

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОРРОЗИИ МЕТАЛЛА

С.В. Умбетов, С.П. Пронин

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

В статье описывается процесс моделирования коррозии металла внутри трубопровода под воздействием кислотной среды. При незначительном отклонении от реальной коррозии данное моделирование позволит подготовить достаточное количество тестовых образцов с различной степенью коррозии для получения тестовых изображений. Тестовые изображения позволяют создать алгоритм распознавания коррозионных повреждений путем фотометрического исследования образцов с помощью видеокамеры цветного изображения.

Ключевые слова: коррозия, моделирование, фотометрическое исследование, видеокамера.

Все системы тепло- и водоснабжения имеют одну серьезную проблему – коррозию внутренней поверхности трубопровода. Важно не допускать его порывов. А для этого необходимо контролировать процесс коррозии внутренних стенок трубопровода.

Показатели коррозии и коррозионная стойкость приведены в ГОСТ [1]. ГОСТ допускает удаленный контроль состояния с использованием различных показателей, например, по изменению отражающей способности металла.

О начале процесса общей коррозии блестящей металлической поверхности свидетельствует изменение коэффициента яркости света с поверхности металла. Изменение коррозии ведет к изменению величины фототока, который фиксируют с помощью блескомера ФМ-58 [2]. Недостатком подобного метода является измерение интегрального коэффициента яркости. Переход к попиксельному анализу участков трубопровода можно осуществить с помощью видеокамеры цветного изображения.

Цель работы – смоделировать образцы с различной степенью коррозии и исследовать изменение цветовых компонентов в полученных изображениях.

Моделирование процесса коррозии проводили на металлических образцах, помещенных в раствор хлорного железа (FeCl_3) на определенные промежутки времени с интервалом 5 дней. Тестируемые образцы сушили, после чего видеокамерой производили съемку поверхностей.

Используемая видеокамера имеет тип матрицы CMOS с характеристиками 1/2,3" и разрешением 11 мегапикселей. Получаемое

исходное изображение имеет разрешение 1280 на 960 пикселей с углом обзора 170 градусов.

В качестве источника света для освещения тестовых образцов использовали светодиоды с длиной волны 460нм и световой температурой 4500К.

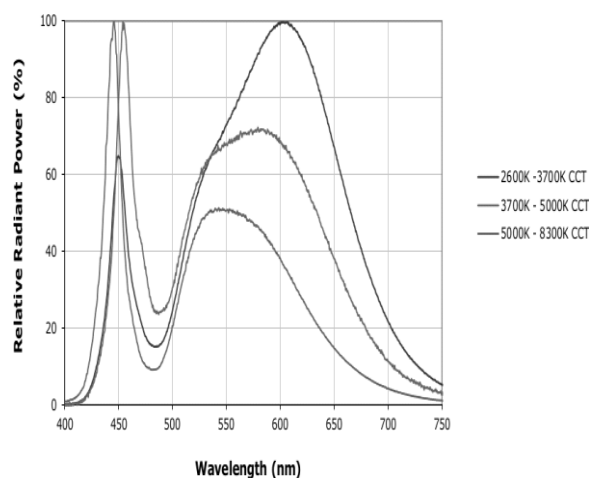


Рисунок 1 – Длина волны излучаемого света используемых светодиодов

Для экспериментов были подготовлены исходные образцы размером 50×50 мм, выполненные из стали марки ст3 толщиной 3 мм в количестве 5 штук. Химический состав эталонных образцов представлен в таблице 1.

Усредненные максимальные значения уровней сигнала цветовых показателей исходного образца (не корродированного) представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Состав исходного образца

Соединение	Содержание
углерод	0,14-0,22%
кремний	0,17%
марганец	0,65%
мышьяк	0,08%
Сера	0,05%
фосфор	0,04%
хром	0,3%

Таблица 2 – Показатели RGB составляющих исходного образца

	Среднее значение
R	128
G	125
B	127

Эталонным образцом служил участок водопроводной трубы сроком службы более 5 лет. Основные показатели эталонного образца представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие показатели для эталонного образца

	Значения
R	66
G	47
B	22
Толщина коррозии	2,4 мм
Остаточная толщина металла	0,6 мм
Область коррозии	78%

В ходе проведения моделирования в раствор хлорного железа были помещены 4 одинаковых исходных образца.

Таблица 4 – Показатели для 1 образца

	Значения
R	112
G	106
B	108
Толщина коррозии	0,015 мм

Через 5 дней из раствора был извлечен первый образец, который подвергался воздействию коррозии и на основании его фотометрического исследования были получены данные, представленные в таблице 4. Вся поверхность образца покрылась тонким слоем ржавчины, однако глубоких повреждений в структуре металла не наблюдалось.

Второй образец был извлечен через 10 дней после начала эксперимента. На нем уже

196

наблюдались локальные зоны формирования трещин, а также увеличенное количество отложений на металле.

Третий образец, извлеченный из раствора через 15 дней, имел более схожую структуру коррозии с эталонным образцом. Однако при снятии коррозионного слоя его толщина оказалась меньшей.

Через 20 дней четвертый образец достиг сходных геометрических и фотометрических показателей по степени коррозии с эталонным образцом. Показатели степени коррозии четвертого образца представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели для 4 образца

	Значения
R	60
G	44
B	19
Толщина коррозии	2,55 мм

Как видно основные показатели толщины коррозии и RGB составляющие совпадают, что свидетельствует о наличии сходных повреждений.

Последующие измерения остаточной толщины металла и общего количества коррозионных образований показала схожесть с эталонным образцом, однако для достоверности результатов было проведено дополнительное моделирование с аналогичными исходными данными.

На рисунке 2 представлено сравнение графиков распределения RGB составляющих для трех дополнительных образцов и для эталонного образца. Как следует из графиков, изменение уровней сигналов у цветовых показателей близки друг другу. Относительное расхождение составляет 6%.

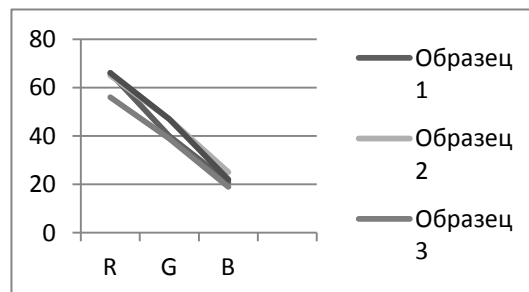


Рисунок 2 – Изменения уровней сигналов RGB составляющих

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что метод формирования коррозии у исходных образцов

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОРРОЗИИ МЕТАЛЛА

путем травления в хлорном железе позволяет моделировать образцы в короткие промежутки времени, схожие по качеству с образцами металла, коррозия которых образовалась свыше 5 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 9.908-85. Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости.

2. Методы исследования процессов коррозии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://protectcor.narod.ru/index0713.htm>.

3. Умбетов С.В., Пронин С.П. Исследование зависимости толщины коррозии металла от спектральных составляющих отраженного света // Ползуновский альманах. – 2016. – № 2. – С. 77-79.

Умбетов Сергей Владимирович – аспирант, e-mail: eva_09@mail.ru; Пронин Сергей Петрович – д.т.н., профессор.