

динамика», направленное на улучшение результатов деятельности подразделений.

В практике управления мебельной фабрики «Витра» система сбалансированных показателей интегрирована с другими подсистемами и позволяет решать задачи контроля, как операционной деятельности, так и достижения стратегических целей.

### **Список информационных источников**

1. Каплан Роберт С., Нортон Дейвид П. Стратегические карты. Трансформация нематериальных активов в материальные результаты/ Пер. с англ.-М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2012, 486 с.

2. ГОСТ ISO 9001-2011 Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2012 – 36с.

3. Универсальная система показателей: Как достигать результатов, сохраняя целостность/Хьюберт Рамперсад; Пер. с англ. — 3-е изд.— М.: "Альпина Паблишер", — 2009. — 352 с.

4. Мебельная фабрика «Витра» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vitra-mebel.ru/> , свободный. – загл. с экрана (дата обращения: 10.05.2015)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛА ТОЛСТОСТЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОВЫМ МЕТОДОМ**

*Смертин Р.А, Плискин А.В.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Нестерук Д.А., к. т.н., доцент кафедры  
физических методов и приборов контроля качества*

Металлы и их сплавы являются важнейшими конструкционными материалами. В процессе хранения и эксплуатации металлических конструкций происходит их взаимодействие с окружающими веществами, в результате чего они разрушаются. Коррозия металлов наносит огромный ущерб практически любой отрасли промышленности.

К металлическим сооружениям относится и один из видов объектов для хранения нефтепродуктов – РВС (резервуар вертикальный стальной), который в свою очередь подвержен разрушению. На развитие процесса хрупкого разрушения РВС оказывают влияние дефекты коррозионного происхождения.

Практика исследования эксплуатируемых резервуаров показывает, что металл упорного узла и 1-ого пояса стенки резервуара чаще всего подвержены глубокой язвенной коррозии, вследствие чего происходит интенсивное локальное разрушение.

В связи с этим своевременное обнаружение коррозии, является важнейшей задачей неразрушающего контроля. Но на данный момент, ссылаясь на руководящие документы предприятия, для измерения толщины и определения коррозионного уноса материала рекомендуется использовать различные ультразвуковые толщинометры. Ультразвуковая толщинометрия хоть и точно определяет толщину изделий, но имеет ряд недостатков при обнаружении коррозии на таких объектах как РВС, малопроизводительно, дорого и не наглядно. Основными преимуществами теплового метода над другими видами неразрушающего контроля, является отсутствие необходимости вывода объекта контроля из эксплуатации, высокая наглядность и информативность полученных данных, производительность и скорость контроля.

Целью данного исследования является обнаружение искусственного уноса материала, с различными факторами, препятствующими обнаружению дефектов тепловым методом с целью максимального приближения к реальным условиям контроля, а также обнаружение дефектов в толстостенных объектах контроля.

Регистрируемым показателем являлось отношение температуры в дефектном участке к температуре в бездефектной области ( $\Delta T$ ).

Объекты контроля:

№1 Бочка из листовой стали (высота (h) -45см., диаметр (d) - 30 см.) Рис.1.

№2 Стандартный образец из стали Ст45 толщиной 6мм. Рис. 2



Рис. 1. Бочка из листовой стали



Рис. 2. Плоский стандартный образец

Так же были учтены и воссозданы факторы, мешающие обнаружению дефектов активно тепловым методом, а именно, слой бумаги, не плотно прилегающей к объекту, места где слой краски отсутствует и металл оголен. Для сравнения один из дефектов был покрыт матовой краской, которая улучшает их обнаружение.

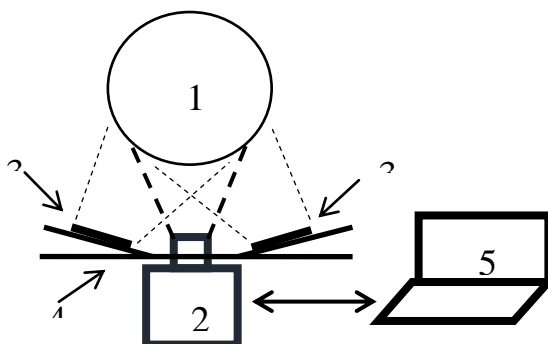


Рис. 3. Принципиальная схема проводимого эксперимента.

1. Бочка из листовой стали; 2. Тепловизор нес 9100h; 3. Две ксеноновых лампы Bowens (полная энергия импульса 3,2 кДж, длительность импульса 5 мс);
4. Удерживающая рамка; 5. Компьютер для сбора и обработки данных

В ходе данного эксперимента проводили нагрев экспериментального образца №1, двумя ксеноновыми лампами Bowens. Результатом тестов являлись последовательности из 500 термограмм, записанных с частотой 50 Гц. В дальнейшем для обработки использовали только последовательности из 25 изображений, соответствующих интервалу времени 0,5 с, в течение которых развивались и исчезали сигналы от коррозионных дефектов.

Полученные в ходе эксперимента данные тепловизионных изображений обрабатывали в программе TermoFit Pro.

Дефект №1. Дефектная зона с черным матовым покрытием, коэффициент отражения которого равен 0,96. Дефект №2. Слой бумаги, не плотно прилегающей к объекту.

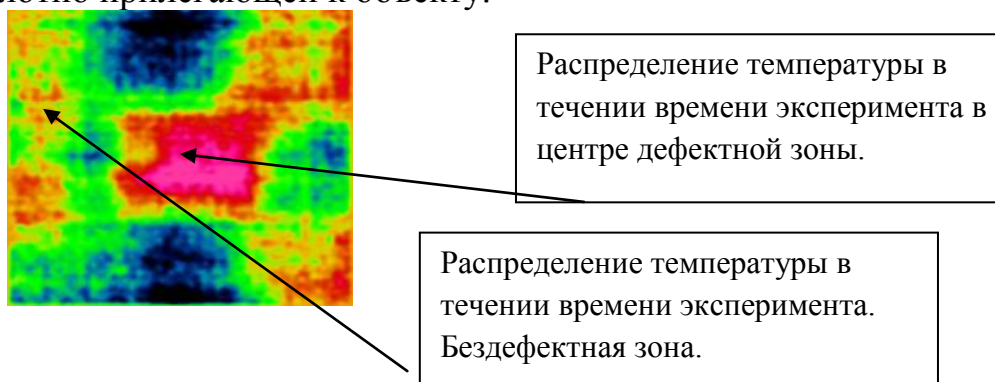


Рис. 4. PCA анализ

РСА анализ и Fourier анализ не дал результатов. По причине разогрева воздуха в полостях под оклеенной областью, выявления дефектов не представляется возможным

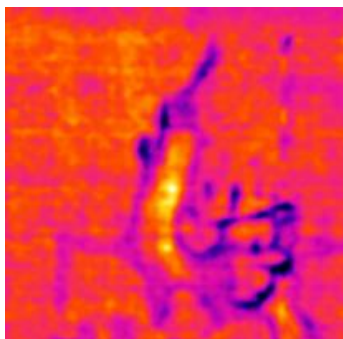


Рис. 5 РСА анализ

Дефект №3. Не окрашенная область с повреждением лакокрасочного покрытия.

На термограмме в зоне, где отсутствует лакокрасочное покрытие, не наблюдается температурных изменений из-за отражения вспышек ламп.

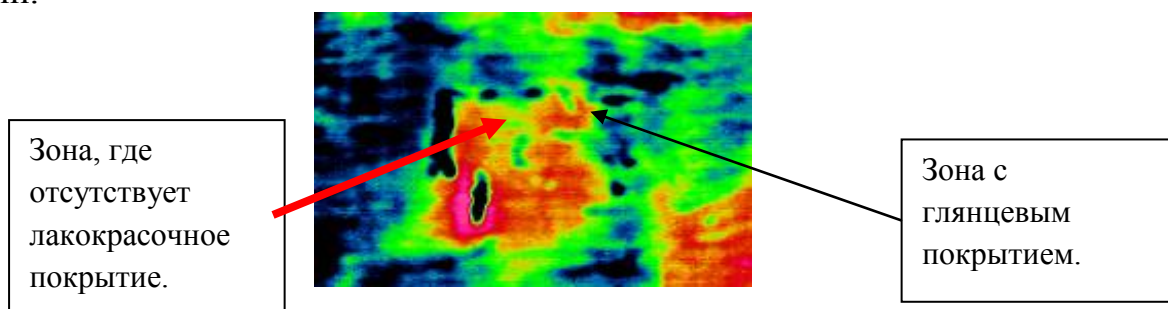
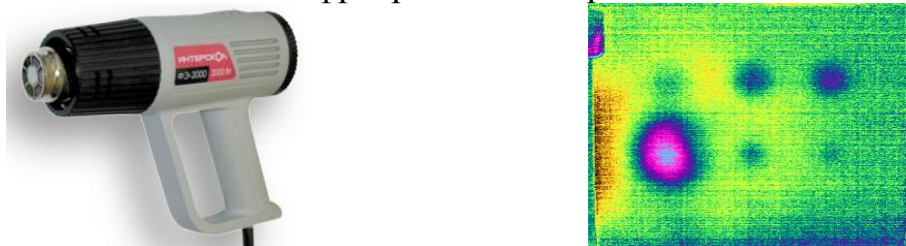


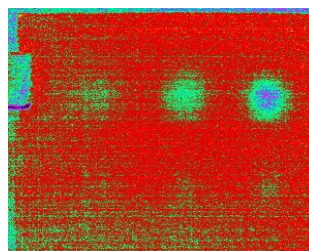
Рис. 6 РСА анализ

Для контроля образца №2 толщиной 6 мм. применялись следующие источники нагрева: промышленный фен мощностью 2 кВт, галогеновая лампа мощностью 500 Вт, резистивный полосовой нагреватель мощностью 2 кВт.

Сравнение техник нагрева продемонстрировано на рисунке 7, где приведены оптимальные инфракрасные изображения.



а) конвективный нагрев промышленным феном мощностью 2 кВт



б) оптический нагрев галогенной лампой мощностью 500 Вт



в) нагрев полосовым резистивным нагревателем мощностью 2 кВт, вручную перемещаемым вдоль поверхности объекта контроля

Рис. 7. Сравнение техник нагрева при испытаниях стандартного образца №2 толщиной 6 мм

Сравнительные результаты активного ТК образца №2 толщиной 6 мм Таблица 1

Источник нагрева	Число обнаруженных дефектов (из 9)
Промышленный фен	5
Галогенная лампа 500 Вт	4
Полосовой нагреватель	0

### Заключение

В ходе эксперимента выбранные нами факторы, препятствующие обнаружению дефекта, дали отрицательный результат. Зона с покрытием из бумаги, не позволила обнаружить дефект на всей его площади, по причине разогрева воздуха в полостях под оклеенной областью. Зона с поврежденным лакокрасочным покрытием не дала объективного результата из-за сильного отражения в местах оголенного металла, а также область с глянцевым покрытием не показала ожидаемый результат. Зона с матовым покрытием показала самый объективный результат, так как коэффициент отражения равен 0,96.

Отрицательные результаты были получены с использованием полосового нагревателя, по-видимому, из-за неоптимальной скорости сканирования поверхности. Конвективный и оптический нагрев привели к сходным результатам, обеспечивая обнаружение от четырех до шести дефектов из имевшихся в образце девяти дефектов.

## Список информационных источников

1. В.П. Вавилов Инфракрасная термография и тепловой контроль. – М.: ИД Спектр, 2009.-544с.
2. В.П. Вавилов Тепловые методы неразрушающего контроля: Справочник. М.: Машиностроение, 1991. – 264 с.
3. Вавилов В.П., Гринцато Э., Бизон П., Маринетти С. Обнаружение коррозии в стальных изделиях с помощью динамической ИК термографии // Дефектоскопия. 1994, № 9. – С. 56-65.

### РАДИОВОЛНОВОЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ ИНОРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ТРУБОПРОВОДАХ

*Стаднюк Е.И.*

*Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель: Шиян В.П., к. ф-м.н., доцент кафедры  
физических методов и приборов контроля качества*

Своевременная диагностика технического состояния трубопроводов позволяет предупреждать аварийные ситуации, связанные с повреждениями трубопроводов в процессе их эксплуатации и минимизировать затраты на ремонтно-восстановительные работы.

Известен ряд способов получения информации о состоянии линейной части магистрального трубопровода, но они не позволяют получать информацию о состоянии магистрального трубопровода в совокупном виде и обладают низкой оперативностью.

Повышения достоверности и точности полученных результатов НК можно добиться за счет применения дополнительных методов, в частности, для обнаружения инородных объектов (ИО) в трубопроводах предлагается применять радиоволновой метод контроля.

Суть метода состоит в зондировании линии передачи (трубопровода-волновода) СВЧ импульсом наносекундной длительности с последующей фиксацией времени прохода отраженного от неоднородности импульса к входному концу волновода.

Для демонстрации СВЧ метода был разработан лабораторный макет, структурная схема которого приведена на рис.1.