

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТОЛЩИНЫ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛА ОТ СПЕКТРАЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ОТРАЖЕННОГО СВЕТА

С.В. Умбетов, С.П. Пронин

Алтайский государственный университет им. И.И. Ползунова
г. Барнаул

В статье отражен результат исследования зависимости изменения цветовой гистограммы от толщины коррозии поверхности металла. В качестве основного параметра используется медиана гистограммы. Установлено, что этот параметр способен обеспечить контроль толщины коррозии по цветовой гистограмме в малом диапазоне.

Ключевые слова: коррозия, цветовая гистограмма, цифровое изображение, дефект, контроль.

Контроль целостности проложенных в земле трубопроводов является актуальной задачей. Большая часть подземного трубопровода не контролируется вовсе, что приводит в конечном итоге к авариям и вынужденному ремонту.

Сегодня для контроля качества труб, как правило, применяют средства неразрушающего контроля, такие как радиационный контроль [1] или ультразвуковой контроль [2]. Однако эти методы контроля требуют извлечения трубопровода из грунта, более того нет критериев оценки качества эксплуатируемых труб. По этой причине вопрос контроля качества во время эксплуатации остаётся открытым.

Современные оптико-электронные средства позволяют проводить контроль поверхности труб [3]. Оптический метод контроля является одним из самых надежных и вместе с тем простых способов обнаружения дефектов. Однако он не дает полной информации о степени значимости дефекта.

Основным фактором, приводящим к повреждению и дальнейшему выводу из эксплуатации трубопровода, является коррозия. Непосредственно сам процесс коррозии сопровождается изменением химического состава материала и, следовательно, спектра отраженного от поверхности трубы падающего света.

Используя современную видеокамеру, цифровое изображение можно разложить по цветам и выполнить анализ цветовой гистограммы в монохромных изображениях.

Целью настоящей работы явились исследования изменения цветовой гистограммы в зависимости от степени коррозии металла.

Для эксперимента использовался кусок водопроводной трубы от реального трубопровода диаметром 100 мм с коррозионными повреждениями на ее внутренней поверхности.

В качестве приемника излучения применяли камеру hp david sls2 ver 3.0 с разрешением 1280x1024 пикселей.

Источником света служил светодиод MX3SWT-A1. Спектральная характеристика показана на рисунке 1.

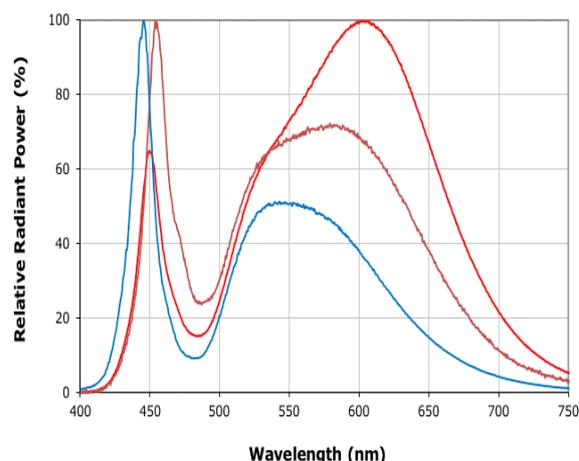


Рисунок 1 – Спектральная характеристика светодиода

Как видно из спектральной характеристики, светодиод способен обеспечить всеми необходимыми цветовыми компонентами для

получения и анализа гистограмм: синюю, зеленую и красную.

Эксперименты проводили при условии полного отсутствия других источников света, одинаковой площади фрагментов трубы и одинаковом расстоянии от фрагмента до приемника излучения, что предопределило исключение погрешностей в получаемых гистограммах.

Эксперимент был построен по следующей технологии.

На первом этапе фиксировали изображения фрагментов трубы, которые «на глаз» имели различную толщину корродированного металла. Далее измеряли толщину этого фрагмента с коррозией электронным микрометром с ценой деления 0.001 мм. Потом счищали коррозию и снова проводили измерения. Таким образом, разница в измерениях дает значение толщины коррозии.

На последнем этапе исследований, используя программную среду C#, выполняли обработку видеоизображения, строили графики гистограмм и вычисляли значения медиан.

На рисунке 2 представлен фрагмент №1 изображения трубы с толщиной коррозии менее 0,005 мм.



Рисунок 2 – Фрагмент №1 изображения трубы с толщиной коррозии менее 0,005 мм

На рисунке 3 изображены цветные гистограммы, соответствующие этому фрагменту. Слева направо показаны: гистограмма синей компоненты, гистограмма зеленой компоненты, гистограмма красной компоненты. Такой же порядок наблюдается и у других цветных гистограмм. С целью увеличения масштаба графики гистограмм ограничены по оси абсцисс диапазоном от 70 ед. АЦП до

190 ед. АЦП, поэтому отсутствует ось ординат. Ось ординат отражает количество пикселей, соответствующих определенному уровню яркости. Максимальное количество пикселей для этих гистограмм лежат в диапазоне от 800 до 900 шт. Рассчитанные значения координат медиан в ед. АЦП для рассматриваемых цветных гистограмм отражены в таблице 1.

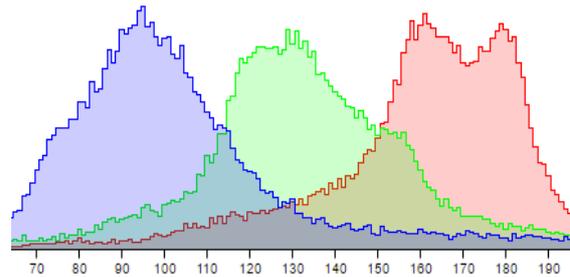


Рисунок 3 – Цветные гистограммы, соответствующие фрагменту №1

На рисунке 4 представлен фрагмент №2 изображения трубы с толщиной коррозии 0,02 мм. Этому фрагменту соответствуют цветные гистограммы, изображенные на рисунке 5, а координаты медиан указаны в таблице 1. График этих гистограмм ограничен аналогичным диапазоном: от 70 ед. АЦП до 190 ед. АЦП. Максимальное количество пикселей лежит в диапазоне 350÷450 шт. Как видно из рисунка 3 и рисунка 5, при увеличении толщины коррозии металла от 0,005 мм до 0,02 мм происходит существенное отклонение у медиан цветных гистограмм.

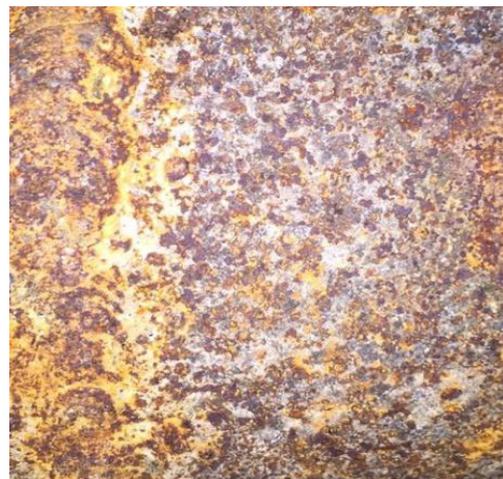


Рисунок 4 – Фрагмент №2 изображения трубы с толщиной коррозии 0,02 мм

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТОЛЩИНЫ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛА ОТ СПЕКТРАЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ОТРАЖЕННОГО СВЕТА

На рисунке 6 представлен фрагмент №3 изображения трубы с толщиной коррозии 0,03 мм. Этому фрагменту соответствуют цветные гистограммы, изображенные на рисунке 7, а координаты медиан указаны в таблице 1. График этих гистограмм по оси абсцисс ограничен аналогичным диапазоном: от 70 ед. АЦП до 190 ед. АЦП. Максимальное количество пикселей по оси ординат у этих гистограмм лежит в диапазоне 400÷500 шт.

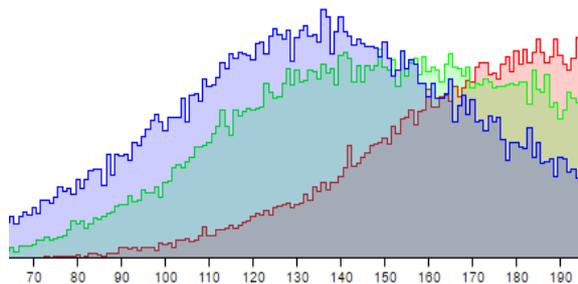


Рисунок 5 – Цветовые гистограммы, соответствующие фрагменту №2



Рисунок 6 – Фрагмент №3 изображения трубы с толщиной коррозии 0,03 мм

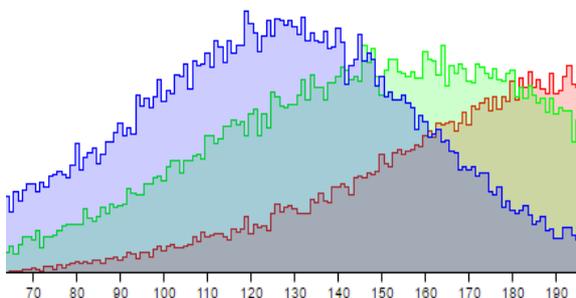


Рисунок 7 – Цветовые гистограммы, соответствующие фрагменту №3

Таблица 1 – Экспериментальные данные толщины коррозии и координаты медиан

Компонента	Фрагмент		
	№1, 0,005мм	№2, 0,02 мм	№3 0,03 мм
Blue	99	139	126
Green	133	160	153
Red	165	196	197

Если сравнить координаты медиан для фрагментов №1 и №3, то они также существенно отличаются друг от друга. Однако сравнение по выбранному параметру фрагментов №2 и №3 уже не дает отличия.

Выводы

Цветовые гистограммы способны отражать изменение толщины коррозии. Однако использование только одного параметра для описания цветовой гистограммы – медианы, не обеспечивает достоверного контроля в широком изменении толщины коррозии. Если толщина коррозии превышает 0,02 мм, то, для достоверного определения толщины (или глубины) коррозии, необходимо вводить и анализировать другие параметры гистограмм [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 17410-78. Контроль неразрушающий. Трубы металлические бесшовные цилиндрические. Методы ультразвуковой дефектоскопии. 1978, 26 с.
- Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств. Санкт-Петербург, Лань, 2012, 607 с.
- Неразрушающий контроль. Оборудование для дефектоскопии. Эндоскопы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ncontrol.ru/catalog/Vizualno-izmeritelnyj-kontrol/Endoskopy>
- Ефимов А.А. Программа и метод анализа цифровых изображений образцов растительных и микробных пигментов // Современные наукоемкие технологии. - 2007. - № 12. – С. 73-74.
- Системы технического зрения (принципиальные основы, аппаратное и математическое обеспечение) / А.Н. Писаревский, А.Ф. Чернявский, Г.К. Афанасьев и др.: Под общ. Ред. А.Н. Писаревского, А.Ф. Чернявского. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988. – 424 с.

Умбетов Сергей Владимирович – аспирант, тел.:8-961-993-51-48, e-mail: eva_09@inbox.ru;
Пронин Сергей Петрович – д.т.н., профессор, тел.:8-913-085-96-65, e-mail: sppronin@mail.ru.