Кантемиров, Игорь Финсурович. Разработка методов диагностики объектов трубопроводного транспорта на основе тепловизионного контроля : диссертация ... кандидата технических наук : 05.15.13.- Уфа, 2000.- 202 с.: ил. РГБ ОД, 61 01-5/586-0

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Уфимский государственный нефтяной технический университет

На правах рукописи

КАНТЕМИРОВ ИГОРЬ ФИНСУРОВИЧ

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ОБЪЕКТОВ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ

Специальность 05.15.13

Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов,

баз и хранилищ

ДИССЕРТАЦИИЯ

на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научные руководители: доктор технических наук,

профессор Бабин Л.А.

кандидат технических наук, доцент Рафиков С.К.

Уфа 2000

СОДЕРЖАНИЕ

С

ВВЕДЕНИЕ , 5

1. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ОБЪЕКТОВ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА 15

1.1. Актуальность проблемы надежности и безопасности РВС 15

1.1.1. Факторы, определяющие надежность РВС 17

1.1.2. Анализ факторов, влияющих на концентрацию напряжений 19

1.1.3. Основные причины аварий и отказов резервуаров РВС 21

1.2. Анализ основных видов дефектов резервуаров РВС 27

1.2.1. Общие сведения о дефектах резервуарных конструкций 27

1.2.2. Классификация дефектов резервуарных конструкций 28

1.2.3. Анализ результатов дефектоскопии резервуаров РВС 30

1.2.4. Распределение дефектов по конструкции резервуара 33

1.2.5. Допустимые параметры дефектов резервуаров РВС 36

1.2.6. Анализ состояния нефтепроводов по данным диагностики 39

1.3. Основные методы технического диагностирования РВС 41

1.3.1. Актуальные вопросы технического диагностирования РВС 42

1.3.2. Экспериментальные методы оценки НДС конструкций. 46

1.3.3. Физические основы и сущность тепловизионного метода 51

ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 1 53

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО¬

ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МАТЕРИАЛОВ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЭКСПЕРТИЗЫ ДЕФЕКТОВ 54

2.1. Методы исследования напряженно-деформированного состояния

конструкций.... 54

2.1.1. Расчет теоретических коэффициентов концентрации 55

з

2.1.2. Численные методы оценки напряженно-деформированного

состояния конструкций 60

2.2. Экспертиза параметров дефектов резервуаров РВС 62

2.3. Исследования условий применения тепловизионного метода 68

2.3.1. Исследования коэффициента ИК-излучения материалов 68

2.3.2. Исследование зависимости коэффициента ИК-излучения от угла

наблюдения 72

ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 2 75

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ

МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЯХ 76

3.1. Исследования на образцах резервуарных сталей 76

3.1.1. Материал и методики исследований 76

3.1.1.1. Химический состав исследуемых сталей 76

3.1.1.2. Микроструктура исследуемого материала 77

3.1.1.3. Механические свойства исследуемых сталей 79

3.1.2. Тепловизионные исследования при испытании образцов 83

3.2. Исследования концентраторов на экспериментальной установке 89

ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 3 95

4. ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ МЕТОДОМ

ИК-ТЕРМОГРАФИИ 96

4.1. Результаты тепловизионного обследования вертикальных стальных

резервуаров РВС 96

4.1.1. Краткая характеристика обследованных резервуаров 97

4.1.2. Проведение тепловизионного обследования резервуаров 99

4.1.3. Результаты тепловизионных обследований резервуаров 102

4.2. Тепловизионное обследование воздушных переходов магистральных нефтепроводов 108

4.2.1. Актуальность задачи диагностирования воздушных переходов

магистральных нефтепроводов 108

4.2.2. Краткая характеристика воздушных переходов 109

4.2.3. Методика проведения тепловизионного обследования 116

4.2.4. Результаты тепловизионного обследования воздушных переходов

магистральных нефтепроводов 118

4.3. Исследование с помощью тепловизора условий применения метода

оптико-эмиссионной спектрометрии в резервуарных парках 124

4.4. Исследование зависимости прочностных характеристик резервуарных

сталей от химического состава 130

ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 4 137

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ. 138

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 140

ПРИЛОЖЕНИЯ 154

**ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ**

1. На основе анализа факторов, определяющих надежность РВС, для достоверной оценки технического состояния резервуаров впервые разработана методика экспертизы параметров дефектов РВС, выявляемых при диагностировании резервуаров, включающая идентификацию, двухэтапную бальную ранжировку, планирование ремонтных работ. Рассмотрены основные причины аварий и отказов РВС, распределение дефектов по конструкции резервуара.
2. На основе сравнительного анализа методов определения напряженно-деформированного состояния конструкций показаны преимущества тепловизионного контроля, который, обладая интегральностью, высокой точностью и быстродействием, позволяет оперативно в эксплуатационных условиях выявлять и оценивать области значительной концентрации механических напряжений. Исследованы условия применения тепловизионного метода и разработана методика обследования стальных резервуаров и трубопроводов с помощью тепловизора.
3. Проведены тепловизионные исследования на лабораторных образцах, на экспериментальной установке и на объектах трубопроводного транспорта. Установлено количественное влияние температуры на долю вязкого разрушения образцов резервуарных сталей ВСтЗпс, ВСтЗсп и 09Г2С. По результатам обработки термоизображений для различных дефектов получены экспериментальные значения коэффициентов концентрации напряжений, проведено сравнение их с теоретическими коэффициентами, расхождение между экспериментальными и расчетными значениями не превышает 18%. По результатам тепловизионных обследований резервуаров и воздушных переходов нефтепроводов выявлены зоны концентрации

напряжений, для которых проведены расчеты напряженно­деформированного состояния, даны рекомендации по режимам безопасной эксплуатации.

В результате специальных тепловизионных исследований на образцах сталей различной толщины и на резервуарах различных объемов показана возможность применения оптико-эмиссионных спектрометров для анализа химического состава металла стенки на действующих резервуарах. После обработки результатов определения химического состава и прочностных свойств металла стенки без вывода из эксплуатации более 200 РВС проведен сравнительный корреляционный анализ зависимости твердости по Бринеллю от эквивалента углерода металла, рассчитанного по четырем основным критериям. Предложена линейная зависимость, имеющая наилучшие показатели корреляции, связывающая значения твердости по Бринеллю и значения эквивалента углерода как критерия разрезаемости стали кислородной резкой.