**Антонов Алексей Алексеевич Разработка комплекса технических и методических средств для оценки уровня остаточных напряжений в сварных магистральных трубопроводах методом лазерной интерферометрии**

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

доктор наук Антонов Алексей Алексеевич

ВВЕДЕНИЕ

Глава 1. Обзор методов определения остаточных сварочных

напряжений

1.1. Влияние остаточных напряжений на работоспособность и долговечность сварных конструкций

1.2. Анализ методов определения остаточных напряжений, пригодных к применению на магистральных трубопроводах

1.2.1. Механические методы исследования напряженного состояния

1.2.2. Физические методы получения информации о напряженном состоянии

1.3. Особенности распределения полей остаточных напряжений в сварных конструкциях

1.4. Особенности в применении существующих методов определения остаточных напряжений для сварных конструкций

1.4.1. Особенности применения механических методов исследования напряженного состояния в сварных конструкциях

1.4.2. Особенности применения физических методов исследования напряженного состояния в сварных конструкциях

1.5. Цель и задачи работы

Выводы по главе

Глава 2. Разработка методики оценки уровня остаточных сварочных

напряжений в магистральных трубопроводах

2.1. Развитие метода лазерной интерферометрии и разработка

аппаратуры

2.1.1. Основы оптической регистрации перемещений поверхности в зоне засверловки глухого отверстия для измерения компонент напряженного состояния

2.1.2. Формирование интерференционной картины при записи перемещений

2.1.3. Расчетно-экспериментальная проверка правильности измерения перемещений новым интерферометром

2.1.4. Экспериментальное моделирование напряженного состояния для проверки достоверности метода лазерной интерферометрии

2.1.5. Экспериментальная проверка правильности оценки напряженного состояния лазерным интерферометром «ДОН-5ЦЗ»

2.1.6. Сравнительные испытания методов лазерной интерферометрии и нейтронной дифракции

2.1.7. Интерферометры серии «ЛИМОН»

2.1.8. Компактные интерферометры серии «ДОН»

2.2. Разработка и выбор отдельных конструктивных элементов и узлов комплекса «ДОН»

2.2.1. Создание рассеянного лазерного излучения и выбор диффузора

2.2.2. Снижение влияния внешней солнечной засветки

2.2.3. Разработка системы фокусировки интерферометра

2.2.4. Крепление интерферометра на исследуемой поверхности и обеспечение его работоспособности при наличии внешних высокочастотных колебаний

2.3. Выбор геометрических параметров зондирующего отверстия

2.3.1. Влияние геометрических параметров зондирующего отверстия

на величину нормальных перемещений кромки отверстия

2.3.2. Выбор оптимальных геометрических параметров глухого отверстия

2.3.3. Технология повышения чувствительности в процессе выполнения измерения в конкретной точке конструкции

2.3.4. Технологические особенности выполнения зондирующего отверстия

2.4. Расшифровка интерферограмм и повышение чувствительности метода

2.4.1. Методики расшифровки спекл-интерферограмм

2.4.2. Повышение точности измерения полей перемещений

2.4.3. Методика расшифровки для случаев расположения оптической плоскости интерферометра под углом 450 к поверхности

2.4.4. Методика определения знака тензора напряжений

2.5. Зондирующее глухое отверстие, как концентратор напряжений

2.6. Особенности измерения перемещений интерферометрическими оптическими методами

2.7. Разработка программного обеспечения для работы с интерферометром «ДОН-5ЦЗ»

2.8. Основные положения Комплексной методики определения остаточных напряжений

2.8.1. Технология определения остаточных напряжений с помощью Комплексной методики

2.8.2. Выбор физического метода и оборудования для определения напряженного состояния в зоне, прилегающей к сварному шву. 223 Выводы по главе

Глава 3. Исследование полей остаточных сварочных напряжений на

элементах магистральных трубопроводов

3.1. Распределение остаточных напряжений в стыковых сварных соединениях магистральных трубопроводов

3.2. Характер распределения остаточных напряжений, возникающих в процессе выполнения восстановительных наплавок на трубе магистрального трубопровода

3.2.1. Допустимый уровень остаточных напряжений

3.2.2. Остаточные напряжения после выполнения ремонтной наплавки

3.2.3. Напряженное состояние в зоне наплавки при различных вариантах ее заполнения

3.2.4. Остаточные напряжения на трубе подводного перехода после выполнения гипербарической ремонтной наплавки в специализированном кессоне

3.3. Напряженное состояние ремонтного участка трубопровода после аргонодугового переплава неплавящимся электродом

3.4. Остаточные напряжения после выполнения ремонтной наплавки ленточным электродом под слоем флюса

3.5. Остаточные напряжения в заводских продольных сварных

швах труб

Выводы по главе

Глава 4. Регулирование остаточных напряжений в сварных

конструкциях

4.1. Проверка эффективности некоторых методов снижения уровня остаточных напряжений на магистральных трубопроводах

4.1.1. Оценка необходимости назначения высокого отпуска стыковых сварных соединений магистрального газопровода

«Бованенково-Ухта»

4.1.2. Ультразвуковая ударная обработка

4.1.3. Проверка эффективности вибрационной обработки сварной трубной плети на резонансных частотах

4.2. Оптимизация технологий снижения уровня остаточных

сварочных напряжений

4.2.1. Определение характерных областей с высоким уровнем остаточных напряжений в зоне наплавки

4.2.2. Пример оптимизации технологии снижения уровня

остаточных сварочных напряжений

Выводы по главе

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ