

росту амплитуды колебаний, которые негативно сказываются на качестве обработки детали [5].

В результате применения предварительного натяга, что подтверждается экспериментальными данными, достигается снижение вибрации и шума в ТС, повышается качество обработки, увеличивается время стойкости инструмента.

### **Список информационных источников**

1. Гаврилин А.Н., Мойзес Б.Б. Метод оперативной диагностики металлорежущего станка для обработки заготовок типа тел вращения // Контроль. Диагностика. – 2013. – №9 – С. 81-84.
2. Конструктивные методы повышения виброустойчивости металлорежущего оборудования. Гаврилин А.Н., Мойзес Б.Б., Черкасов А.И. Контроль. Диагностика. 2013. № 13. С. 82-87.
3. Метод снижения уровня вибраций при механической обработке Гаврилин А.Н. Контроль. Диагностика. 2013. № 11. С. 23-26.
4. Gavrilin, A., Moyses, B., Zharkevich, O. Constructive and processing methods of reducing vibration level of the metalworking machinery elements. Journal of Vibroengineering, 17 (7), pp. 3495-3504.
5. Пат. РФ 1803638, МКП F16F15/03. Активное виброгасящее устройство / Пронин М.А., Хохлов И.К., Ермаков В.Ю., Кордонский В.И., Савостьянов А.М. – Оpubл. 23.03.1982. Бюл. № 11. – 3 с.

### **ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В КАПИЛЛЯРНОЙ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ**

*Могильницкий В.С.*

*Томский политехнический университет, г. Томск.*

*Научный руководитель: Лобанова И.С., ст. преподаватель  
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

В настоящее время широко применяют различные физические методы и средства неразрушающего контроля (НК) металлов и металлоизделий, позволяющие проверять качество продукции без нарушения ее пригодности к использованию по назначению.

Капиллярная дефектоскопия – является одним из основных методов неразрушающего контроля и предназначена для обнаружения поверхностных и сквозных дефектов в объектах любых форм и размеров, изготовленных из черных и цветных металлов и сплавов, стекла, керамики, пластмасс и других неферромагнитных материалов.

На результаты капиллярного контроля могут влиять разные факторы, например освещенность, качество дефектоскопических материалов, расположение и организация рабочих мест, а также психофизическое состояние специалиста, осуществляющего капиллярный контроль опасных производственных объектов. Расшифровка результатов контроля – мероприятие, требующее больших временных затрат. Для ускорения этого процесса и исключения ошибок со стороны специалиста, предлагается использовать методы цифровой обработки изображений результатов контроля.

Для регистрации индикаций капиллярного метода применяются три основных типа систем: лазерные, фотодетекторные с обычным ультрафиолетовым освещением и оптико-телевизионные.

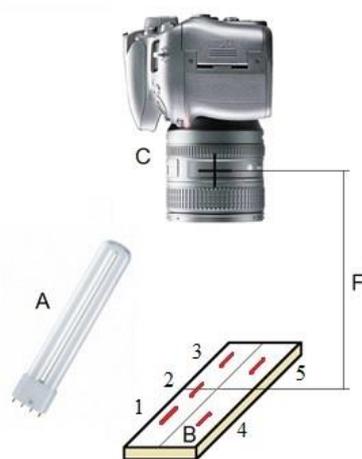
В лазерных сканирующих системах применяют синие, фиолетовые или ультрафиолетовые лазеры. Сканирование поверхности пучком происходит с помощью системы зеркал. Люминесценция детектируется простым фотодатчиком, снабженным фильтром, отсекающим голубую или ультрафиолетовую компоненту, но пропускающим видимый спектр люминесценции. Получаемый с датчика сигнал, таким образом, имеет форму импульсов. После порогового устройства получают двухуровневый сигнал, из которого, в свою очередь, получают бинарное изображение.

Фотодетекторные системы включают источник ультрафиолетового освещения, фотодетектор, чувствительный к видимой части спектра, но не к ультрафиолетовому освещению, усилитель или формирователь сигнала и пороговое устройство. Поверхность сканируется перемещением датчика над поверхностью объекта. Образ поверхности формируется так же, как в лазерных системах.

Наиболее оптимальной системой, при расшифровке результатов капиллярного контроля, является оптико-телевизионная. Такие системы легче реализуемы, дешевле и надежнее, чем другие описанные выше системы считывания индикаций.

Оптико-телевизионные системы пригодны для считывания как люминесцентных, так и контрастных (цветных) индикаций. Оптико-телевизионные системы включают блок обычного или ультрафиолетового освещения, телевизионный канал и аналого-цифровой преобразователь видеосигнала (либо регистратор изображения) и вычислительную часть с программным обеспечением количественного анализа изображений индикаций.

В работе была использована именно такая система. В качестве регистратора изображения использовалась цифровая фотокамера Nikon D40.



*Рис 1. Схема оптико-телевизионной системы.*

*C – фотокамера; A – источник освещения; B – объект контроля; F – фокусное расстояние; 1,2,3,4,5 – номера несплошностей по порядку.*

Исследования проводились на тест-панелях с искусственными несплошностями, заранее известных размеров. Ширина раскрытия этих несплошностей измерялась на микроскопе МС – 50 и равны соответственно 1 – 29мкм; 2 – 60 мкм; 3 – 27 мкм; 4 – 14 мкм; 5 – 25 мкм. Технология контроля с последующей регистрацией изображения индикаторного следа проводилась по 20 раз наборами дефектоскопических материалов фирм Sherwin, Vycotest, Overcheck.

Цифровая обработка изображений проходит в несколько этапов:

- 1.Получение изображений капиллярных следов посредством фотокамеры.
- 2.Получение бинарной картины с учетом баланса RGB
- 3.Анализ параметров следа и получение численных результатов площади и протяженности.

Процесс получения цифровых изображений капиллярных следов является одним из важных предварительных этапов, поскольку результат цифровой обработки напрямую зависит от качества снимка. На данном этапе важно использовать аппаратуру, которая обеспечит стабильный ряд светочувствительности и обладающую высоким разрешением.



Рис 2. Пример изображения капиллярных следов.

Бинарная картина получается с помощью разделения вектора RGB на теневые составляющие.

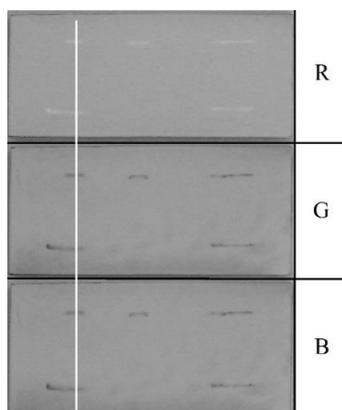


Рис. 3. Теневые составляющие вектора RGB

При рассмотрении цветового баланса в различных сечениях изображения следа (в данном случае одного) можно увидеть резкое отличие красной составляющей от зеленой и синей, что говорит о наличии в этих координатах индикаторного следа.

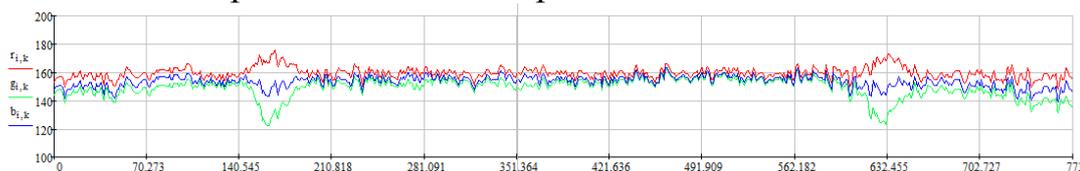


Рис. 4. График цветового баланса в сечении.

Для того, чтобы размеры индикаторного следа на бинарной картине получились наиболее близки к размерам дефекта, надо избавиться от фоновых шумов. Для этого строится график отклонения красной составляющей от усредненного значения цветового баланса. Дополнительно на графике отображается линия цветового контраста, которая выполняет роль фильтра в процессе формирования бинарной картины индикаторного следа.

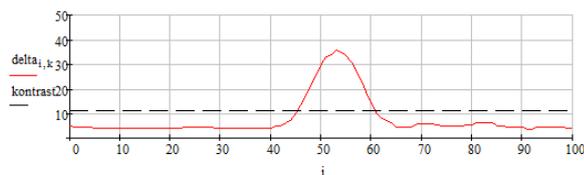


Рис. 5. График отклонения красной составляющей от среднего значения цветового баланса

После получения бинарного изображения производится анализ параметров следа и получение численных результатов площади и протяженности.

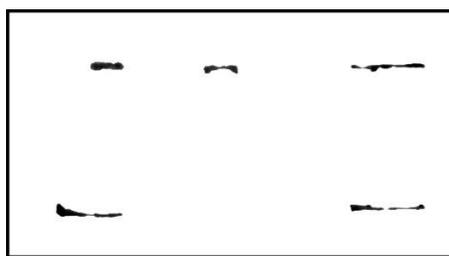


Рис. 6. Бинарное изображение индикаторного следа после цифровой обработки.

Сравнили размеры полученных индикаторных следов с истинными размерами несплошностей. Результаты получились близкими к истинным.

Также была выявлена зависимость контрастности следа от количества произведенных экспериментов. Из рис 7. можно сделать вывод, что чем больше количество экспериментов, тем хуже выявляемость дефектов.



Рис. 7. График зависимости значения яркости от количества экспериментов.

**Вывод:** в данной работе были рассмотрены такие методы цифровой обработки изображений в капиллярной дефектоскопии как лазерные, фотодетекторные с обычным ультрафиолетовым освещением и оптико-телевизионные. Был произведен капиллярный контроль тест-панели и на основе результатов контроля был приведен алгоритм оптико-телевизионного метода (с цифровой фотокамерой). Также была

выведена зависимость выявляемости дефектов от количества проведенных экспериментов.

### **Список информационных источников**

1. Гетьман А.Ф., Козин Ю.Н. Неразрушающий контроль и безопасность эксплуатации сосудов и трубопроводов давления. – 1997. – С. 276-288.

2. Ключев В. В. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. // Машиностроение. – 1986. – С. 464 – 488.

3. Филинов М.В. Повышение точности количественных оценок поверхностных дефектов и структур металлов по их цифровым изображениям в оптическом неразрушающем контроле. – 2007. – С. 117 – 134.

4. Питулин Э.С., Губанова Л.А. Оптические покрытия. – 2016. – С. 163 – 187.

5. Макаровский И.М., Тиц С.Н. Капиллярный контроль авиационных конструкций. – 2010. – С. 3 – 7.

## **НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА — ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ**

*Монич Н.В.*

*Томский политехнический университет*

*Научный руководитель: Капранов Б.И., д.т.н., ведущий эксперт  
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Современный уровень развития промышленности передовых стран характеризуется огромными объемами выпускаемой продукции и требует высокие показатели ее качества.

Контроль качества является одной из важнейших частей производственного процесса и заключается в выявлении дефектов, брака в готовой продукции, проверке соответствия продукции техническим характеристикам и параметрам в процессе ее изготовления, потребления или эксплуатации. В связи с ужесточением требований качества, предъявляемых к продукции, усложнением методов диагностирования, трудоемкость операций контроля качества в промышленности резко увеличивается.

Если вы хотите быть уверены, что поезд не сойдет с рельсов, мост или здание не разрушится и выдержит даже землетрясение, то в этом вам помогут именно техническая диагностика и неразрушающий