



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015111379/28, 30.03.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.03.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 30.03.2015

(45) Опубликовано: 27.09.2015 Бюл. № 27

Адрес для переписки:

445667, Самарская обл., г. Тольятти, ГСП, ул.
Белорусская, 14, ОИС и МИП УИР ТГУ

(72) Автор(ы):

Виноградов Алексей Юрьевич (RU),
Костин Владимир Иванович (RU),
Мерсон Дмитрий Львович (RU),
Селезнев Михаил Николаевич (RU)

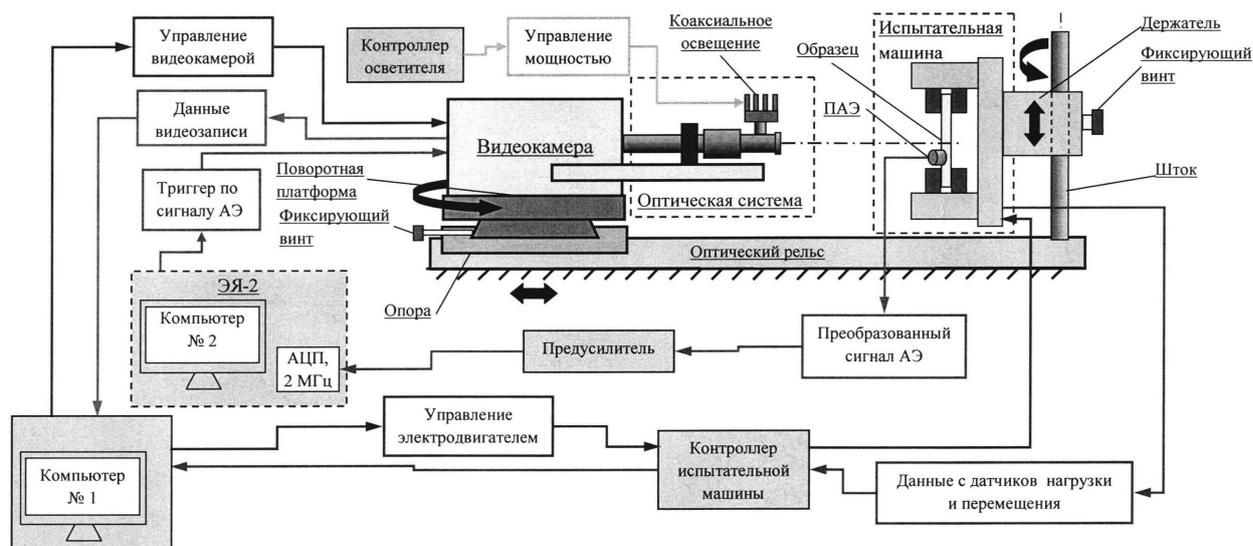
(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Тольяттинский государственный
университет" (RU)

(54) УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД

(57) Формула полезной модели

Универсальный испытательный стенд, в состав которого входит механическая испытательная машина, блок регистрации и анализа сигналов акустической эмиссии и видеочамера, отличающийся тем, что он оснащен механической испытательной машиной с симметричной подачей нагрузки, высокоскоростной цифровой видеочамерой с высокоразрешающей оптической системой, причем для синхронизации момента возникновения события со временем видеозаписи используют триггер, срабатывающий по сигналу акустической эмиссии (АЭ), излучаемый самим событием.





(51) МПК
[G01N 3/20 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 28.09.2015)
 Пошлина: учтена за 2 год с 31.03.2016 по 30.03.2017

(21)(22) Заявка: [2015111379/28](#), 30.03.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 30.03.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 30.03.2015

(45) Опубликовано: [27.09.2015](#) Бюл. № [27](#)

Адрес для переписки:

445667, Самарская обл., г. Тольятти, ГСП,
 ул. Белорусская, 14, ОИС и МИП УИР ТГУ

(72) Автор(ы):

Виноградов Алексей Юрьевич (RU),
 Костин Владимир Иванович (RU),
 Мерсон Дмитрий Львович (RU),
 Селезнев Михаил Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 профессионального образования
 "Тольяттинский государственный
 университет" (RU)

(54) УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД

(57) Реферат:

Предлагаемая полезная модель относится к области механических испытаний и может быть использована в инженерной практике для экспериментального определения таких основных характеристик конструкционных материалов как прочность, жесткость, упругость, пластичность, твердость, вязкость, ползучесть, выносливость и др., а также в физико-механических исследованиях сильно локализованных во времени (менее 20 миллисекунд) и пространстве (до 1 мкм) процессов деформации в конструкционных материалах, как зарождение и рост трещин, двойникование, локализация деформации в полосах сдвига и т.д. Сущность заключается в том, что механический испытательный стенд, в состав которого входит блок регистрации и анализа сигналов акустической эмиссии, оснащают механической испытательной машиной с симметричной подачей нагрузки и высокоскоростной видеокамерой с высокоразрешающей оптической системой, причем для синхронизации момента возникновения события со временем видеозаписи используют триггер, срабатывающий по сигналу акустической эмиссии (АЭ), излучаемый самим событием.

ОПИСАНИЕ

Предлагаемая полезная модель относится к области механических испытаний и может быть использована в инженерной практике для экспериментального определения таких основных характеристик конструкционных материалов как прочность, жесткость, упругость, пластичность, твердость, вязкость, ползучесть, выносливость и др., а также в физико-механических исследованиях сильно локализованных во времени (менее 20 миллисекунд) и пространстве (до 1 мкм) процессов деформации в конструкционных материалах: зарождение и рост трещин, двойникование, локализация деформации в полосах сдвига и т.д.

Известен широкий класс испытательных машин («Механика-100/500», машины испытательные универсальные «Instron», системы для испытаний «Nano Plug-n-Play», универсальные электромеханические испытательные установки «LabTest» и т.д.), позволяющих механически нагружать исследуемые образцы. Нагрузка на исследуемый образец передается через захваты, в которых образец закреплен. В большинстве машин один из захватов неподвижен, тогда как второй захват за счет перемещения создает необходимую нагрузку.

Недостатком таких машин является то, что в процессе деформации в такой системе геометрическое положение точек образца находится в постоянном смещении, что делает невозможным видеорегистрацию поверхности образца при сильном оптическом увеличении, т.к. исследуемая область постоянно уходит за пределы оптического поля.

Известно устройство для испытания трубной заготовки на прочность (патент РФ №124805), включающее нажимной пуансон, рабочее тело в виде сыпучего термостойкого неэлектропроводного материала, трансформатор для нагрева трубной заготовки, разъемную матрицу из неэлектропроводного материала, в которой выполнены сквозные пазы, в одном из которых установлена видеокамера, а в другом - шток датчика для измерения величины деформации, датчик для измерения величины деформации и видеокамеру, которые соединены с компьютером. Дополнительно в матрице установлен с возможностью соприкосновения с трубной заготовкой датчик акустической эмиссии, соединенный с компьютером.

Недостатком данного устройства является, во-первых, ограничение область применения устройства (только трубные заготовки), во-вторых, ограниченное разрешение видеосистемы и, как следствие, невозможность обнаружения и регистрации таких сильно локализованных во времени (менее 20 миллисекунд) и пространстве (до 1 мкм) процессов деформации в конструкционных материалах, как зарождение и рост трещин, двойникование, локализация деформации в полосах сдвига и т.д.

Задачей полезной модели является создание устройства, позволяющего производить механические испытания конструкционных материалов, отслеживать кинетику процесса пластической деформации по изменению структуры поверхностного слоя с высоким оптическим и временным разрешением и одновременно обнаруживать и регистрировать развивающиеся внутренние дефекты материала до разрушения.

Технический результат, обеспечиваемый полезной моделью, заключается в расширении регистрируемых одновременно показателей деформации при испытании конструкционных материалов, а именно, в увеличении оптического и временного разрешения видеорегистрации структуры поверхностного слоя, что позволяет исследовать сильно локализованные во времени и пространстве явления.

Поставленная задача решается тем, что:

1) Для механического нагружения используют испытательную машину с симметричной подачей нагрузки (например, Kamrath&Weiss Tensile-Compression module) в которой перемещаются оба захвата и, таким образом, центр образца

геометрически неподвижен, что позволяет вести оптическое наблюдение данной области в течение всего исследования.

2) Для видеонаблюдения используют высокоскоростную цифровую видеокамеру с высокоразрешающей оптической системой.

3) Для синхронизации момента возникновения события со временем видеозаписи используют триггер, срабатывающий по сигналу акустической эмиссии (АЭ), излучаемый самим событием.

Известен широкий класс высокоскоростных видеорегистрирующих устройств (цифровые видеокамеры «Photron», «Phantom», устройства типа Кранца-Шардина и т.д.), с частотой видеозаписи до 1 миллиона кадров в секунду, способные разрешать быстропротекающие процессы, в. т.ч. в конструкционных материалах. Объемы цифровой информации при таких скоростях видеозаписи исчисляются десятками гигабайт в секунду, что, в силу ограниченной пропускной способности, делает невозможным прямую передачу на постоянное записывающее устройство (ПЗУ). В связи с этим информация записывается в буферную память видеокамеры, объем которой также существенно ограничен (как правило, несколькими или десятками гигабайт). Непрерывная запись в таких устройствах ведется циклически, т.е. при окончательном заполнении памяти кадрами, следующий кадр записывается вместо самого первого и т.д. Таким образом, при высокой скорости записи, общая длительность записи ограничена долями секунд. В случае видеорегистрации длительных событий или событий, время появления которых точно известно, достаточно начать запись в нужный момент времени (или в любой момент, в случае длительных). В случае же, когда событие локально во времени и появление его носит стохастический характер, предугадать время начала записи невозможно и необходимо синхронизировать событие со временем видеозаписи. К таким явлениям относятся процессы локализации деформации, исследование которых является задачей представляемой полезной модели.

Отличительными особенностями предлагаемой полезной модели являются следующие признаки:

- наличие испытательной машины с симметричной подачей нагрузки,
- наличие высокоскоростной цифровой видеокамеры с высокоразрешающей оптической системой,
- наличие триггера для запуска видеозаписи по сигналу АЭ.

Вся совокупность признаков заявленного устройства позволяет достичь технического результата, следовательно, все они являются существенными.

Заявителем не обнаружено устройств аналогичного назначения с заявленной совокупностью существенных признаков, следовательно, заявленное устройство является новым.

Блок-схема испытательного комплекса изображена на рисунке 1. Исследуемый образец фиксируют в зажимах разрывной машины. Преобразователь (датчик) АЭ устанавливают на образец и соединяют кабелем с системой обработки сигналов.

Видеокамеру и испытательную машину ориентируют друг относительно друга так, чтобы оптическая ось, проходящая через оптическую систему, была перпендикулярна плоскости исследуемого образца. Данную процедуру производят вручную и контролируют с помощью видеокамеры, транслирующей видеосигнал в реальном времени на экран компьютера №1. По достижении четкого изображения в нужной локации все степени свободы жестко закрепляют фиксирующими винтами.

Блок управления

- Управление электродвигателем испытательной машины и регистрацию данных с датчиков нагрузки и перемещения осуществляют программно с помощью компьютера №1 через специальный контроллер.

- Управление видеокамерой и регистрацию видеоданных производят программно с помощью компьютера №1 напрямую.
- Управление мощностью освещения регулируют контроллером.
- Управление настройками регистрации сигнала АЭ и сигнала триггера, подающегося на видеокамеру, производят при помощи системы ЭЯ-2.

Следует отметить, что проведение исследований на УИС обладает широким диапазоном возможностей не только в выборе типа механического нагружения, оптического увеличения и частоты съемки. Так, например, для экспериментов, требующих непрерывной длительной видеосъемки с невысокой скоростью есть возможность заменить видеокамеру Photron на видеокамеру Pike F-100. Данная видеокамера имеет разрешение 1 мегапиксель и скорость съемки до 60 кадров в секунду с полным разрешением.

С учетом всех возможных вариантов можно составить алгоритм основных действий при проведении исследования на УИС.

Подготовка к работе на УИС

1. Постановка задачи эксперимента:
 - выбор метода нагружения: сжатие, растяжение, изгиб;
 - выбор видеокамеры и метода съемки: скорость съемки, требуемое увеличение.
2. Подготовка образца:
 - полировка для увеличения отражательной способности и контраста объектов;
 - без подготовки для измерения полей смещения методом цифровой корреляции изображений.
3. Установка выбранной видеокамеры.
4. Компоновка и монтаж выбранной оптической системы с оригинальным осветителем.
5. Установка выбранных зажимов в испытательную машину (сжатие, растяжение, изгиб).
6. Крепеж ПАЭ к образцу (при необходимости регистрации АЭ)
7. Установка образца в зажимы.
8. Взаимная ориентировка видеокамеры и испытательной машины с последующей жесткой фиксацией.
9. Для высокоскоростной видеосъемки - замена оригинального 3-Ваттного осветителя на 50-Ваттный
10. Настройка системы ЭЯ-2 (при необходимости регистрации АЭ):
 - установка акустического тракта;
 - настройка параметров регистрации АЭ;
 - настройка триггера.
11. Настройка испытательной машины:
 - установка скорости испытания и предварительное нагружение
12. Настройка видеосистемы:
 - настройка параметров видеосъемки (скорость, яркость, контраст, цифровое усиление, тип триггера, увеличение).
13. Проверка корректной работы всех систем.

Проведение эксперимента на УИС

1. Низкоскоростная видеозапись или без видеозаписи.
 - 1.1. Запуск режима непрерывной видеозаписи на жесткий диск компьютера.
 - 1.2. Запуск регистрации АЭ (при необходимости)
 - 1.3. Запуск механического испытания. Остановка в обратном порядке.
2. Высокоскоростная видеозапись.

- 2.1. Запуск режима непрерывной циклической видеозаписи на внутреннюю память видеокамеры.
- 2.2. Запуск регистрации АЭ.
- 2.3. Запуск механического испытания.

По срабатыванию триггера:

- 2.4. Остановка механического испытания.
- 2.5. Остановка записи АЭ.
- 2.6. Просмотр результатов видеозаписи и запись выбранных кадров на жесткий диск компьютера.

В качестве примера приведены результаты исследования кинетики сверхлокализованной деформации в металлических стеклах методом акустической эмиссии и синхронизированной высокоскоростной видеосъемки с использованием УИС. Видеосъемка с частотой 6000 кадров в секунду показала, что формирование полос сдвига в широком диапазоне длин (от 50 до 500 мкм) происходит в течение одного кадра. Типичный процесс образования одной из полос сдвига длиной около 550 мкм показан на рисунке 2, где траектория новой полосы сдвига (рисунок 2.в) получена с помощью процедуры вычитания одного кадра из другого. Нижний порог скорости составляет 3,3 метра в секунду.

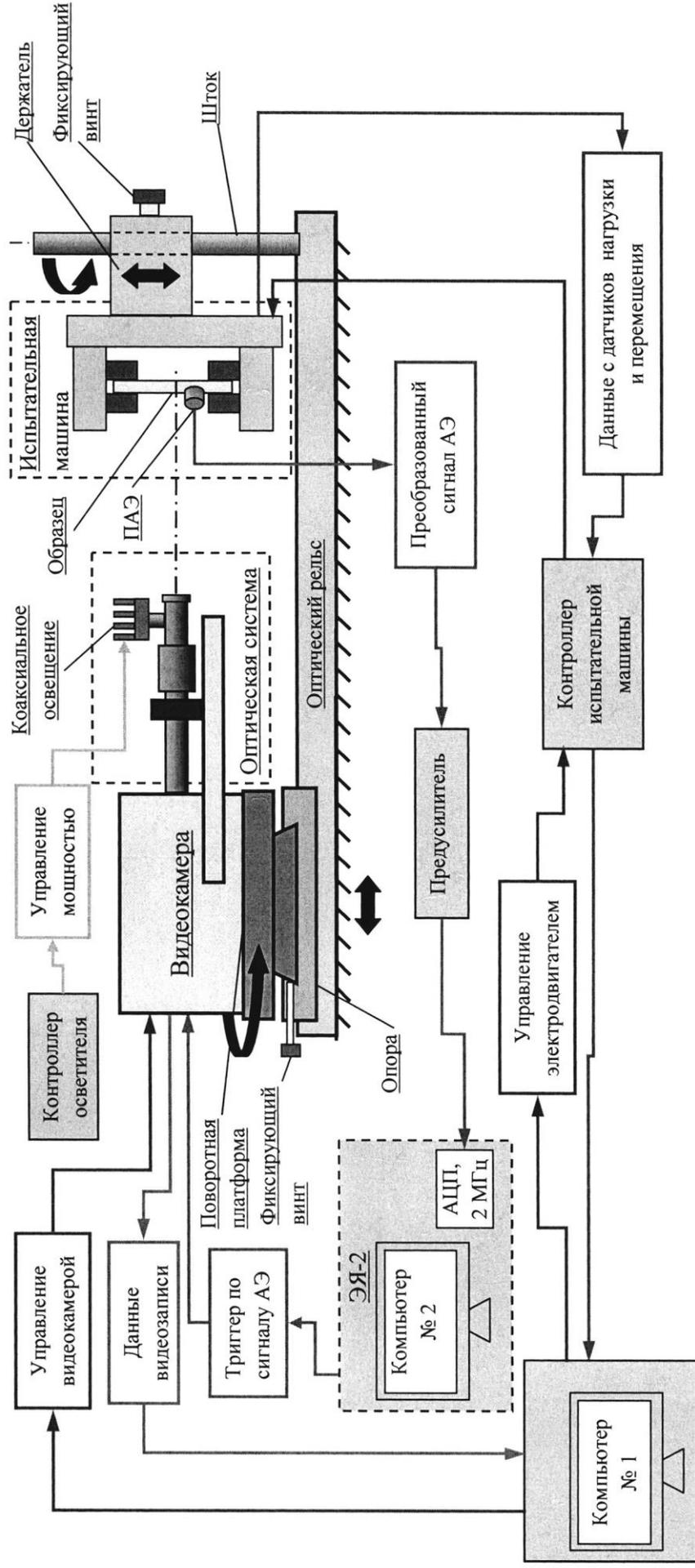


Рисунок 1 Принципиальная схема УИС для механических испытаний образцов с одновременной регистрацией АЭ и высокоскоростной видеосъемкой по триггеру от сигнала АЭ



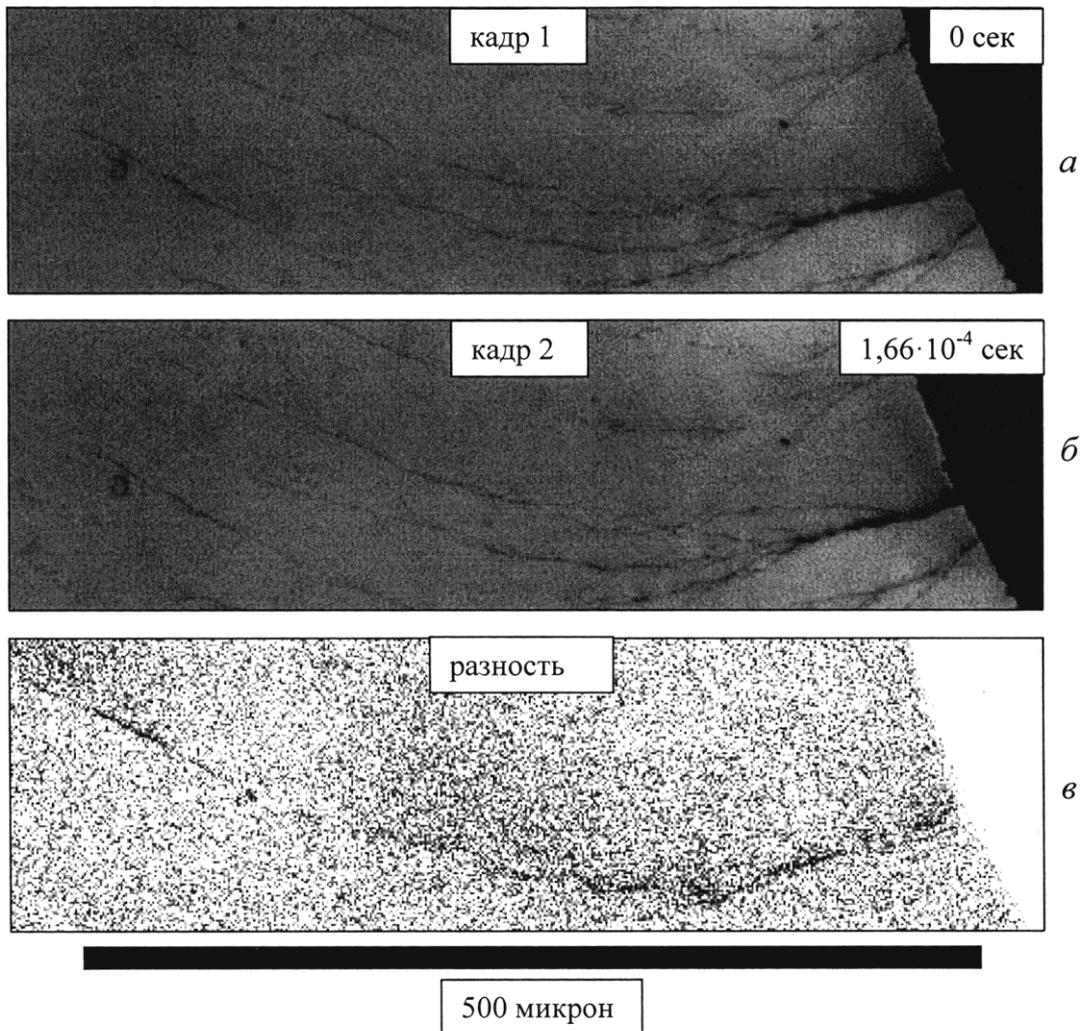


Рисунок 2. Кадры видеосъемки частотой 6 000 кадров в секунду (а, б) и разность между кадрами, обнаруживающая полосу длиной ~550 микрон

Рисунок 2. Кадры видеосъемки частотой 6 000 кадров в секунду (а, б) и разность между кадрами, обнаруживающая полосу длиной ~550 микрон