно получению мгновенной фотографии. Большая часть экранных элементов – дата, время, уровень зумирования, аннотации, измерения и прочее – становится частью сохраненного изображения. Что вы видите, то и сохраняете.

Вы можете сохранить «живое», «замороженное», вызванное из запоминающего устройства изображение или изображения, воспроизводимые в режиме разделения экрана. Имеются два режима сохранения:

- **Normal:** обеспечивается сохранение изображения без данных калибровки. Когда вы вызываете из запоминающего устройства «нормальное» изображение, вы не можете выполнять измерения.
- **Measurement:** обеспечивается сохранение изображения с данными калибровки для отмеченного измерительного наконечника. Когда вы вызываете из запоминающего устройства такое изображение, вы можете выполнять измерения.

Для сохранения изображения:

1. «Живое» или неподвижное изображение. Нажмите  (рис. 5.14) или  (лишь для неподвижных изображений) и отметьте «Сохранение изображения».
2. Если имеются варианты для выбора, отметьте Normal или Measurement.
3. Отметьте требуемую опцию, указанную в табл. 5.13.

Если вы не присвоите имя изображению до его сохранения, файлы изображений получают имена автоматически (рис. 5.15). Вы можете переименовывать их в любой момент времени с рабочего стола или после вызова из запоминающего устройства.



Рис. 5.14

Таблица 5.13

Опция	Описание
Сохранить	Сохраняет файл изображения
Отметить папку для сохранения	Позволяет вам выбрать папку сохранения перед тем, как вы будете сохранять файл
Переименовать изображение	Позволяет вам присвоить имя файлу до того, как вы сохраните его. Если вы не присвоите имя файлу до его сохранения, система сама присваивает имя
Записать речевое сообщение	Позволяет записывать голосовые комментарии
Воспроизвести речевое сообщение	Воспроизводит записанные комментарии, если таковые имеются
Удалить речевое сообщение	Удаляет записанные комментарии, если таковые имеются

М = «тенивое» или стерео изображение, сохраняемое с данными измерения



Рис. 5.15. Схема присвоения имени по умолчанию для файлов изображений

Часть 2

Цель работы:

- пошагово освоить выполняемые процедуры по записи видео и работы с ним;
- пошагово освоить выполняемые процедуры по управлению и редактированию файлов.

Применяемое оборудование: видеоэндоскоп EVEREST XLG3.

Порядок работы

1. Работа с видео

В любой момент вашего контроля вы можете записать видео в фоновом режиме, выполняя при этом другие задачи, такие как регулировка яркости, сопоставление изображений на разделенном экране, сбор неподвижных изображений, выполнение измерений, управление файлами и папками и пр.

Когда вы записываете видео, система XLG3 сохраняет все, что появляется на экране дисплея, включая меню, которые вы открываете, а также фоновые звуки и комментарии в микрофон. Вы можете записывать видео на встроенное запоминающее устройство, цифровой видеодиск DVD или на любое съемное запоминающее устройство.

Дополнительный DVD-накопитель предназначен лишь для записи видео. Система XLG3 воспринимает как диски DVD+R, так и диски DVD-R. Рекомендуется использовать цифровые диски DVD+R вследствие их превосходной надежности. Однако и у цифровых дисков типа DVD-R имеются свои достоинства. Свойства дисков DVD+/-R приведены в табл. 5.14.

Таблица 5.14

Тип диска DVD	Преимущества	Недостатки
DVD+R (рекомендованы для использования)	1. Превосходная надежность 2. Завершение через 30 секунд	Допускает до 4 пауз или остановов (если вы делаете 5 паузу или 5 останов, диск DVD+R будет автоматически завершаться)
DVD-R	Допускает до 32 пауз или остановов (если вы делаете 33 паузу или 33 останов, диск DVD-R будет автоматически завершаться)	Завершение осуществляется приблизительно за 25 минут

Каждая пауза создает на цифровом многофункциональном диске DVD отдельный VOB-файл (паузы не создают отдельные файлы на каких-либо других запоминающих устройствах). Каждый останов создает отдельный файл видео на всех запоминающих устройствах: VOB-файл – на цифровом многофункциональном диске DVD, MPEG-файл – на всех других устройствах.

Если вы останавливаете запись без завершения (финализации), то можете записывать на используемый цифровой многофункциональный диск DVD снова, однако вы не можете воспроизводить видео. Когда вы завершаете цифровой многофункциональный диск DVD, вы не можете снова записывать на этот диск, однако теперь можете воспроизводить видео.

Не выключайте систему во время записи видео или завершения (финализации) цифрового многофункционального диска DVD. В противном случае вы утратите данные.

Для запуска записи:

1. Кратковременно нажмите  или  и отметьте «Запись видео» → «Опции записи». Появляется меню «Опции записи видео».
2. Отметьте требуемую опцию, указанную в табл. 5.15.

Таблица 5.15

Опция	Описание
Запуск записи	Появляется мерцающая красная точка. Пока такая точка мерцает, система осуществляет запись. (Если используется цифровой многофункциональный диск DVD, запись начинается лишь после того, как прекращает мерцать зеленая лампочка DVD-дисковод.)
Отмена	Выход из меню без записи
Качество записи в формате MPEG	Высокое или низкое
Микрофон	ON (Вкл.) или OFF (Выкл.). Когда OFF, никакое аудио-сообщение не записывается
Выбрать запоминающее устройство	Позволяет вам выбрать дисковод или дисководы для записи. Дисковод для резервного копирования; при записи на цифровой многофункциональный диск DVD рекомендуется, чтобы вы выбрали дисковод для одновременного резервного копирования. Однако вы не можете копировать или записывать видео на ПК-карту памяти
Выбрать папку для запоминания	(Для любого запоминающего устройства, за исключением цифрового многофункционального диска DVD.) Позволяет вам выбрать папку для запоминания на выбранном устройстве памяти
Присвоить имя видео	Позволяет вам присвоить имя файлу до его записи. Если вы не присваиваете имя файлу до записи, система сама присваивает ему имя

Для быстрого запуска записи в обход меню нажмите и удерживайте в нажатом положении .

Пауза в записи:

1. Нажмите и быстро отпустите  или  и отметьте «Запись видео» → «Пауза». Рекомендуется останавливать запись временно. Появляется символ паузы .
2. Когда вы готовы возобновить запись, нажмите  или  и отметьте «Запись видео» → «Возобновить запись».

Снова мерцает красная точка. Запись возобновляется. Общее количество пауз зависит от типа многофункционального диска DVD.

Для остановки записи нажмите и удерживайте в нажатом положении  или  и отметьте «Запись видео» → «Стоп».

Общее количество остановок записи зависит от типа цифрового многофункционального диска DVD.

Для завершения (финализации) цифрового многофункционального DVD нажмите и отметьте «Запись видео» → «Завершение цифрового видеодиска DVD». Если вы не присвоили имя видео до начала записи, файлы с видео получают имена автоматически (рис. 5.16). Вы можете переименовать их после вызова с запоминающего устройства или с рабочего стола.

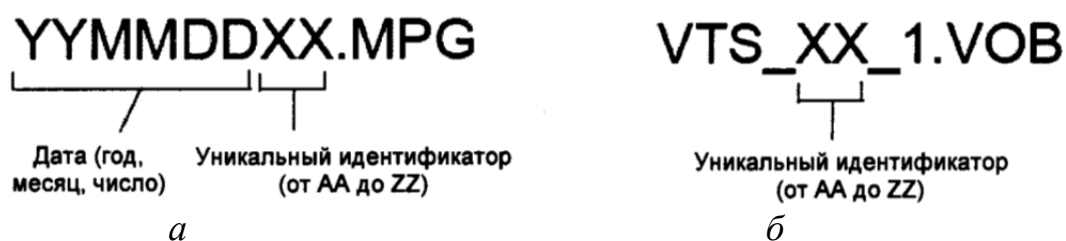


Рис. 5.16. Схемы присвоения имени по умолчанию для видеофайлов:
а – на встроенном запоминающем устройстве или на съемных устройствах памяти; б – на цифровых многофункциональных дисках DVD

1.1. Работа с вызванным из запоминающего устройства видео

1. Если вы вызываете видео с цифрового многофункционального диска DVD, проверьте, чтобы был отмечен DVD-дисковод. Нажмите и отметьте «Запись видео» → «Опции записи» → «Выбор дисководов» → «DVD».
2. Вызовите требуемое видео:

- нажмите ;
- отметьте «Менеджер файлов» → «Вызов из запоминающего устройства» → «Дисковод или устройство»;
- отметьте необходимое видео. Оно начинает воспроизводиться.

Чтобы переименовать видеофайл, нажмите . В воспроизведении наступает пауза, и воспроизводится меню «Вызванное с запоминающего устройства видео». Отметьте «Переименовать». Новое имя затирает старое (отметьте «Play» для возобновления воспроизведения).

Для захвата неподвижного изображения с видео нажмите . В воспроизведении наступает пауза, и воспроизводится меню «Вызванное с запоминающего устройства видео». Отметьте «Сохранить неподвижное изображение». Введите имя файла. Изображение, для которого включается режим паузы, сохраняется в качестве JPEG или BMP (отметьте «Play» для возобновления воспроизведения).

Управление воспроизведением осуществляется при использовании кнопок управления, которые указаны в табл. 5.16.

Таблица 5.16

Опция воспроизведения	Кнопка управления
Пауза	 или кнопка пуска
Возобновить воспроизведение при нахождении в режиме паузы	 или кнопка пуска
Перемотка вперед	Наклон джойстика вправо
Перемотка назад	Наклон джойстика влево
Пропуск при перемещении по видео вперед	Наклон джойстика вверх
Пропуск при перемещении по видео назад	Наклон джойстика вниз
Закрыть видео	

2. Управление файлами

Одним из способов управления файлами в системе XLG3 является использование меню «Менеджер файлов». Когда вы используете такое меню, то отмечаете файлы с помощью экрана с пиктограммами. На рис. 5.17 показан пример экрана с пиктограммами, на котором изображены данные встроенного дисковода (DriveC): папка с именем G3, два JPEG-файла, два видеофайла. Знак у одного из изображений означает наличие звукового комментария к нему. Знак  свидетельствует о видеофайле. «М» в начале имени файла по умолчанию говорит о том, что на изображении можно производить измерения.

Инструкции на экране с пиктограммами изменяются в соответствии с заданием: вызов с запоминающего устройства, копирование, удаление и другое.



Рис. 5.17. Экран с пиктограммами

Система XLG3 совместима с различными съемными запоминающими устройствами: цифровыми многофункциональными дисками DVD, ПК-картами, картами памяти для цифрового фотоаппарата, портативными накопителями – любым совместимым, основывающемся на использовании порта USB или PCMCIA, запоминающим устройством.

При вводе запоминающего устройства в дисковод система автоматически обнаруживает и присваивает имя запоминающему устройству. Система пытается присвоить каждому запоминающему устройству имя на основе информации о самом таком устройстве. Если никакой информации нет, система использует имя «Запоминающее устройство общего типа».

Для извлечения запоминающего устройства, за исключением цифрового многофункционального диска DVD, нажмите и отметьте «Менеджер файлов» → «Извлечь запоминающее устройство» → «Запоминающее устройство». После появления сообщения, подтверждающего безопасное извлечение, извлеките запоминающее устройство.

Всегда используйте команду «Извлечь запоминающее устройство» до того, как извлекать любое запоминающее устройство из любого дисководов, за исключением дисковода цифровых многофункциональных дисков DVD. Если вы извлекаете запоминающее устройство без предварительного использования такой команды, результатом может явиться порча или утрата данных. Кроме того, дисковод или запоминающее устройство могут стать временно недоступными.

Всякий раз, когда вы завершаете цифровой многофункциональный диск DVD, он автоматически извлекается. Если вы хотите извлечь цифровой многофункциональный диск DVD без его завершения, нажмите кнопку слева от DVD-дисководов. Вам не нужно использовать команду «Извлечь запоминающее устройство» для извлечения цифрового многофункционального диска DVD.

2.1. Вызов и редактирование файлов из запоминающего устройства

Вызов файла означает открывание сохраненного изображения или видео.

Для вызова файла

1. Нажмите .
2. Отметьте «Менеджер файлов» → «Вызвать из запоминающего устройства» или «Вызвать запоминающее устройство».
3. Отметьте необходимый файл.

Создание, переименование или удаление папок

1. Нажмите .
2. Отметьте «Менеджер файлов» → «Папка».
3. Отметьте и выполните требуемое задание:
 - «Создать»;
 - «Переименовать»;
 - «Удалить».

Копирование файлов

Вы можете копировать файлы со встроенного запоминающего устройства на съемное запоминающее устройство. Во время копирования файлов остаются доступными все функции, за исключением функций меню «Менеджер файлов» и меню «Настройки».

Копирование файлов

1. Введите в дисковод запоминающее устройство.
2. Нажмите .
3. Отметьте «Менеджер файлов» → «Копировать».
4. Отметьте и выполните требуемое задание.

Удаление файлов

1. Нажмите .
2. Отметьте «Менеджер файлов» → «Удалить».
3. Отметьте требуемую опцию, указанную в табл. 5.17

Таблица 5.17

Опция воспроизведения	Кнопка управления
Пауза	 или кнопка пуска
Возобновить воспроизведение при нахождении в режиме паузы	 или кнопка пуска
Перемотка вперед	Наклон джойстика вправо
Перемотка назад	Наклон джойстика влево
Пропуск при перемещении по видео вперед	Наклон джойстика вверх
Пропуск при перемещении по видео назад	Наклон джойстика вниз
Закрыть видео	

Переименование файлов

Для переименования файлов меню «Менеджер файлов» не используется.

Для переименования файла изображения или видео:

1. Вызовите из запоминающего устройства требуемый файл.
2. Нажмите .
3. Отметьте «Переименовать» или «Переименовать изображение».
4. Введите новое имя файла. Новое имя затирает старое.

Часть 3

Цель работы:

- настроить видеоэндоскоп EVEREST XLG3;
- произвести осмотр труднодоступной части детали;
- реализовать сбор изображения и видео;
- редактировать полученные в ходе работы файлы.

Применяемое оборудование: видеоэндоскоп EVEREST XLG3.

Порядок работы

1. Выбрать низкое качество изображения и видео, JPEG Low и MPEG2 Low соответственно.
2. Выбрать белый цвет текста для аннотирования.
3. Найти дефектный участок контролируемой детали.
4. Произвести «замораживание» данного участка.
5. Увеличить полученное изображение (при необходимости повысить контраст изображения).
6. При помощи стрелок обозначить дефекты (1–2 дефекта) и написать их названия.
7. Сохранить и переименовать полученное изображение на внутреннем носителе.
8. Включить видеозапись.
9. Выбрать произвольный участок контролируемой детали.
10. Разделить экран.
11. Поочередно сделать активными левую и правую части.
12. Отключить разделение экрана (оставить «живое» изображение).
13. Остановить видеозапись.
14. Сохранить и переименовать полученную видеозапись.
15. Скопировать видеофайл и файл изображения на съемное запоминающее устройство.

Лабораторная работа № 6

ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ И ДЕФЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ВИДЕОЭНДОСКОПА EVEREST XLG3 ТЕНЕВЫМ МЕТОДОМ

Цель работы: приобрести практические навыки измерения геометрических элементов и дефектов в труднодоступных местах с помощью видеоэндоскопа EVEREST XLG3 теневым методом.

Применяемое оборудование: видеоэндоскоп EVEREST XLG3.

Краткие теоретические сведения: в видеоэндоскопе EVEREST XLG3 реализовано три режима измерения: теневой (ShadowProbe), стереоскопический (StereoProbe) и сопоставительный (метод сравнения).

Источник: Система видеоэндоскопа EVEREST XLG3 VideoProbe System: рук. по эксплуатации. – [Б. м.]: General Electric Company, 2006. – 127 с.

1. Принцип теневых измерений

Принцип теневых измерений состоит в отбрасывании тени вытравленной линии на измерительном наконечнике на исследуемую поверхность и измерении расположения тени в поле зрения (рис. 6.1 и 6.2). При уменьшении расстояния от наконечника до объекта тень движется справа налево через изображение (при обычном размещении) и измерение поперечного расположения тени дает расстояние до объекта. Затем пользователь размещает два курсора поверх изображения для считывания измеряемых изображений. Точность составляет $\pm 10\%$ и в идеальных условиях может быть $\pm 2\%$. Система ShadowProbe может работать на перекошенных (несимметричных) изображениях, при условии что измерения делаются вдоль линии отбрасываемой тени.

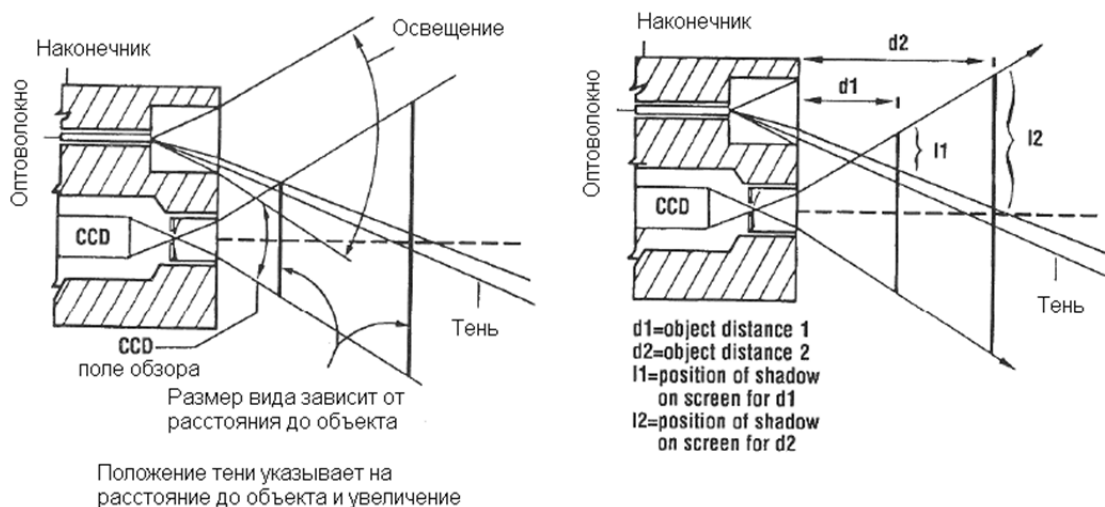


Рис. 6.1. Схема принципа теневого метода

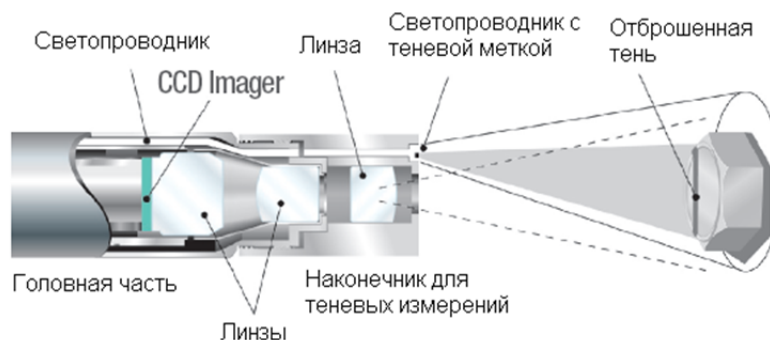


Рис. 6.2. Технология теневых измерений

Система видеоэндоскопа EVEREST XLG3 в режиме теневых измерений дает возможность оценки следующих параметров дефектных участков: глубины, расстояния от точки до линии, площади, посегментное измерение длины, а также измерения в наклонной плоскости и с помощью эталонной окружности.

Общие рекомендации

Теневые измерения требуют использования измерительных наконечников ShadowProbe, которые отбрасывают тень на цель. Для измерения цели процессор системы XLG3 использует триангуляцию на основе позиции тени. Теневые измерения можно выполнять на «замороженном» изображении или на вызванном из запоминающего устройства изображении, которое было сохранено в измерительном режиме.

Для максимальной точности при выполнении любого типа теневого измерения необходимо начинать работу с тщательного позиционирования наконечника для теневого измерения (теневого наконечника).

Позиционирование теневого наконечника для получения изображения при теновом измерении

Перед «замораживанием» изображения, предназначенного для теневого измерения, необходимо позиционировать наконечник зонда в соответствии со следующими критериями.

- Расстояние между наконечником и целью. Наконечник находится как можно ближе к поверхности, при этом виден весь элемент, который необходимо измерить. Измерения могут выполняться, даже если наконечник так близок, что изображение несколько не в фокусе, пока геометрические элементы изображения являются в достаточной степени резкими для точного размещения курсоров. Особенно для измерений глубины наконечник необходимо иметь достаточно близко для заметного излома тени, чтобы система могла точно различать приподнятые и углубленные поверхности.

- Перпендикулярная поверхность. Применительно к ней имеются два критерия:
 - 1) тень является прямолинейной как вверх, так и вниз, что указывает на то, что поверхность является по вертикали перпендикулярной полю видимости зонда;
 - 2) такие признаки, как освещение и перспектива, индицируют, что поверхность является примерно перпендикулярной к полю зрения зонда также и по горизонтали.
- Близость тени к элементу. Тень находится близко и в той же плоскости, что и элемент, который вы хотите измерять.

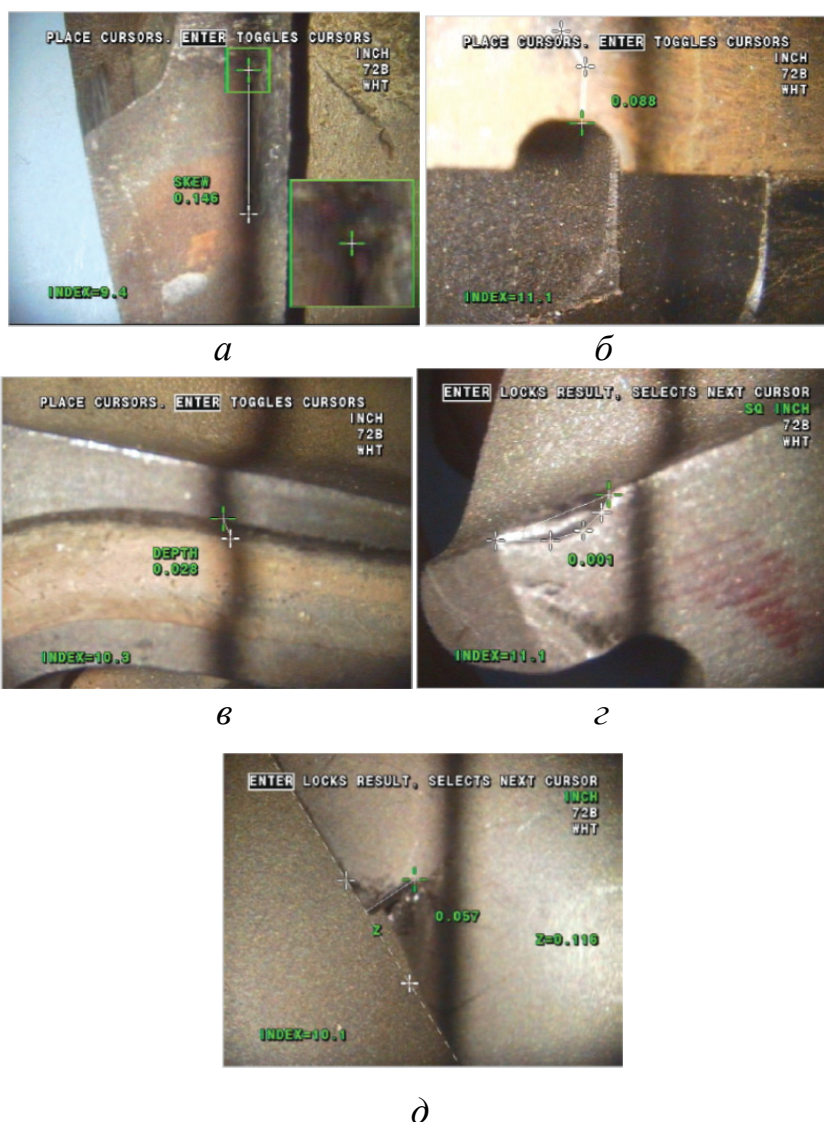


Рис. 6.3. Примеры теневых измерений:

- а – измерение в наклонной плоскости с помощью увеличения;
 б – посегментное измерение длины; в – измерение глубины;
 г – измерение площади; д – измерение расстояния от точки до линии

2. Программа работы

1. Произвести осмотр стыкового сварного соединения трубопроводов (или другого объекта).
2. Выявить и произвести измерения 2–3 дефектных участков сварного шва методом, указанным преподавателем.
3. Сохранить полученные результаты измерений на съемном устройстве хранения данных.
4. Произвести оценку качества стыкового сварного соединения на основании соответствующего нормативного документа и оформить акт (приложение А).

3. Порядок выполнения работы

3.1. Подготовка зонда к выбранному методу измерения

Замена оптического наконечника

Оптические наконечники ввинчиваются в зонд с помощью двойного комплекта резьбы для предотвращения их выпадения на участке контроля. Каждый оптический наконечник имеет уникальные глубину резьбы, поле зрения и направление обзора.

Предостережение. Для снятия или присоединения наконечников не используйте инструменты. Такое использование (плоскогубцев или других инструментов) может повредить секцию изгиба. Соблюдайте осторожность, чтобы не перепутать резьбу.

Как снять оптический наконечник

1. Выключите лампу:
 - во время просмотра «живого» изображения нажмите ;
 - отметьте Lamp → OFF.
2. Захватите одной рукой головку, а другой осторожно поверните наконечник против часовой стрелки. Поворачивайте, пока наконечник не станет свободно проворачиваться, это указывает на то, что он вышел из первой резьбы.
3. Осторожно потяните наконечник вперед (от зонда). Продолжайте поворачивать против часовой стрелки и верните его во вторую резьбу. Поворачивайте, пока не сможете извлечь его.

Как присоединить оптический наконечник

1. Проверьте, чтобы оптический наконечник был чистым.
2. Захватите одной рукой головку зонда, а другой осторожно поворачивайте наконечник по часовой стрелке. Поворачивайте, пока он не станет свободно вращаться, это указывает на то, что он вышел из первой резьбы.

- Осторожно нажмите на наконечник. Снова поворачивайте по часовой стрелке и вверните его во вторую резьбу. Поворачивайте, пока его нельзя будет повернуть руками. Затяжка не должна быть слишком тугой. Осторожно потяните наконечник для проверки того, что он надежно присоединен. Если наконечник не вошел во вторую резьбу, поверните его против часовой стрелки для обеспечения зацепления с резьбой.

Замечание. Для обеспечения точных измерений наконечники должны быть туго затянуты.

Настройки для функции измерения:

- Нажмите .
- Отметьте Setup Menu → Measure.
- Измените любые требуемые настройки.

Элемент	Описание
Shadow	Опция Cal info (информация о калибровке) воспроизводит данные калибровки для выбранного shadow-наконечника, включая дату повторной калибровки
Units (единицы измерения)	Inches (дюймы), mm (мм). Определяет, какие единицы измерения должны воспроизводиться
Set Min Index (установить минимальный индекс)	Минимальная величина индекса точности. Если индекс опускается ниже этой величины, он мерцает
Index Display (воспроизведение индекса)	ON (Вкл.), OFF (Выкл.) Определяет, воспроизводится ли индекс точности
User Prompts (подсказки для пользователя)	ON (Вкл.), OFF (Выкл.) Определяет, воспроизводятся ли подсказки в режиме измерения

3.2. Калибровка (верификация) измерительного наконечника

Для верификации измерительного наконечника ShadowProbe надежно прикрепите теневой или стереоскопический наконечник.

- Введите наконечник в соответствующую проверочную камеру.

Блок верификации измерения



Поверочные цели внутри блока

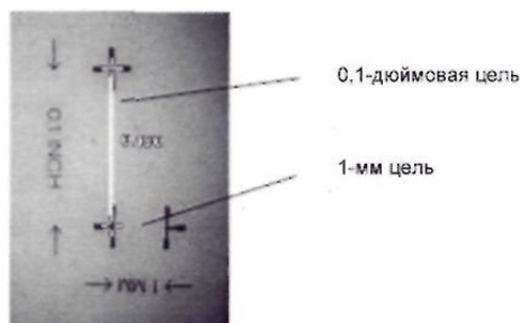


Рис. 6.4. Блок верификации измерения

2. Измерьте испытательную цель, соответствующую единице измерения, которую вы используете: дюймы или миллиметры.
 3. Оцените полученные вами результаты.
- Точность измерения должна составлять $0,100 \pm 0,005$ дюйма ($1,00 \pm 0,05$ мм).

3.3. Выполнение теневых измерений

1. (Выбор и калибровка теневого наконечника произведена ранее – пп. 3.1–3.2).

2. Выполните позиционирование наконечника зонда для обеспечения максимальной точности.

3. «Заморозьте» изображение, нажав .

4. Отметьте тип измерения и наконечник. Нажмите .

Отметьте «измер» и нажмите .

Выберите «тень» → «линейное (расстояние между двумя точками), в наклонной плоскости, глубина, кратчайшее расстояние от точки до линии, площадь, посегментное измерение длины, измерение с помощью эталонной окружности» → BLU SIDE 207.

Нажмите .

5. Если появляется вертикальная пунктирная линия, поместите ее в центр тени; нажмите .

Точность измерения зависит от точной центровки этой линии.

6. Разместите курсоры следующим образом: совместите первый курсор с одним из краев измеряемого дефекта, нажмите . Второй курсор совместить с требуемым местом измерения. Точность измерения зависит от точного позиционирования всех курсоров. Для наивысшей точности размещения курсоров, активации окна зуммирования, показа увеличенного изображения вокруг активного курсора нажмите .

7. (Дополнительно.) Выполните повторное позиционирование курсоров и получите результаты измерения.

8. Сохраните изображение – нажмите .

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Применяемое оборудование.
3. Порядок выполнения работы.
4. Результаты работы (сохраненные изображения участков контроля, акт).
5. Выводы о проделанной работе.

Лабораторная работа № 7

ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ И ДЕФЕКТОВ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С ПОМОЩЬЮ ВИДЕОЭНДОСКОПА EVEREST XLG3

Цель работы: приобрести практические навыки измерения геометрических элементов изображения и дефектов в труднодоступных местах стереоскопическим методом с помощью видеоэндоскопа EVEREST XLG3.

Программа работы:

- ознакомиться со стереоскопическим методом измерения, реализованным в видеоэндоскопе EVEREST XLG3;
- произвести осмотр труднодоступных мест, объектов (стыкового сварного соединения трубопроводов); выявить и произвести измерения 2–3 дефектных участков сварного шва стереоскопическим методом;
- произвести оценку качества стыкового сварного соединения трубопроводов и оформить акт, представленный в прил. А.

Применяемое оборудование:

- видеоэндоскоп EVEREST XLG3;
- экспериментальный образец для исследования (стыковое сварное соединение трубопроводов).

Теоретическая часть

Видеоэндоскоп EVEREST XLG3

Прочная и надежная система EVEREST XLG3, представленная на рис. 7.1, является усовершенствованным гибким эндоскопом на основе видеоизображений, используемым для дистанционного визуального контроля.

Работая посредством ввода через отверстия для осмотра, система XLG3 обеспечивает получение изображений с высоким разрешением внутренних видов газотурбинных двигателей, авиационных конструкций, автомобильных двигателей, трубопроводов, резервуаров, коробок передач ветряных двигателей, подводных конструкций и пр.

Волоконно-оптический пучок зонда освещает участок контроля с помощью света, формируемого дуговой лампой 75 Вт с разрядом высокой интенсивности HID (High-Intensity Discharge), установленной в основании прибора. All-Way артикуляция зонда посылает свет в самые темные углы контролируемого объекта. Видеозонд системы XLG3 представлен на рис. 7.2.



Рис. 7.1. Видеоэндоскоп
EVEREST XLG3:

1 – головная часть –
всенаправленная артикуляция
All-Way и высокоинтенсивное
освещение;
2 – цветной ЖК-дисплей;
3 – беспроводной пульт управления;
4 – базовый блок;
5 – ударопрочный кейс для
транспортировки, хранения
и инспекции;
6 – хранение аксессуаров в верхней
крышке кейса;
7 – дополнительный пишущий
привод CD/DVD;
8 – два слота карт памяти;
9 – кнопки управления и
мультифункциональный джойстик

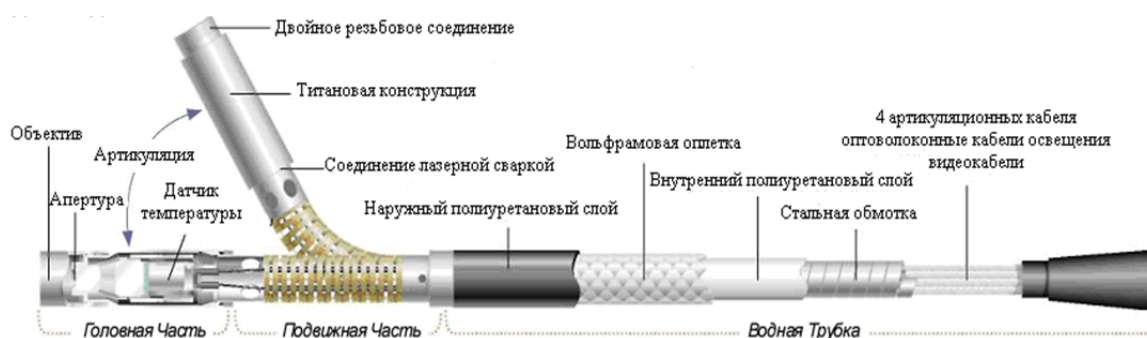


Рис. 7.2. Видеозонд системы EVEREST XLG3

В конце зонда миниатюрная камера преобразует изображение в электронное и передает его через зонд обратно в прибор. Эта система воспроизводит изображение на экране портативного дисплея с органами управления. Никакой фокусировки не требуется, поскольку XLG3 имеет оптическую систему с большой глубиной резкости [1].

Система XLG3 совместима с различными съемными устройствами хранения данных: DVD, картами памяти для подключения к компьютеру, картами памяти цифрового фотоаппарата, портативными накопителями – с любым совместимым, основывающимся на технологии USB или PCMCIA, устройством.

Сменные зонды QuickChange позволяют быстро изменить конфигурацию системы для обеспечения контроля с максимальной производительностью.

При оснащении системы измерительными средствами (оптическими наконечниками) появляется возможность измерять дефекты и геометрические элементы изображения (детали конструкции). Система XLG3 поддерживает три метода измерений, особенности которых представлены в табл. 7.1:

- стереоскопический;
- теневой;
- сопоставительный (метод сравнения).

Таблица 7.1

*Особенности методов измерений,
поддерживаемых видеоэндоскопом EVEREST XLG3*

Параметр	Метод	Теневой	Стереоскопический	Метод сравнения
Длина/расстояние между двумя точками	Да	Да	Да	Да
Глубина	Да	Да	Да	Нет
Расстояние от точки до линии	Да	Да	Да	Да
Наклон	Да	Нет	Нет	Нет
Площадь	Да	Да	Да	Да
Посегментное измерение длины	Да	Да	Да	Да
Измерение при помощи эталонной окружности	Да	Нет	Нет	Да
Окно масштабирования 3 ^x	Да	Да	Да	Да
5 измерений на изображении	Да	Да	Да	Да

Стереоскопический метод

Для стереоскопических измерений требуется использование измерительных наконечников StereoProbe, с помощью которых получают стереоскопические изображения целей – двух изображений одной и той же цели под двумя разными углами. Аналогично устроено и бинокулярное зрение человека. Анализируя взаимное расположение проекций, система решает тригонометрическую задачу и определяет координаты объекта относительно эндоскопа.

Биноккулярным зрением называют способность человека наблюдать объекты двумя глазами и при этом видеть одно четкое (без двоения) изображение. Биноккулярное зрение позволяет человеку чувствовать глубину пространства, т. е. оценивать разноудаленность наблюдаемых предметов, а также делает возможным трехмерное восприятие пространства, что позволяет судить об объеме и рельефности предметов. Эту ценную способность глаза называют пространственным зрением или стереоскопическим эффектом. При биноккулярном зрении основную роль играет глазной базис b , т. е. расстояние между зрительными осями, которое у различных людей колеблется от 52 до 74 мм. Средним или нормальным стереоскопическим базисом считается межзрачковое расстояние, равное 65 мм. Глаза человека смотрят на объект с разных позиций, поэтому изображения одного и того же объемного объекта для каждого глаза человека будут несколько отличаться из-за пространственного сдвига глаз. Например, расстояние между одними и теми же точками объекта A и B в изображениях на сетчатках глаз будет различным, т. е. $S'_л \neq S'_{пр}$ ($B'_л A'_л = S'_л$ и $B'_{пр} A'_{пр} = S'_{пр}$), что можно увидеть из рис. 7.3. Различие левого и правого изображений учитывается в больших полушариях коры головного мозга человека, в результате чего создается ощущение объемности объектов наблюдения [2].

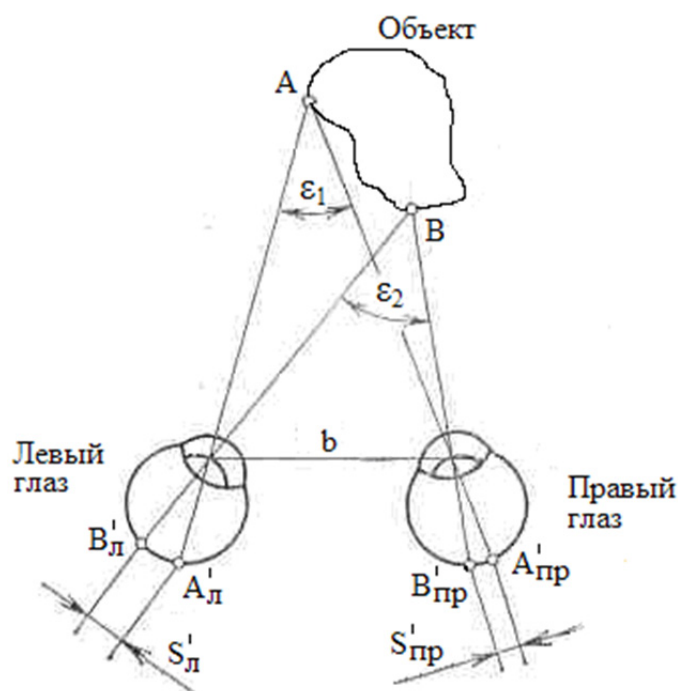


Рис. 7.3. Схема биноккулярного видения объекта

Углы ε_1 и ε_2 , под которыми предметы A и B видны из центров зрачков обоих глаз, называют параллактическими. Чем больше удален от

глаз наблюдаемый предмет, тем меньше параллактический угол. Стереоскопический эффект наблюдается в том случае, если разность параллактических углов $\Delta\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$ будет не менее $10''$ ($10'' = 4,9 \cdot 10^{-5}$ рад). Эту величину называют остротой стереоскопического зрения, или порогом стереозффекта. Разность $(S'_{пр} - S'_{л})$ пропорциональна разности параллактических углов $\Delta\varepsilon$.

При использовании измерительных стереоскопических наконечников StereoProbe в видеоэндоскопе EVEREST XLG3, как и в случае бинокулярного зрения, получают два изображения одной и той же цели под двумя разными углами, как показано на рис. 7.4. Для измерения цели процессор видеоэндоскопа использует триангуляцию на основе двух таких расположенных друг возле друга изображений [1].

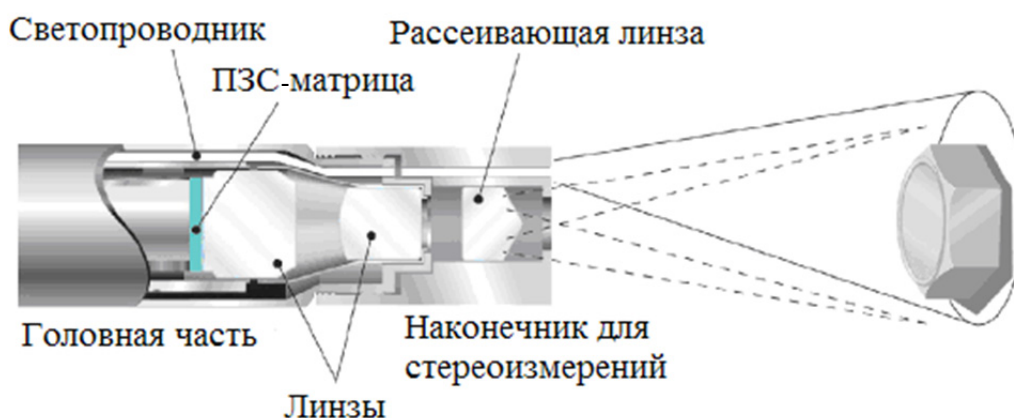


Рис. 7.4. Технология стереоизмерений

Триангуляционный метод контроля основан на расчете искомого расстояния через соотношения треугольника с использованием известных параметров системы. Триангуляционный метод контроля основан на расчете искомого расстояния через соотношения треугольника с использованием известных параметров системы. Треугольник образован отраженным лучом, попадающим на правый объектив стереоскопического наконечника, отраженным лучом, попадающим на левый объектив наконечника, и расстоянием между проекциями изображений с правого и левого объектива, попадающими на ПЗС-матрицу.

Проведем аналогию с триангуляцией в цифровой камере. Камера представляет собой матрицу фоточувствительных элементов, помещенную в фокальной плоскости объектива, на которой формируется изображение. На рис. 7.5 плоскость изображения I (матрица) изображена впереди оптического центра O камеры, так как это не влияет на угловые зависимости, но упрощает запись формул и рисунки.

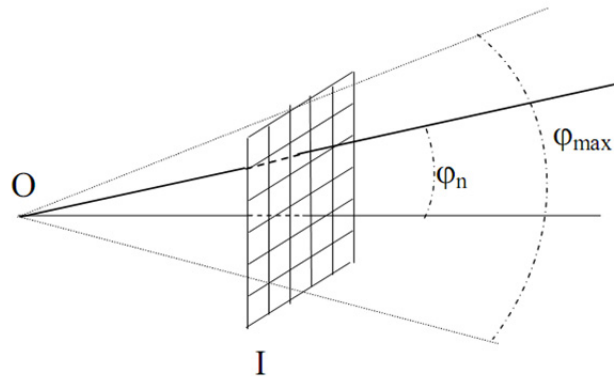


Рис. 7.5. Схематическое изображение отраженного луча, проходящего через n -й пиксель матрицы

Камера характеризуется максимальным углом обзора $\varphi_{\max}$ и количеством пикселей в строке N и столбце $M \sim N$, т. е. количеством фоточувствительных элементов матрицы $M \times N$. Размер каждого фоточувствительного элемента одинаков, и они образуют прямоугольную сетку. Направление луча, проходящего через n -й пиксель, задается углом φ_n , который может быть выражен по формуле (1).

$$\operatorname{tg} \varphi_n = \frac{\operatorname{tg} \frac{\varphi_{\max}}{2}}{N/2} \cdot n. \quad (1)$$

Перейдем теперь к рассмотрению задачи триангуляции.

На рис. 7.6 представлена схема, поясняющая расчет соотношения между стереобазой b и расстоянием d от объекта.

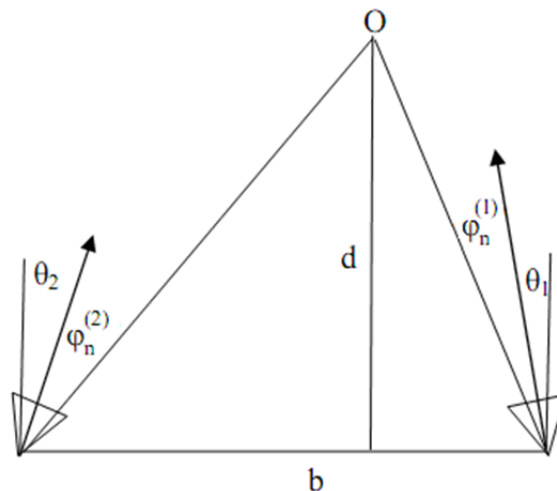


Рис. 7.6. Схема, поясняющая расчет соотношения между стереобазой b и расстоянием d от объекта

Камеры расположены на расстоянии b друг от друга (стереобаза). Направления оптических осей камер задаются углами θ_1 и θ_2 относи-

тельно перпендикуляр к направлению b . Камеры видят точку O объекта соответственно в пикселе n_1 и n_2 , направления на эту точку задаются углами $\varphi_{n_1}^{(1)}$ и $\varphi_{n_2}^{(2)}$ соответственно. Расстояние до точки O от базовой линии b равно d . Обозначая расстояния от первой и второй камер до точки O через a_1 и a_2 , можно записать:

$$d = a_1 \cdot \cos(\theta_1 + \varphi_{n_1}^{(1)}); \quad (2)$$

$$d = a_2 \cdot \cos(\theta_2 + \varphi_{n_2}^{(2)}); \quad (3)$$

$$b = a_1 \cdot \sin(\theta_1 + \varphi_{n_1}^{(1)}) + a_2 \cdot \sin(\theta_2 + \varphi_{n_2}^{(2)}). \quad (4)$$

Избавляясь в этих формулах от a_1 и a_2 , получим:

$$\frac{b}{d} = \operatorname{tg}(\theta_1 + \varphi_{n_1}^{(1)}) + \operatorname{tg}(\theta_2 + \varphi_{n_2}^{(2)}) = \frac{\operatorname{tg}(\theta_1) + \operatorname{tg}(\varphi_{n_1}^{(1)})}{1 + \operatorname{tg}(\theta_1) \cdot \operatorname{tg}(\varphi_{n_1}^{(1)})} + \frac{\operatorname{tg}(\theta_2) + \operatorname{tg}(\varphi_{n_2}^{(2)})}{1 + \operatorname{tg}(\theta_2) \cdot \operatorname{tg}(\varphi_{n_2}^{(2)})}. \quad (5)$$

В нашем случае задача триангуляции идентичная. Вместо двух камер мы имеем два объектива измерительного наконечника StereoProbe. Изображения с левого и правого объектива попадают на ПЗС-матрицу, и система анализирует взаимное расположение проекций. Далее система решает тригонометрическую задачу и определяет координаты объекта относительно эндоскопа.

Стереоизмерительная система не имеет жестких ограничений по расположению эндоскопа относительно объекта. В отличие от других методов, в которых при замере необходимо строго перпендикулярное наблюдение, данная система работает при любом ракурсе наблюдения, под любым углом к объекту. Это позволяет существенно увеличить точность и упростить процедуру измерений.

Система сама распознает координаты точек, видимых левым и правым объективами. Стереоизмерительная система позволяет определять расстояние между любыми двумя точками на видимой поверхности объекта.

Для измерений глубины дефектов в трубах малого диаметра другие методы требуют использования наконечника бокового обзора, что не всегда удобно. Стереоизмерительная система более универсальна. Даже при использовании наконечника прямого обзора диапазон углов наблюдения позволит измерять глубину или высоту дефекта, сохраняя удобство ориентации внутри трубы.

Особенности системы стереоскопических измерений:

- точность измерений изогнутых и косых краев;
- высокая степень достоверности согласования в системе с помощью курсора «match strength» («коэффициент согласования»);
- 5 типов измерений: длина, глубина, кратчайшее расстояние от точки до линии, площадь, посегментное измерение длины.

Примеры стереоскопических измерений с помощью видеоэндоскопа представлены на рис. 7.7.

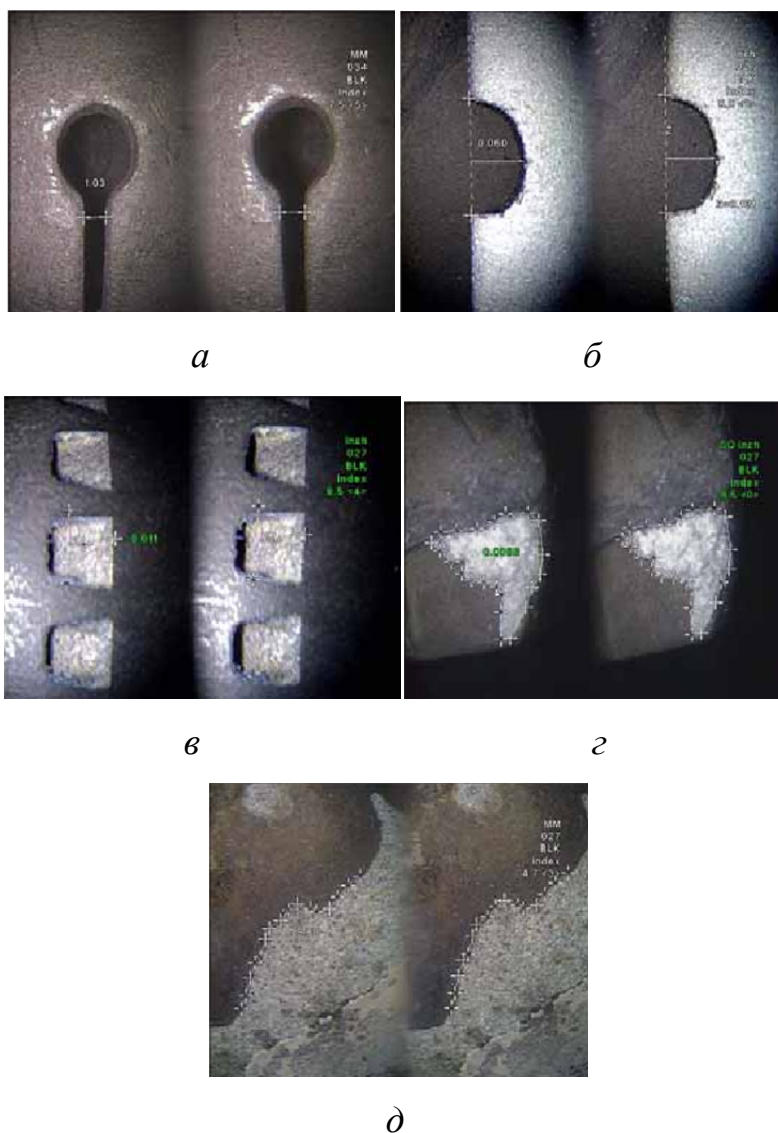


Рис. 7.7. Примеры стереоскопических измерений с помощью видеоэндоскопа:
 а – измерение длины; б – измерение расстояния от точки до линии;
 в – измерение глубины; г – измерение площади; д – посегментное измерение длины

В табл. 7.2 указаны преимущества и недостатки стереоскопического метода измерений размеров дефектов.

Таблица 7.2

*Преимущества и недостатки
стереоскопического метода измерений размеров дефектов*

Тип измерения	Преимущества	Недостатки
Stereo (стереоскопический)	Перед сопоставительными измерениями: – более высокая точность; – не требуется известный эталон; – возможно измерение глубины; – поверхность не должна быть перпендикулярной к линии визирования зонда. Перед теневыми измерениями: – поверхность не должна быть перпендикулярной к линии визирования зонда	Система не может точно позиционировать курсоры при наличии следующих условий на участке измерения: – недостаточное число геометрических элементов; – повторяющиеся узоры; – блики; – гладкие прямые линии вдоль направления измерения. В некоторых случаях возможно устранение проблемы путем перемещения наконечника зонда и регулировки яркости (в противном случае рекомендуется использовать теневой метод измерения)

**Позиционирование стереоскопического наконечника
для стереоскопических измерений**

Для достижения максимальной точности при выполнении любого типа стереоскопических измерений необходимо начинать работу с тщательного позиционирования измерительного наконечника.

Перед «замораживанием» (фиксацией) изображения, предназначенного для стереоскопического измерения, необходимо выполнить позиционирование наконечника зонда, чтобы удовлетворялись следующие критерии:

- видимость. Подлежащий измерению элемент должен быть полностью видимым на обеих сторонах экрана;
- малое расстояние между наконечником и целью. Наконечник размещается как можно ближе к цели и находится в фокусе;
- минимальный блеск. Блеск минимизируется путем регулировки угла наблюдения и яркости изображения на участках, где будут помещены курсоры. Небольшие блестящие пятна не представляют собой проблемы, однако большие блестящие участки могут казаться находящимися в разных позициях на изображениях двух частей экрана, что вызывает ложное согласование;

- вертикальная ориентация. Если измеряется расстояние между линиями или поперек окружности, изображение ориентируется таким образом, чтобы можно было помещать курсоры на левой и правой кромках объекта, который необходимо измерять, – не вверху, внизу или в диагональных точках. Для системы нужны отличительные детали влево и вправо от каждого курсора для точного помещения согласованных курсоров по горизонтали относительно курсоров на левой стороне.

Для каждого курсора, который пользователь размещает на левом изображении во время стереоскопического измерения, система размещает согласованный курсор (matching cursor) на правом изображении для использования в триангуляции.

Необходимо размещать каждый левый курсор на точке изображения (пикселе), которая имеет достаточное число окружающих деталей, чтобы отличать ее от окружающих ее пикселей. Если окружающие пиксели выглядят так же, как и точка, которую выбирает пользователь, то система не может точно позиционировать согласованный курсор. Когда же имеется достаточно отличающихся от выбранной точки деталей, коэффициент согласования (коэффициент соответствия) является высоким. Это означает, что сформированная точка соответствия (эквивалентная точка) согласуется явно лучше, чем окружающие ее пиксели, степень достоверности согласования в системе является высокой. Однако, если отличающихся от выбранной точки деталей недостаточно, коэффициент согласования является низким. Это означает, что формируемая точка и окружающие ее точки согласуются почти одинаково хорошо – согласование не может быть корректным, степень достоверности согласования в системе является низкой.

На рис. 7.8 приведен пример размещения согласованных курсоров при стереоскопическом методе измерения.

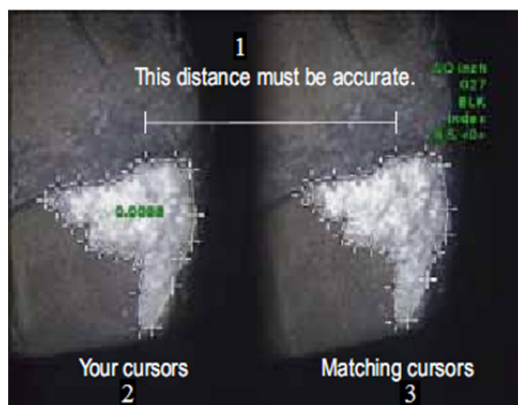


Рис. 7.8. Пример размещения согласованных курсоров:

1 – это расстояние должно быть точным;

2 – размещаемые пользователем курсоры; 3 – согласованные курсоры

Для каждого согласованного курсора система рассчитывает величину коэффициента соответствия между 0 (наименьшая степень достоверности) и 5 (наивысшая степень достоверности). Если имеется слишком мало деталей, система просто не генерирует согласованный курсор. Всякий раз, когда это возможно, необходимо стремиться получить коэффициент соответствия, равный по меньшей мере 3. Если невозможно получить такое значение, нужно попытаться захватить другое изображение с менее гладкой блестящей поверхностью или с большим числом деталей. Для этого нужно попробовать изменять ориентацию наконечника или сделать изображение более ярким.

Приведем пример неудовлетворительных и хороших условий для стереоскопического измерения, причем оба изображения были захвачены для измерения длины поперек прорези.

Пример неудовлетворительных условий для измерения представлен на рис. 7.9:

- объект не полностью виден на правой стороне;
- объект неудовлетворительно освещен (оптический наконечник нужно приблизить к поверхности);
- объект не ориентирован так, чтобы можно было помещать курсоры на левой и правой кромках (границах) круга или зазора (прорези).

Пример хороших условий для измерения представлен на рис. 7.10:

- объект полностью виден на обеих сторонах экрана;
- объект хорошо освещен с минимальным блеском;
- объект ориентирован так, что можно помещать курсоры на левой и правой кромках круга или зазора.



Рис. 7.9. Пример неудовлетворительных условий для стереоскопического измерения



Рис. 7.10. Пример хороших условий для стереоскопического измерения

Система не может точно согласовать точки вдоль гладкой прямой линии. Для измерения вдоль гладкой прямой линии лучше использовать теневое измерение. Если же необходимо использовать стереоскопическое измерение, нужно ориентировать изображение таким образом, чтобы упомянутая линия была вертикальной.

Порядок работы

1. Подготовка зонда к стереоскопическому методу измерения (замена оптического наконечника).

Оптические наконечники ввинчиваются в зонд с помощью двойного комплекта резьбы для предотвращения их выпадения на участке контроля. Каждый оптический наконечник имеет уникальные глубину резьбы, поле зрения и направление обзора.

Для снятия или присоединения наконечников не используйте инструменты. Такое использование (плоскогубцев или других инструментов) может повредить секцию изгиба. Соблюдайте осторожность, чтобы не перепутать резьбу.

Как снять оптический наконечник:

- а) выключите лампу:
 - во время просмотра «живого» изображения нажмите ;
 - отметьте Lamp → OFF;
- б) захватите одной рукой головку, а другой осторожно поверните наконечник против часовой стрелки. Поворачивайте, пока наконечник не станет свободно проворачиваться, это указывает на то, что он вышел из первой резьбы;
- в) осторожно потяните наконечник вперед (от зонда). Продолжайте поворачивать против часовой стрелки и верните его во вторую резьбу. Поворачивайте, пока не сможете извлечь его.

Как присоединить оптический наконечник:

- а) проверьте, чтобы оптический наконечник был чистым;
- б) захватите одной рукой головку зонда, а другой осторожно поворачивайте наконечник по часовой стрелке. Поворачивайте, пока он не станет свободно вращаться, это указывает на то, что он вышел из первой резьбы;
- в) осторожно нажмите на наконечник. Снова поворачивайте по часовой стрелке и верните его во вторую резьбу. Поворачивайте, пока пальцами его нельзя будет повернуть. Затяжка не должна быть слишком тугой. Осторожно потяните наконечник для проверки того, что он надежно присоединен. Если наконечник не вошел во вторую резьбу, поверните его против часовой стрелки для обеспечения зацепления с резьбой.

Для обеспечения точных измерений наконечники должны быть туго затянуты.

Настройки для функции измерения:

- а) нажмите ;
- б) отметьте Setup Menu → Measure;
- в) измените любые требуемые настройки, представленные в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Настройки для измерения

Элемент	Описание
Stereo	Опция Cal info (информация о калибровке) воспроизводит данные калибровки для выбранного наконечника для проведения стереоскопических измерений, включая дату повторной калибровки
Units (единицы измерения)	Inches (дюймы), mm (мм). Определяет, какие единицы измерения должны воспроизводиться
Set Min Index (установить минимальный индекс)	Минимальная величина индекса точности. Если индекс опускается ниже этой величины, он мерцает
Index Display (воспроизведение индекса)	ON (Вкл.), OFF (Выкл.). Определяет, воспроизводится ли индекс точности
User Prompts (подсказки для пользователя)	ON (Вкл.), OFF (Выкл.). Определяет, воспроизводятся ли подсказки в режиме измерения

2. Калибровка измерительного наконечника.

Для калибровки измерительного наконечника StereoProbe:

- а) надежно прикрепите стереоскопический наконечник;
- б) введите наконечник в калибровочный блок, представленный на рис. 7.11;

Калибровочный блок



Поверочные цели внутри блока

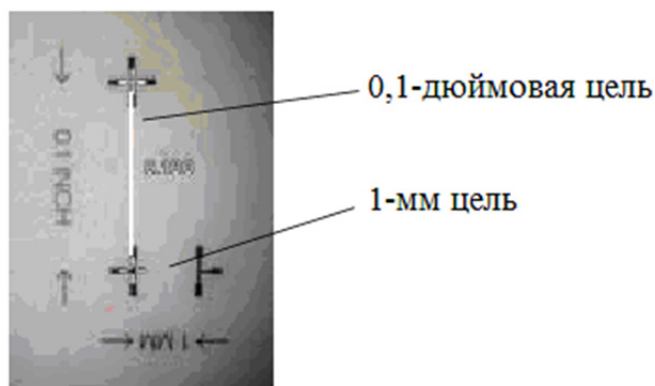


Рис. 7.11. Калибровочный блок

- в) измерьте испытательную цель, соответствующую единице измерения, которую вы используете: дюймы или миллиметры;
- г) оцените полученные вами результаты.

Точность измерения должна составлять $0,100 \pm 0,005$ дюйма ($1,00 \pm 0,05$ мм).

3. Стереоскопические измерения.

Процесс измерения состоит из следующих этапов:

- а) прикрепите стереоскопический наконечник и поверьте его с помощью калибровочного блока, как описано в пп. 1 и 2;
- б) выполните позиционирование измерительного наконечника для максимальной точности;
- в) «заморозьте» изображение, нажав ;
- г) в меню выберите тип измерения и наконечник. Нажмите . Отметьте «измер» и нажмите ;
 - выберите «стерео» → «длина, глубина, кратчайшее расстояние от точки до линии, площадь, посегментное измерение длины» → тип и номер наконечника;
 - нажмите ;
- д) разместите курсоры в левой половине экрана в соответствии с описанием, показываемом на экране. Точность измерения зависит от точного позиционирования всех курсоров. Для наивысшей точности размещения курсоров, активации окна зуммирования, показа увеличенного изображения вокруг активного курсора нажмите ;
- е) контролируйте каждый согласованный курсор, как только он появляется на экране;
- ж) (дополнительно) измените позиции левосторонних курсоров и получите результат измерения. Повторно проверьте согласованные курсоры;
- з) (дополнительно) проверьте точность своего измерения;
- и) сохраните измерение, нажав .

Стереоскопические изображения сохраняются без окон зуммирования, границ и некоторой другой экранной графики. За счет этого для измерения можно вызывать из запоминающего устройства большее число изображений.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность стереоскопического метода измерений?
2. Особенности системы стереоскопических измерений.
3. Назовите критерии, необходимые для достижения максимальной точности при позиционировании измерительного накопчика для стереоскопического измерения.
4. Порядок измерения геометрических элементов изображения и дефектов стереоскопическим методом с помощью видеоэндоскопа EVEREST XLG3.
5. Назовите преимущества и недостатки стереоскопического метода измерений размеров дефектов.

Содержание отчета

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Применяемое оборудование.
4. Порядок выполнения работы.
5. Результаты выполнения работы (сохраненные изображения участков контроля, акт).
6. Ответы на вопросы.
7. Выводы о проделанной работе.

Список литературы

1. Система видеоэндоскопа EVEREST XLG3 VideoProbe System: рук. по эксплуатации. – [Б. м.]: General Electric Company, 2006. – 127 с.
2. Теория оптических систем и оптические измерения: учеб. / Н.П. Гвоздева, К.И. Коркина. – М.: Машиностроение, 1981. – 384 с.
3. ГОСТ 24521–80. Контроль неразрушающий оптический. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 6 с.
4. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий: в 2 кн. – Кн. 1 / под ред. В.В. Ключева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1996. – 488 с.
5. Инструкция по визуальному и измерительному контролю: РД 03-606-03. – Серия 03. Вып. 39 / Колл. авт. – М.: ФГУП «НТЦ по безопасности в промышленности», 2005. – 104 с.
6. Чуриловский В.Н. Теория оптических приборов // серия «Выдающиеся ученые ИТМО». – СПб.: СПбГИТМО (ТУ), 2001. – 274 с.

(организация)

**АКТ № ____ от _____
визуального и измерительного контроля**

1. В соответствии с нарядом-заказом (заявкой) _____
(номер)

выполнен _____
(указать вид контроля: визуальный, измерительный)

контроль _____
(наименование и размеры контролируемого объекта,

шифр документации, ТУ, чертежа; плавка (партия), номер объекта контроля)

Контроль выполнен согласно _____
(наименование и (или) шифр

технической документации)

2. При контроле выявлены следующие дефекты _____
(характеристика дефектов

(форма, размеры, расположение и (или) ориентация для конкретных объектов))

3. Заключение по результатам визуального и измерительного контроля _____

Контроль выполнил _____

(уровень квалификации, № квалификационного удостоверения)

(фамилия, инициалы, подпись)

**Руководитель работ по визуальному
и измерительному контролю**

(фамилия, инициалы, подпись)

Лабораторная работа № 8

ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ДЕФЕКТОВ ТРУДНОДОСТУПНЫХ МЕСТ С ПОМОЩЬЮ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ SRVISION

Цель работы: приобрести практические навыки измерения геометрических элементов и дефектов в труднодоступных местах с помощью лицензионного программного обеспечения SRVISION.

Применяемое оборудование: пакет ПО SRVISION.

1. Теоретические сведения

ПО SRVISION, показанное на рис. 8.1, представляет собой программное обеспечение, предназначенное для работы с отдельными изображениями, сериями изображений в составе одного документа, видеофрагментами и звуковыми комментариями. SRVISION обеспечивает широкие возможности для проведения ручных измерений, редактирования изображений, нанесения на них графики. Программа отличается высоким быстродействием, удобством и простотой.



Рис. 8.1. Программное обеспечение для архивации изображений и измерения дефектов SRVISION

Одним из главных плюсов этой программы является создание проектов. Проект – это мощный инструмент, который собирает все результаты наблюдения: снимки, голосовые комментарии и видео в одной цифровой базе данных. Вместе с механизмом описательных модулей это дает возможность проводить полный анализ по всем параметрам для каждого снимка. Возможна передача проекта другим пользователям, печать изображений, экспорт одного или нескольких снимков в MS Word, Adobe Acrobat, ITDF-формат. Окно управления проектом включает в себя «Название проекта», «Информацию о проекте», «Изображения проекта», «Видео проекта», «PDF» и «Поиск», в соответствии с рис. 8.2.

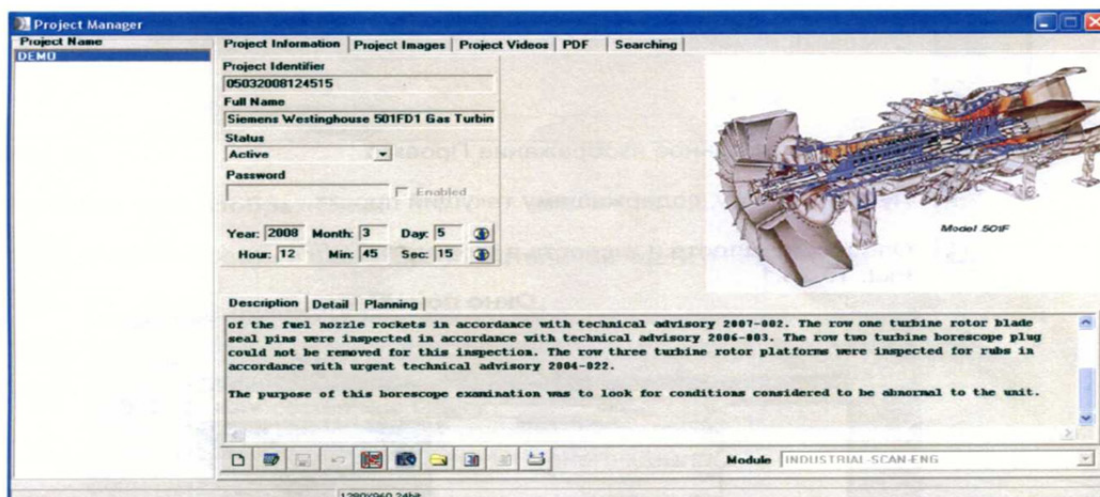


Рис. 8.2. Окно управления проектом

Простое управление, показанное на рис. 8.3, позволяет практически нажатием одной кнопки редактировать параметры проекта.

Редактор параметров проекта

-  Создать новый проект
-  Редактировать параметры проекта
-  Сохранить изменения
-  Отменить изменения
-  Удалить проект
-  Добавить титульное изображение Проекта
-  Путь к каталогу, содержащему текущий проект
-  Операции импорта и экспорта в формате ITDF

Рис. 8.3. Редактор параметров проекта

С помощью окна изображений работа с сериями изображений и результатами анализа в составе проекта становится более простой и экономит время, как показано на рис. 8.4 и 8.5.

Расширенный набор инструментов для ручных и автоматических измерений размеров дефектов, согласно рис. 8.6, позволяет применять программу для решения широкого спектра задач:

- работа с цветом;
- линейные измерения: прямая, ломаная, произвольная линия, расстояние от точки до линии;
- угловые измерения;
- оптические параметры: яркость, контрастность, оптическая плотность, инверсия;
- различные варианты калибровки системы для измерений;
- цифровое увеличение отдельных зон контроля.

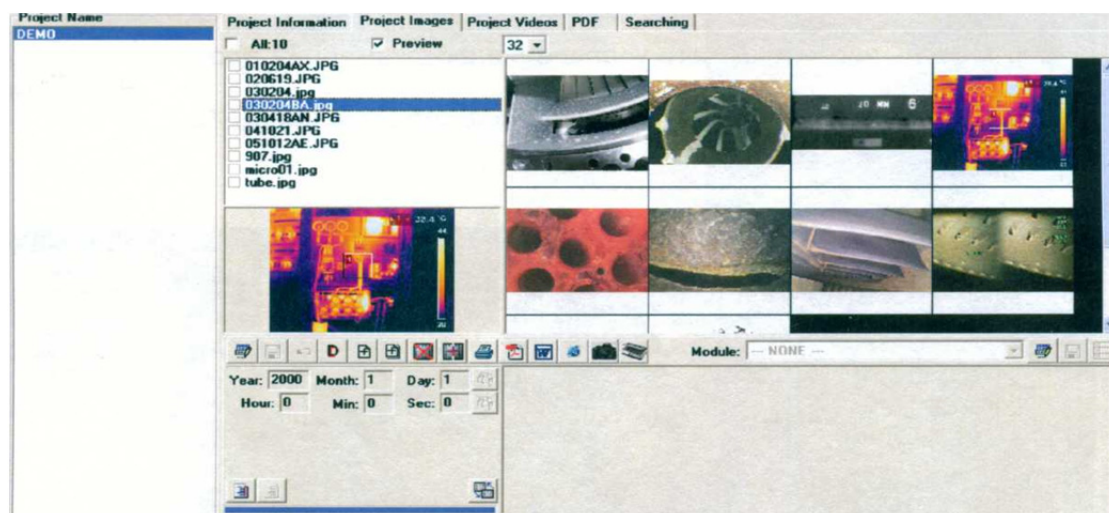
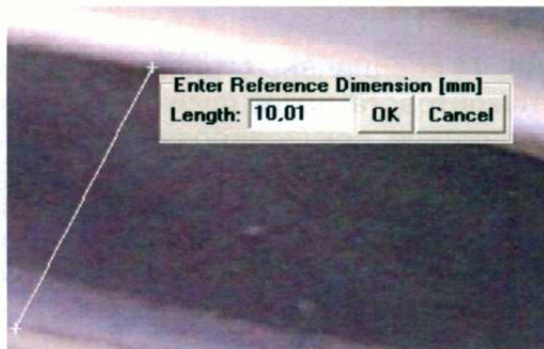


Рис. 8.4. Окно изображений проекта

Функции окна изображений

-  Редактировать параметры описательной части изображения
-  Сохранить параметры
-  Отменить изменения
-  Добавить изображение в Проект
-  Добавить все изображения из указанного каталога
-  Удалить изображение/помеченные изображения из текущего
-  Объединить два помеченных изображения для сравнения
-  Распечатать помеченные изображения
-  Экспорт помеченных изображений в формат Adobe Acrobat
-  Экспорт помеченных изображений в формат MS Word

Рис. 8.5. Функции окна изображений



-  Открыть файл изображения
-  Определение эталонного размера
-  Измерение расстояния точка-точка
-  Измерение длины ломанной
-  Измерение расстояния от точки до линии
-  Измерение площади
-  Угловые измерения

Рис. 8.6. Инструменты для ручных и автоматических измерений

2. Выполнение измерений

Для выполнения измерений преподаватель выдаст фотографию дефекта, размеры которого необходимо узнать.

Рис. 8.7. Окно создания проекта

Работа начинается с запуска программы: «Пуск/Программы /EVInt/SRVISION».

Шаг 1. Вписать имя и описание проекта, затем нажать «Далее», как показано на рис. 8.7.

Шаг 2. Добавить необходимое изображение в проект. Открыть созданный проект и в появившемся окне выбрать вкладку «Изображения проекта». Откроется окно «Обработка изображения», показанное на рис. 8.8, где собственно и проводится исследование объекта по его изображению.

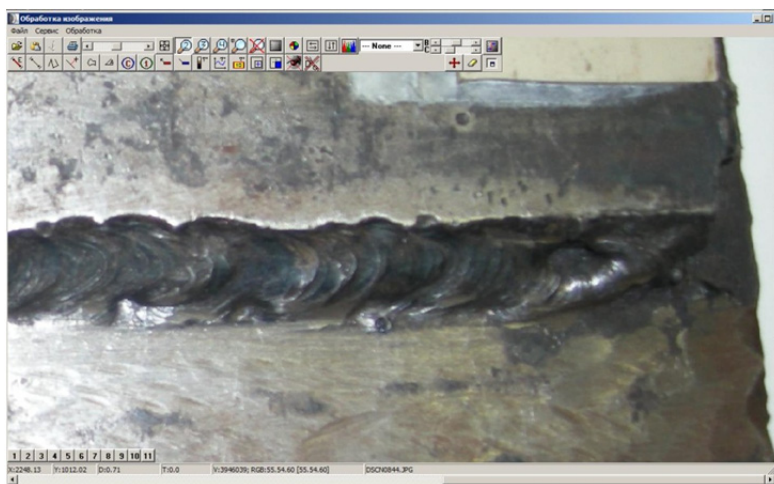


Рис. 8.8. Окно обработки изображения



Рис. 8.9. Окно размеров объекта и его частей

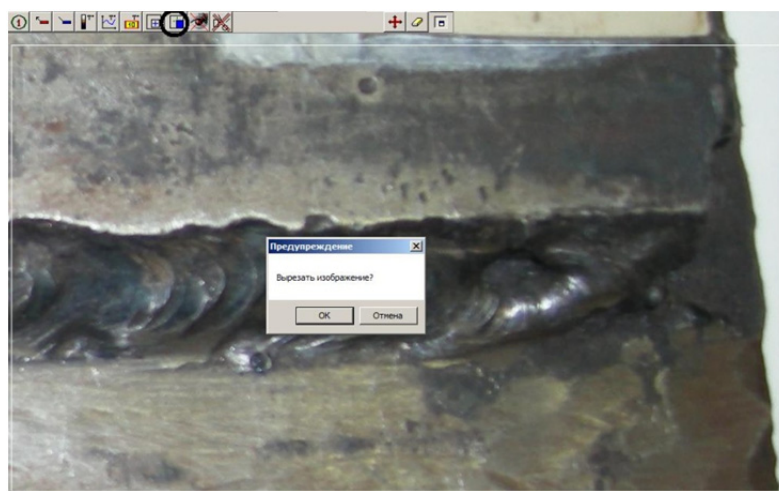


Рис. 8.10. Окно исследуемой области

Шаг 3. Задать масштаб изображения, для того чтобы программа выдавала действительные размеры объекта и его частей. Для этого нажать кнопку «Размер для ссылки» и двумя точками задать на изображении отрезок известной длины, затем ввести размер и нажать «Ок», как показано на рис. 8.9.

Теперь необходимо вырезать исследуемую область изображения, согласно рис. 8.10. Для этого нажать кнопку «Вырезать изображение» (выделить область и нажать «Ок»).

Шаг 4. Затем с помощью кнопок «Измерение расстояния от точки до точки», «Измерение длины ломаной», «Измерение расстояния от точки до линии», «Измерение площади многоугольника», «Угловые измерения» определить все необходимые параметры объекта или дефекта на нем, в соответствии с рис. 8.11.

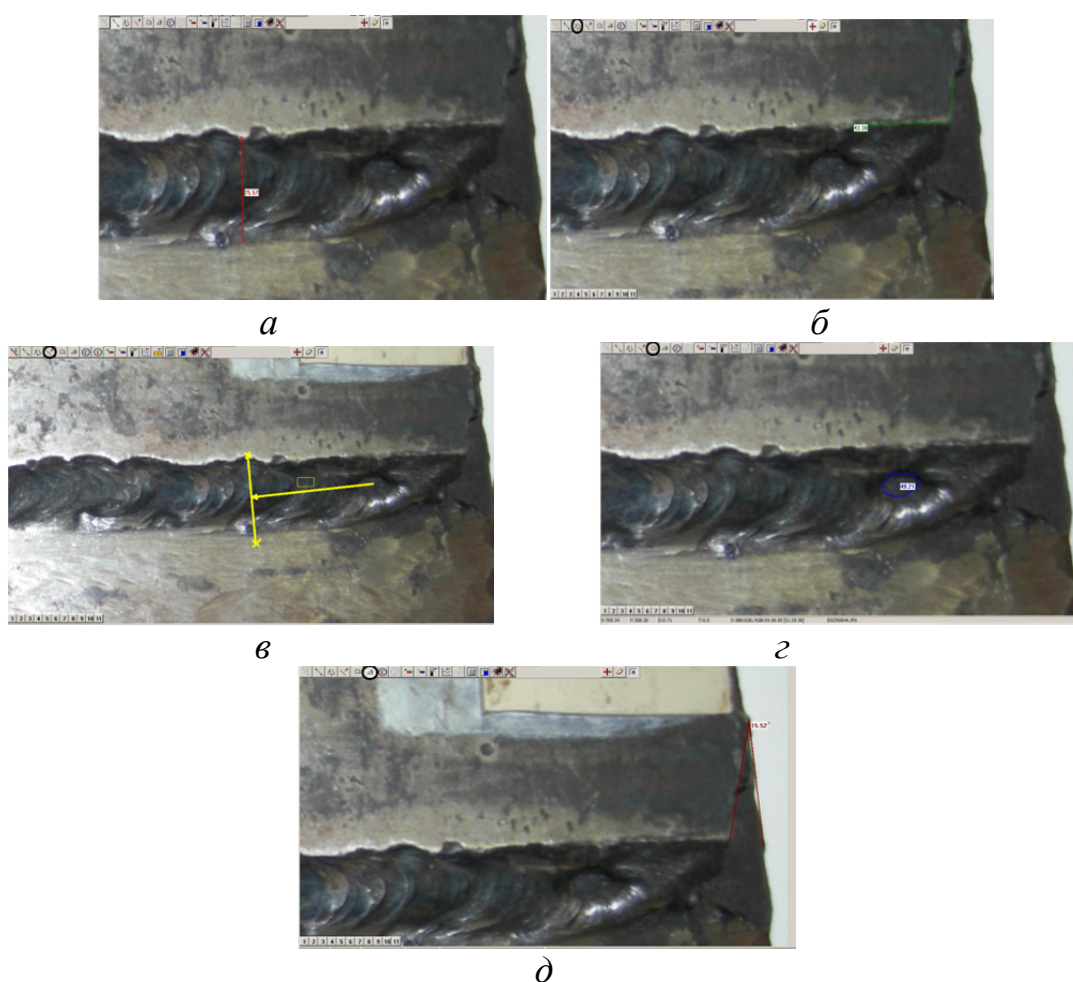


Рис. 8.11. Измерения параметров объекта и дефекта на нем:
 а – измерение расстояния от точки до точки; б – измерение длины ломаной;
 в – измерение расстояния от точки до линии; г – измерение площади
 многоугольника; д – угловые измерения

Шаг 5. Выполнив все измерения, данные можно сохранить в документе MS Word, как показано на рис. 8.12. Для этого необходимо зайти в меню «Сервис/MS Word» и сохранить документ в нужную папку.

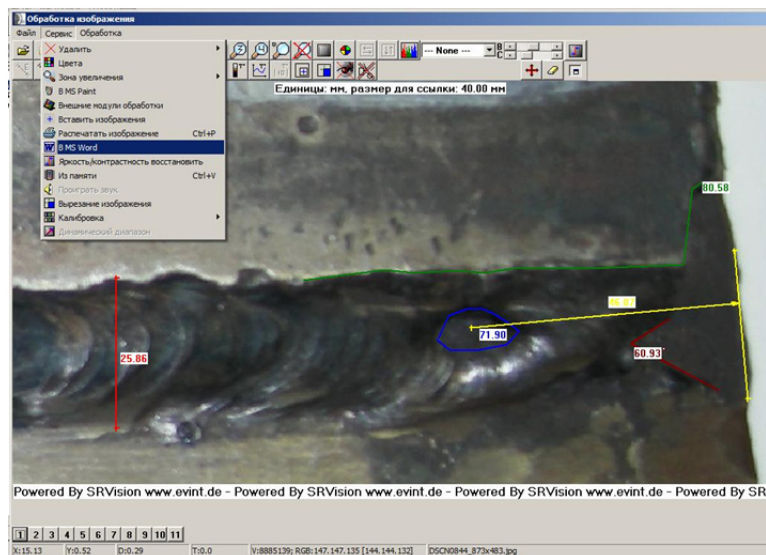


Рис. 8.12. Окно сохранения данных в MS Word

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Полученные в ходе работы результаты измерений.
4. Выводы.

Die laborarbeit № 9

MESSUNG DER GEOMETRISCHEN ANZEIGEELEMENTEN UND DEFEKTEN MIT DER HILFE DES VIDEOENDOSKOP EVEREST XLG3

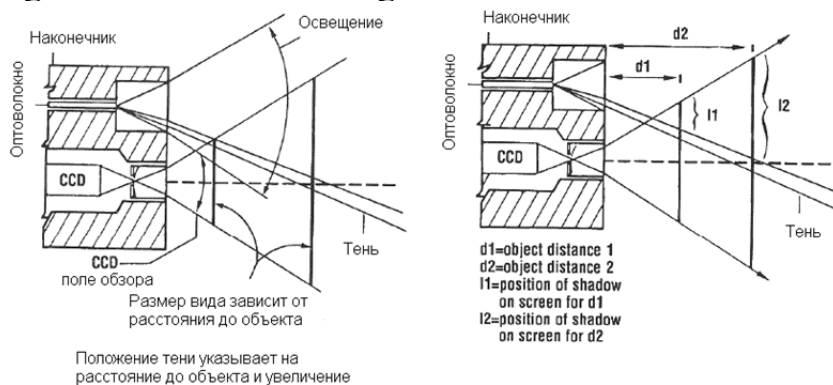
Ziel der Arbeit: Geometrieelementenmessungserfahrungen und Defekten in der Befahrbarstelle mit der Hilfe des Videoendoskop EVEREST XLG3 und Schattenmethode sammeln.

Kurze theoretische Angaben:

Im Videoendoskop realisiert man drei Messungsregime: Schatten (Shadow Probe), Stereoskopisch (Stereo Probe) und Gegenüberstellen (Vergleichsmethod).

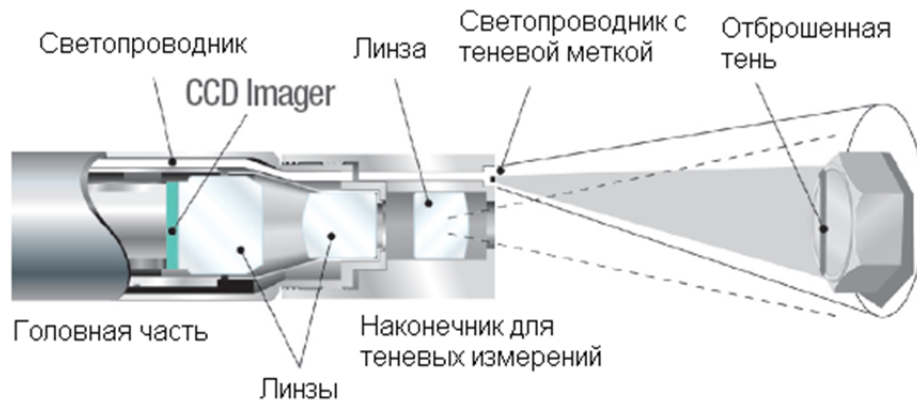
1. Schattenmessungen

Schattenmessungenprinzip besteht im Schattenabbrechen die ausätzende Linie auf dem Meßspitze an der untersuchende Fläche und in die Messung der Schattenaufstellung im Blickfeld (Zeichnung 2 und 3). Bei der Entfernungverkleinerung vom Meßspitze bis Objekt Schatten bewegt sich von rechts nach links durch das Build und die Schattenqueranordnungsmessung gibt Entfernung bis Objekt. Dann Nutzer ordnet zwei Cursors an über das Build für die Ablesung des messenden Buildes. Exaktheit beträgt $\pm 10\%$ und in der Idealbedingungen kann man $\pm 2\%$ sein. System Shadow Probe kann am verzerrten (assymetrischen) Build arbeiten Eingang vorbehalten, dass die Messungen machen man entlang Linie die Schatten werfen.



Build 9.1. Schema der Schattenmetodeprinzip

Videoendoskopsystem EVEREST XLG3 im Schattenmessungsregime gibt eine Möglichkeit um folgenden Angaben der Defektarbeitsgebieten zu schätzen: Tiefe, Entvernung von Punkt bis Linie, halbmondförmige Längemessung, auch Messungen in der Anzugfläche und mit der Hilfe des Etalonkreises.



Build 9.2. Tehnologie der Schattenmessungen

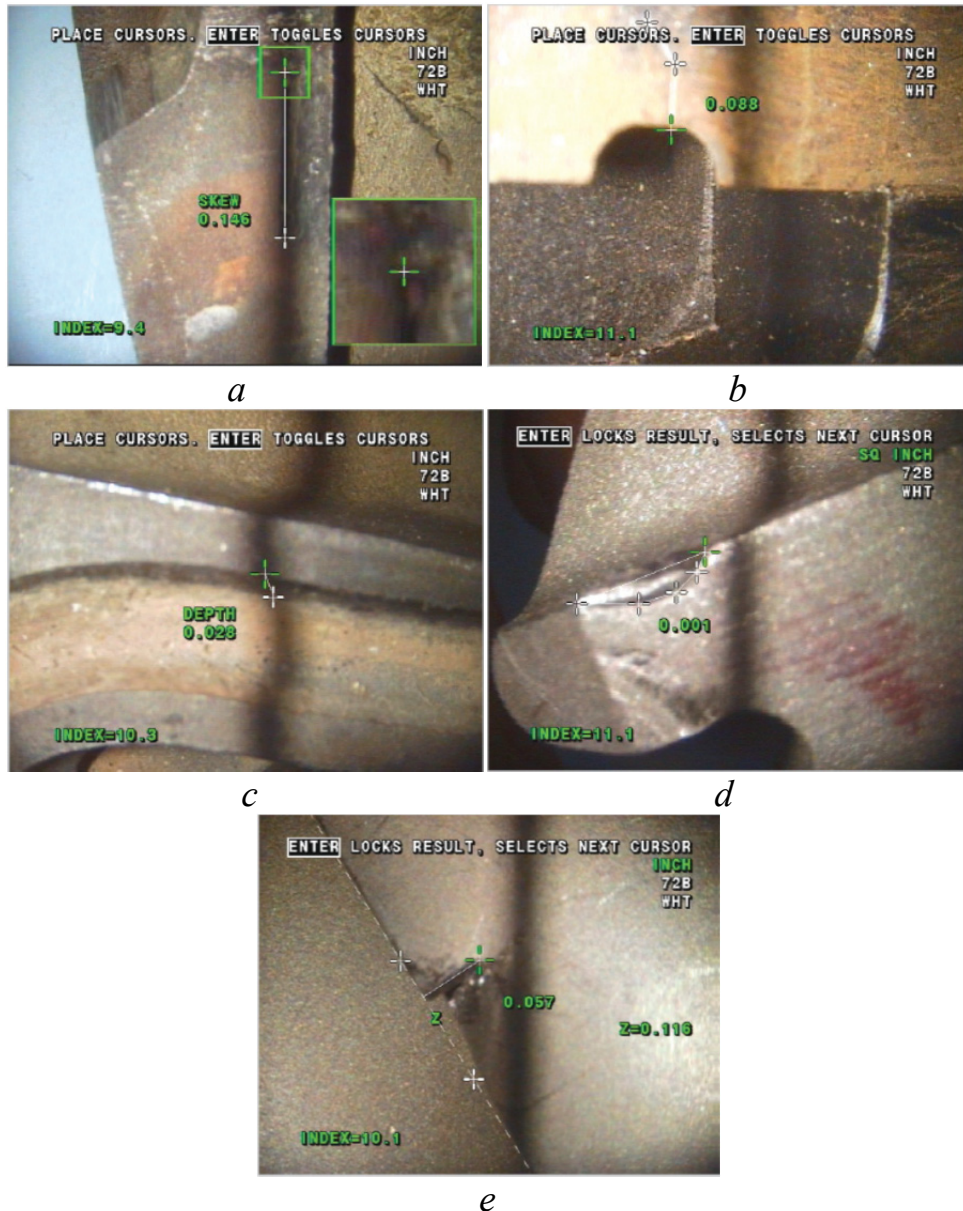
Schattenmessungenerfüllung

Schattenmessungen fordern die Meßspitzeanwendung ShadowProbe, die den Schatten auf das Ziel werfen. Für die Zielmessung Systemprozessor nutzt die Dreiecksmessung auf Grundlage der Schattenposition aus. Schattenmessungen kann man auf dem „eingefrorenen“ Build machen oder auf heraufrufen aus den Speicher Build, das im Meßregime erhalten wurde. Es ist notwendig für maximale Exaktheit bei der Erfüllung den beliebigen Typ der Schattenmessung eine Arbeit beginnen von der sorgfältigen Positionieren den Meßspitze für die Schattenmessungen.

Positionieren der Schattenspitze für das Builderhalten bei Schattenmessungen

Es ist notwendig, vor „der Bildeinfrieren“, die für die Schattenmessungen vorherbestimmt, Sondespitze positioniert zufolge der folgenden Kriterien:

- Entfernung zwischen der Spitze und dem Ziel – Meßspitze befindet sich am nächsten bis zu der Fläche, dabei sieht man ganz Element, der braucht man messen. Messungen können erfüllen, sogar falls Meßspitze ist so nah, dass das Build nicht im Fokus erscheint, bis geometrischen Elementen des Buildes sind scharf für das exakte Cursoraufstellen. Besonders für die Tiefemessungen der Meßspitze muß befindet sich am nächsten bis zu der Schattenabknickung, dass die System genau gehoben und vertieften Fläche unterscheiden können.
- Senkrechte Fläche – in bezug auf sie gibt es zwei Kriterien:
 - 1) die Schatten ist geradlinig sowohl hinauf als auch hinunter, das hinweist man auf so, daß die Fläche ist die Vertikale entlang senkrecht dem Sondesichtfeld;
 - 2) solche Merkmalen, wie Beleuchtung und Aussicht anzeigen, daß die Fläche senkrecht dem Sondesichtfeld auch entlang Waagerechte ist.
- Nähe der Schatten dem Element – Schatten ist in der Nähe und in derselben Fläche wie und das Element, daß Sie messen können.



Build 9.3. Beispiel der Schattenmessungen:

- a – Messung in der Anzugfläche mit der Hilfe der Vergrößerung;*
- b – halbmondförmige Längemessungen; c – Tiefemessungen;*
- d – Flächeninhaltsmessungen; e – Entvernung von Punkt bis Linie*

2. Arbeitprogramm

1. Die Begehung der stumpfen Leitungsschweißung ausführen (oder anderes Objekt).
2. Ausführen und zeigen Messungen 2–3 defekten Schweißnahtabschnitte mit der Hilfe der Methode, die der Lehrer zeigt.
3. Erhalten die eingegangenen Meßresultaten an abnehmbaren Abspeichernaufbau.

4. Ausführen der Qualitätsbewertung der stumpfen Schweißung auf Grund entsprechendes Normativdokument und einen Akt ausfertigen.
5. Ordnung der Erfüllung.
6. Sondenvorbereitung zu der aktivierten Meßmethod.

Ersetzen des Meßspitzes

Optischspitzen einschraubt man in die Sonde mit der Hilfe des Gewindedoppelsatzes für die Verhütung ihren Ausfallen am Kontrollegebiet. Jeder Optischspitze hat einzigartige Schärfentiefe, Blickfeld und Übersichtrichtung.

Warnung. Für die Abnahme und Anschließen der Spitzen wenden Sie Instrumenten nicht an. Solche Anwendung kann die Sektionbeugung beschädigen. Einhalten Vorsicht, um die Gewinde nicht zu verwirren.

Wie kann man den Optischspitze abnehmen:

1. Drehen Sie die Lampe ab (ergänzend):
 - während der Abtastung des Buildes drücken Sie auf ;
 - anmerken Sie Lamp → OFF.
2. Nehmen Sie mit einer Hand den Kopfstück, mit anderer drehen vorsichtig den Spitze gegen den Stundenzeiger um. Drehen Sie um, bis der Spitze wird frei sich umdrehen, diese hinweist an das, dass er aus erste Gewinde aussteigen.
3. Vorsichtig ziehen Sie den Spitze vorwärts (von der Sonde). Drehen Sie den Stundenzeiger um weiter und einschrauben ihn in zweite Gewinde. Drehen Sie um, bis können Sie ihn ausziehen.

Wie kann man den Spitze anschließen:

1. Prüfen Sie, dass der Spitze sauber war.
2. Nehmen Sie mit einer Hand den Kopfstück, mit anderer drehen vorsichtig den Spitze den Stundenzeiger entläng um. Drehen Sie um, bis der Spitze wird frei sich umdrehen, diese hinweist an das, dass er aus erste Gewinde aussteigen.
3. Vorsichtig drücken Sie auf den Spitze. Abermals drehen Sie den Spitze um den Stundenzeiger entlang und einschrauben ihn in die zweite Gewinde. Drehen Sie um, bis man soll nicht den Spitze umdrehen. Einziehen muß nicht so eng sein. Wenn der Spitze in die zweite Gewinde nicht einzeigen, so drehen Sie um den Stundenzeiger gegen für die Eingriffssicherstellung mit der Gewinde.

Bemerkung. Für die Sicherstellung der exakten Messungen die Spitzen müssen eng festschnüren sein.

Abgleichen für die Messfunktionen:

1. Drücken Sie auf .
2. Anmerken Sie Setup Menu → Measure.
3. Ändern jede nötige Bemerkungen.

Element	Beschreibung
Stereo	Option Cal info (Information über Kalibrieren) anfüllt diese Kalibrierdaten für den wählenden Spitze um die Stereoskopischmessungen durchzuführen, einschließlich das Datum der wiederholten Kalibrieren
Shadow	Option Cal info (Information über Kalibrieren) anfüllt die Kalibriertdaten für den wählenden shadow-Spitze, einschließlich das Datum der wiederholten Kalibrieren
Units (Messeinheit)	Inches (Zoll), mm. Beschließt, welche Messeinheiten müssen anfüllen
Set Min Index (einführen Minimallindex)	Minimallgröße der Präzisionindex. Wenn Index niedriger diese Größe heruntersteigt, so flimmert er
Index Display (Indexwiedergabe)	ON, OFF. Nachweist, ob der Index genau anfüllt
User Prompts (Vorsagen für die Benutzer)	ON, OFF. Nachweist, ob die Vorsagen in der Meßregime anfüllt

3. Kalibrieren (Verifizierung) des Meßspitzes

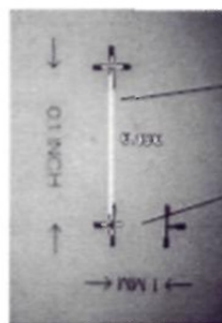
Für die Verifizierung des Meßspitzes ShadowProbe oder StereoProbe muß man:

1. Befestigen Sie den Schattenspitze oder Stereoskopischspitze.
2. Hineinführen Sie den Spitze in Kontrollkamera.
3. Messen Sie das Versuchsweiseziel, das der Meßeinheit entspricht: Zoll oder Millimeter.
4. Bewerten Sie eingegangenes Resultat.
Meßgenauigkeit muß $0,100 \pm 0,005$ Zoll ($1,00 \pm 0,05$ mm) sein.

Блок верификации измерения



Поверочные цели внутри блока

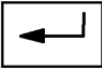


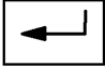
0,1-дюймовая цель

1-мм цель

Build 9.4. Verifizierungsblock der Abmessungen

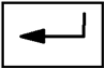
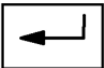
3.1. Schattenmessungen

1. Erfüllen Sie die Einfahren des Sondespitzes für die Versorgung der maximalen Exaktheit.
2. «Einfrieren» Sie das Build, drücken auf .
3. Bemerken den Meßtyp und den Spitze. Drücken Sie auf .

Bemerken «измер» und drücken auf .

Wählen «тень» → linear (Abstand zwischen zwei Objekten), in der Anzugsfläche, Tiefe, kürzste Abstand von Objekt bis Linie, Inhalt, Messung mit der Hilfe des Vergleichskreises → BLU SIDE 207.

Drücken Sie auf.

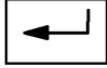
4. Wenn die senkrechte punktierte Linie sich zeigt, so unterbringen Sie in den Schattenzentrum und drücken auf .
5. Anordnen Sie die Kursoren so: vereinigen die erste Kursor mit dem Defektbord und drücken auf .

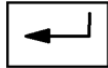
Der zweite Kursor vereinigen mit der verlangenden Meßstelle. Meßgenauigkeit abhängen von der exakte Positionierung allen Kursoren. Für die beste Exaktheitanordnung der Kursoren drücken Sie auf , für die Aktivieren des Pfeifenfensters drücken noch ein Mall.

6. Machen Sie wiederholte Kursorenpositionierung und bekommen die Messergebnis.
7. Erhalten Sie das Build. Drücken Sie auf .

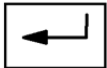
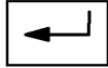
3.2. Vergleichsanalyse Messungen

1. Anschließen Sie zu Sonde jede einheitliche Sonde die vordere oder seitliche Übersicht.
2. Machen Sie Spitzepositionierung für maximale Exaktheit:
 - die Fläche muss senkrechte der Zielenlinie aussehen;
 - das Ziel und bekannte Objekt müssen in ein und derselbe Blickfeld und in einer Fläche sein;
 - Spitze muss in der Nahe mit dem Ziel sein.

3. Wenn das Ziel und Stützobjekt haben kleine Größe, so kann man sie vergrößern durch Funktion «zoom in». Drücken Sie , bis bekannter Objekt und das Ziel nicht füllen den Bildschirm.
4. «Einfrieren» Sie das Build, drücken Sie auf .
5. Anmerken Sie den Messtyp.
Drücken auf .

Anmerken «измер» und drücken .

Wählen Sie «сравнит» → Abstand zwischen zwei Objekten, in der Anzugsfläche, Tiefe, kürzste Abstand von Objekt bis Linie, Inhalt, Messung mit der Hilfe des Vergleichskreises.

6. Herstellen Sie Stützabstand. Anordnen Sie zwei Stützkursoren an den endlichen Stellen des bekannten Abstand. Drücken Sie auf  während 1–2 Sekunde. Dann regulieren Sie anfühlende Zahl, bis sie wird dem solchen Abstand entsprechen.
7. Anordnen Sie Kursoren für das geometrische Bauelement oder Defekt, der Sie messen wollen. Drücken auf .
8. Ändern Sie Kursosposition und Sie bekommen das Messresultat.
9. Erhalten das Build. Drücken auf .

Учебное издание

КАЛИНИЧЕНКО Николай Петрович

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ВИЗУАЛЬНО-ОПТИЧЕСКОМУ КОНТРОЛЮ

Учебное пособие

Научный редактор
*доктор технических наук,
профессор О.А. Сидуленко*

Выпускающий редактор *Т.С. Савенкова*
Редактор *Е.А. Тетерина*
Компьютерная верстка и дизайн обложки
О.Ю. Аршинова

Подписано к печати 21.05.2012. Формат 60х84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл. печ. л. 6,63. Уч.-изд. л. 6,00.
Заказ 668-12. Тираж 100 экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Издательства Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru