

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ контроля формы труднодоступной поверхности детали с использованием системы контроля, заключающийся в том, что осуществляют подсветку белым светом посредством источника белого света, установленного в системе контроля с обеспечением навигации по траектории доставки исполнительный части системы контроля, и доставку к труднодоступной детали оборудования исполнительный части системы контроля, снабженной миниатюрной стереокамерой, при этом производят передачу излучения белого света по оптоволокну белого света, на выходе из оптоволокну белого света располагают первую линзу для формирования заданной индикатрисы освещенности объекта контроля, после завершения доставки исполнительный части системы контроля осуществляют выключение или приглушение белого света и формирование лазерного излучения, передаваемого по оптоволокну лазерного светового потока, при этом на выходе из волокна лазерного светового потока располагают вторую линзу с обеспечением сходимости лазерного потока, с использованием дифракционного оптического элемента, расположенного на расстоянии от второй линзы, обеспечивающим заданную ширину пучка лазерного светового потока, формируют на труднодоступной поверхности детали изображение с мелкими лазерными пятнами интенсивности с обеспечением получения стереоскопического изображения труднодоступной поверхности детали с использованием миниатюрной оптической стереоскопической камеры при проецировании на труднодоступную поверхность детали лазерного изображения с мелкими пятнами интенсивности, полученное стереоскопическое изображение передают в обрабатывающий микроконтроллерный блок, с использованием средств обработки данных микроконтроллерного блока производят восстановление трехмерной труднодоступной поверхности, при этом используют лазерные пятна интенсивности на паре плоских изображений, для

автоматической идентификации одинаковых точек пространства объектов на стереоизображениях с заданной степенью достоверности.

2. Способ по пункту 1, отличающийся тем, что обеспечивают доставку к детали оборудования, расположенной внутри оборудования.

3. Способ по пункту 1, отличающийся тем, что получают стереоизображения с различных ракурсов, и обеспечивают трехмерное восстановление труднодоступной поверхности для различных ракурсов и дополнительное трехмерное восстановление труднодоступной поверхности детали путем совмещения трехмерных моделей, соответствующих парам плоских изображений, полученных с различных ракурсов.

4. Способ по пункту 1 или 2, отличающийся тем, что для выявления несплошностей труднодоступной поверхности детали производят сравнение трехмерной модели, полученной по результатам восстановления с эталонной моделью и, для выявленных несплошностей определяют геометрические параметры несплошности, в частности - площади, длины и ширины и глубины.

5. Способ по пункту 1 или 2, производят сравнение трехмерной модели, полученной по результатам измерений с эталонной моделью и при наличии расхождений определяют величину расхождений: величину износа, эррозионные повреждения, потерю толщины детали, искривление формы, деформация, поверхностные дефекты, отсутствие или частичный обрыв отдельных элементов конструкции, отслоение, излом, прогар, разрушение, наличие коррозионных повреждений, наличие отложений.

6. Способ по пункту 1 или 2, отличающийся тем, что для перемещающейся детали измеряют период перемещения детали относительно исполнительной части системы контроля и осуществляют импульсную подсветку изделия лазерным излучением с установленными периодом следования и длительностью импульсов лазерного излучения с обеспечением избегания смазывания на изображении стереопар.

7. Способ по пункту 1 или 2, отличающийся тем, что обеспечивают артикуляцию исполнительной части системы контроля с использованием механической передачи перемещения органов управления к исполнительной части системы контроля, при этом механическая передача обеспечивается тросами, выполненными с возможностью передачи углового перемещения исполнительной части системы контроля в двух взаимноортогональных направлениях.

8. Устройство для контроля формы труднодоступной поверхности детали, содержащее измерительную головку, прикрепленную к гибкому или жесткому средству доставки, линии питания и передачи данных, а также оптоволокну белого света и оптоволокну лазерного светового потока, при этом, на входе оптоволокну белого света размещен управляемый источник белого света, на входе оптоволокну лазерного потока размещен управляемый источник лазерного излучения, на выходе оптоволокну белого света, расположена первая линза, размещенная в измерительной головке, выполненная с возможностью формирования заданной индикатрисы освещенности объекта контроля, на выходе оптоволокну лазерного излучения расположена вторая линза, размещенная в измерительной головке, выполненная с возможностью обеспечения сходимости лазерного потока, а также расположенного на расстоянии от второй линзы, обеспечивающего заданную ширину пучка лазерного светового потока, дифракционного оптического элемента, выполненного с возможностью формирования на труднодоступной поверхности детали изображение с мелкими лазерными пятнами интенсивности, в измерительной головке также размещена миниатюрная оптическая стереоскопическая камера с обеспечением получения стереоскопического изображения труднодоступной поверхности детали с использованием при проецировании на труднодоступную поверхность детали лазерного изображения с мелкими пятнами интенсивности, и обрабатывающий микроконтроллерный блок, выполненный с возможностью восстановления трехмерной труднодоступной поверхности

по изображению со стереокамеры с использованием лазерных пятен интенсивности на паре плоских изображений для автоматической идентификации одинаковых точек пространства объектов на стереоизображениях с заданной степенью достоверности.

9. Устройство по пункту 8, отличающееся тем, что через полость внутри гибкого средства доставки проходят тросы, предназначенные для перемещения подвижной части измерительной головки в двух взаимноортогональных направлениях относительно гибкого средства доставки.

10. Устройство по пункту 8, отличающееся тем, что оно содержит блок управления тросами, выполненный с возможностью обеспечения артикуляции измерительной головки при механической передаче к измерительной головке перемещения органов управления блока управления тросами.

11. Устройство по пункту 8 или 9, отличающееся тем, что в измерительной головке размещена камера с двумя или более оптическими каналами.

12. Устройство по пункту 8 или 9, отличающееся тем, что два оптических канала стереокамеры сдвинуты в пространстве по направлению к друг другу, таким образом, что оптические оси указанных каналов имеют между собой острый угол, с целью приближения стереоскопической области к измерительной головке устройства.

13. Устройство по пункту 8 или 9, отличающееся тем, что в измерительной головке размещены два оптических световода с объективами, изображение с которых передается на две камеры, расположенные снаружи рабочего тела устройства, с целью применения быстродействующих камер, которые не могут быть установлены в измерительную головку устройства из-за габаритных размеров.

14. Устройство по пункту 8, отличающееся тем, что содержит дополнительное волокно для передачи лазерного излучения и

дополнительный источник лазерного излучения, отличающийся по длине волны от первого, при этом лазерное излучение передается по волокну, имеющему на выходе линзу и дифракционный оптический элемент, создающий на поверхности объекта пятна интенсивности с шагом, таким что среднее расстояние между пятнами больше, чем от первого источника лазерного излучения.

15. Устройство по пункту 8, отличающееся тем, что поле зрения камеры и потоков света направлены под углом к оси измерительной головки, имеющим величину 90 градусов, для изменения направления белого света и лазерного излучения используются оптические призмы или зеркала, для изменения направления визирования стерео или трехканальной камеры применяется поворот оптической оси камер или оптическая призма, либо зеркало.

16. Устройство по пункту 8, отличающееся тем, что устройство включает несколько измерительных головок, находящихся между собой на определенном расстоянии, что используется для оперативного получения изображения протяженного объекта.

17. Устройство по пункту 8, отличающееся тем, что дифракционный элемент создает на поверхности объекта матрицу из квадратов определенной размерности, при этом каждый квадрат имеет уникальный набор лазерных пятен, не повторяющийся в других квадратах, что упрощает обработку полученных изображений и позволяет проводить идентификацию одних и тех же точек пространства объектов на изображениях стерео или трехканальной камеры с большей достоверностью без участия человека.

18. Устройство по пункту 8, отличающееся тем, что оно снабжено узлом подачи зонда, выполненным, например в виде ролика, управляемого электрическим сигналом, который приведен в контакт с внешней оболочкой исполнительной части устройства, и при подаче сигнала исполнительная часть устройства может поступательно перемещаться по направлению вперед/назад посредством вращения ролика.

19. Устройство по пункту 9 или 18, отличающееся тем, что перемещение тросов артикуляции выполняется приводами путем подачи на них управляющих сигналов, сигналы генерируются при нажатии оператором на органы управления устройством,

20. Устройство по пункту 9 или 18, отличающееся тем, что артикуляция или подача зонда происходит автоматически, без непосредственных воздействий оператора, путем активирования специальной последовательности сигналов, и подачи их на управляющие приводы, передвигая исполнительную часть устройства по заранее заданной траектории.

21. Устройство по пункту 19, отличающееся тем, что артикуляция или подача зонда происходит автоматически, без непосредственных воздействий оператора, путем активирования специальной последовательности сигналов, и подачи их на управляющие приводы, передвигая исполнительную часть устройства по заранее заданной траектории.

22. Устройство по п.8, отличающееся тем, что отсутствует источник белого света и волокно белого света, при этом навигации осуществляется автоматически по заданной траектории или при свете лазера.

23. Устройство по п.8, отличающееся тем, что вместо волокна белого света для создания подсветки на исполнительной части системы установлены миниатюрные светодиоды белого или иного спектра.

24. Способ по пункту 1, отличающийся тем, что для детектирования посторонних веществ на объекте контроля на объект направляется белый свет, который при взаимодействии с объектом частично отражается и по энергии отраженного света в узких спектральных интервалах судят о наличии того или иного постороннего вещества на объекте контроля, включая, но не ограничиваясь выполняют обнаружение отложений, солей, масла, продуктов горения.

25. Способ по пункту 24, отличающийся тем, что для получения информации о концентрации постороннего вещества на объекте контроля

измеряют энергию оптического потока, приходящегося на спектральный интервал отражения посторонних веществ.

26. Способ по пункту 24 или 25, отличающийся тем что на объект контроля направляется свет в узком спектральном интервале, который фиксируют после взаимодействия с посторонним веществом на объекте контроля и по величине оптического потока после взаимодействия с объектом и/или объектом и посторонним веществом судят о наличии постороннего вещества и о его концентрации.

27. Устройство по пункту 8, отличающееся тем, что перед камерой установлен оптический фильтр, имеющий полосу пропускания света в узком спектральном интервале, который соответствует спектру отражения после взаимодействия света с веществом, находящимся на объекте контроля и подвергающийся обнаружению.

28. Устройство по пункту 27, отличающееся тем, что перед камерой устанавливается набор сменных оптических фильтров, которые позволяют варьировать спектральный интервал полученного сигнала.

29. Устройство по пункту 27, отличающееся тем, что перед камерой устанавливается акустооптический фильтр, выполняющий функцию оптического фильтра, с переменным спектральным интервалом пропускания.

30. Устройство по пункту 8, отличающееся тем, что после источника белого света установлен оптический фильтр, имеющий полосу пропускания света в узком спектральном интервале, который соответствует спектру отражения после взаимодействия света с веществом, находящимся на объекте контроля и подвергающийся обнаружению.

31. Устройство по пункту 30, отличающееся тем, что после источника белого света устанавливается набор сменных оптических фильтров, которые позволяют варьировать спектральный интервал полученного сигнала.

32. Устройство по пункту 30, отличающееся тем, что после источника белого света устанавливается акустооптический фильтр, выполняющий

функцию оптического фильтра, с переменным спектральным интервалом пропускания.

33. Устройство по пункту 8 или 9 или 14 или 15 или 16 или 17 или 18 или 21 или 22 или 23 или 24 или 24 или 27 или 28 или 29 или 30 или 31 или 32, отличающееся тем, что внутри исполнительной части устройства находится инструментальный канал, который может содержать вспомогательные устройства для захвата предметов или проведения операций над ними.

34. Устройство по пункту 8 или 9 или 14 или 15 или 16 или 17 или 18 или 21 или 22 или 23 или 27 или 28 или 29 или 30 или 31 или 32, отличающееся тем, что используются сменные дифракционные оптические элементы с различной плоскостью фокусировки проецируемого изображения, таким образом четкое изображение проецируемого лазерного изображения осуществляется на различных удалениях от торца исполнительной части системы.

35. 8 или 9 или 14 или 15 или 16 или 17 или 18 или 21 или 22 или 23 или 27 или 28 или 29 или 30 или 31 или 32, отличающееся тем, что используется дифракционный оптический элемент с функцией мультифокусности, таким образом четкое изображение проецируемого лазерного изображения осуществляется на различных заранее заданных удалениях от торца исполнительной части системы без замены дифракционных элементов.

36. Устройство по пункту 8, отличающееся тем, что используется дифракционный оптический элемент с функцией мультифокусности, причем для каждой плоскости фокусировки создается различное и отличимое изображение, таким образом при наличии четкого изображения проецируемого лазерного пэттерна можно по виду изображения провести дифференциацию, расстояния из заранее заданных наборов расстояний, на котором находится поверхность контролируемого объекта от торца исполнительной части устройства.

37. Способ контроля формы поверхности детали с использованием системы контроля, заключающийся в том, что осуществляют подсветку светом посредством источника света, установленного в системе контроля с обеспечением навигации по траектории доставки исполнительный части системы контроля, и доставку к детали оборудования исполнительный части системы контроля, снабженной миниатюрной видеокамерой при этом производят передачу излучения по оптоволокну, на выходе из оптоволокну располагают линзы, в том числе опционально для формирования заданной индикатрисы освещенности объекта контроля, обеспечивают получение видеоизображения поверхности детали с использованием видеокамеры, полученное видеоизображение передают в обрабатывающий микроконтроллерный блок, с использованием средств обработки данных микроконтроллерного блока производят фиксацию видеоизображения, поток видеоизображения подвергаются обработке, с целью выявления граней и поверхностей, формируется матрица проекций, по которой анализируя последовательность во времени или последовательность в различных положениях исполнительный части устройства в пространстве, выполняют нахождение 3D-формы исследуемых объектов, анализ отклонений фактических проекций от эталона, нахождение дефектов, обнаружение деталей по заданному эталону и анализ отклонений 3D-формы от эталона.

38. Устройство для контроля формы труднодоступной поверхности детали, содержащее измерительную головку, прикрепленную к гибкому или жесткому средству доставки, линии питания и передачи данных, а также оптоволокну белого света, при этом, на входе оптоволокну белого света размещен управляемый источник белого света, на выходе оптоволокну белого света, расположена линза, размещенная в измерительной головке, выполненная с возможностью формирования заданной индикатрисы освещенности объекта контроля, в измерительной головке также размещена миниатюрная оптическая видеокамера с обеспечением получения видеоизображения труднодоступной поверхности детали, и обрабатывающий

микроконтроллерный блок, выполненный с возможностью фиксации видеоизображения, обработки потока видеоизображения подвергаются, с целью выявления граней и поверхностей, формирования матрицы проекций, по которой анализируя последовательность во времени или последовательность в различных положениях исполнительной части устройства в пространстве, выполняют нахождение 3D-формы исследуемых объектов, анализ отклонений фактических проекций от эталона, нахождение дефектов, обнаружение деталей по заданному эталону и анализ отклонений 3D-формы от эталона.