Мойсейчик Евгений Алексеевич Исследование и разработка метода теплового неразрушающего контроля стальных конструкций на основе механизма деформационного теплообразования

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

доктор наук Мойсейчик Евгений Алексеевич

ВВЕДЕНИЕ

1 НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ДЕФОРМАЦИОННГО ТЕПЛООБРАЗОВАНИЯ

1.1 Теплообразование и механические свойства стали образцов

1.1.1 Теплообразование при упругой работе материала

1.1.2 Диссипация энергии при упругопластическом деформировании\_\_\_\_\_\_\_\_20

1.1.3 Деформационный нагрев в зонах дефектов и трещин

1.1.4 Макроскопический и локальный нагрев элементов конструкций при

их деформировании в условиях низкотемпературного охлаждения

1.2 Физико-химические процессы в зонах локализации деформаций при нагружении образцов и стальных элементов как причина деформационного теплообразования

1.3 Современное состояние и перспективы развития диагностики стальных конструкций с использованием тепловых методов

1.3.1 Методы выявления дефектов в элементах стальных конструкций

при тепловом неразрушающем контроле

1.3.2 Тепловые пассивные методы при исследовании работоспособности стальных строительных конструкций и их элементов

1.4 Выводы по главе

1.5 Постановка проблемы диссертационных исследований

2 ДЕФОРМАЦИОННОЕ ТЕПЛООБРАЗОВАНИЕ КАК ПРЕДВЕСТНИК РАЗРУШЕНИЯ РАСТЯНУТЫХ СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

2.1 Теплообразование как диагностический параметр при пластическом деформировании строительных сталей

2.1.1 Особенности современного проката для стальных конструкций

2.1.2 Теплообразование при ударном нагружении образца с надрезом

2.1.3 О предельной пластичности стали в надрезах

2.2 Нагрев зон зарождения разрушения в окрестности дефектов при растяжении образцов из низкоуглеродистой стали

2.2.1 Работа стали при деформировании и теплообразование

2.2.2 Теплообразование при растяжении стандартных образцов

2.2.3 Изменения структуры и строения низкоуглеродистой стали при холодном деформировании

2.2.4 Диагностирование упругой работы рамы тепловым методом

2.3 Нагрев очагов деформации стальных конструкций при растяжении

2.4 Конечно-элементный анализ напряженно-деформированного

и энергетического состояний образцов с боковыми надрезами

2.5 Выводы по главе

3 ТЕМПЕРТУРНЫЕ АНОМАЛИИ В ЗОНАХ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ЗАРОЖДЕНИЕ РАЗРУШЕНИЯ

В РАСТЯНУТЫХ ЛИСТОВЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

3.1 Нагрев пластически деформированных участков растянутых моделей

с конструктивно-технологическими дефектами

3.1.1 Теплообразование и развитие разрушения в тонких листах

с надрезами

3.1.2 Особенности теплообразования и разрушения толстых листов

3.2 Влияние дефектов в растянутом элементе на температурное поле его поверхности

3.2.1 Пластины с отверстиями и продольными разрезами

3.2.2 Пластина с боковыми вырезами

3.2.3 Квазихрупкое разрушение пластин с боковыми вырезами

3.2.4 Зарождение и развитие разрушения в образцах с накладками

3.3 Зарождение разрушения в образцах с дефектами и его связь

с теплообразованием и распределением деформационного тепла

3.4 Особенности локализации деформации в листах с дефектами и ее связь

с неоднородностью и неустойчивостью пластической деформации

3.5 Выводы по главе

4 ТЕПЛОВОЙ КОНТРОЛЬ ДЕФОРМИРУЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

И СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ СТАЛЬНЫХ СТЕРЖНЕЙ

4.1 Структурные особенности арматуры из низкоуглеродистых сталей

в недеформированном состоянии

4.1.1 Материал и методика исследования

4.1.2 Данные эксперимента и их обсуждение

4.2 Теплообразование при растяжении квазикомпозитных стержней

4.2.1 Методика исследований изменений структуры и элементного состава стержней при растяжении

4.2.2 Макроструктура и элементный состав арматурного стержня после разрушения и их связь с теплообразованием

4.3 Воздействие сварки на стержни с квазикомпозитной структурой

4.4 Тепловой контроль пригодности болтов для работы на растяжение

4.5 Выводы по главе

5 ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПЛАСТИНАХ, ВОСПРИНИМАЮЩИХ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО СДВИГОВЫЕ УСИЛИЯ В СОСТАВЕ БАЛОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

5.1 Теплообразование в стали при работе пластин с конструктивно -технологическими дефектами на сдвиг

5.1.1 Образцы без конструктивно-технологических дефектов

5.1.2 Пластина с одним отверстием

5.1.3 Пластина с двумя боковыми вырезами

5.1.4 Сдвиговой образец с двумя надрезами в окаймляющих полках

5.1.5 Образец с отверстиями в стенке и надрезами в полках

5.2 Теплообразование в элементах модельной балки

5.2.1 Результаты испытания балки и тепловыделения в ее элементах

5.2.2 Конечно-элементный анализ работы образца

5.3 Теплообразование в стенках балок при работе на сдвиг

5.3.1 Конструкция и вид экспериментальной балки

5.3.2 Данные термографии балок

5.4 Выводы по главе

6 ДЕФОРМАЦИОННОЕ ТЕПЛООБРАЗОВАНИЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

6.1 Синергетические аспекты деформирования материалов

6.2 Деформационная повреждаемость стальных элементов

6.3 Полосы скольжения при пластическом деформировании стали

6.4 Теплообразование при деформировании круглого стержня с надрезами

6.5 Деформационное теплообразование в пластине с внутренними деформационными источниками как предвестник развития макротрещин . . . . 167 6.5.1 Воздействие деформационного тепла на зарождение разрушения

в растянутых стальных листовых элементах

6.6 Механизм разрушения растянутых стальных листовых элементов

6.7 Температура материала в зонах предразрушения и расчет элементов стальных конструкций на хрупкую прочность

6.7.1 Механизм зарождения хрупкого разрушения в элементах

с конструктивно-технологическими концентраторами

6.7.2 Учет деформационного теплообразования при определении критических температур хрупкости стали

6.7.3 Моделирование и расчет сопротивления деформированию металла зоны зарождения разрушения с учетом деформационной температуры

6.8 Неразрушающий контроль температурных полей поверхности как способ повышения работоспособности стальных конструкций

6.9 Выводы по главе

7 ДИАГНОСТИКА И МОНИТОРИНГ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ ПАССИВНОГО ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ

7.1 Диагностика и мониторинг состояния стальных элементов и узлов конструкций с использованием деформационного тепла

7.2 Особенности технической диагностики с использованием компьютерной термографии

7.3 Техническая диагностика стальных конструкций с использованием компьютерной термографии в производственных условиях

7.4 Данные пассивного неразрушающего контроля подкрановых балок

7.5 О тепловом деформационном контроле растянутых шпилек сосудов

с фланцевыми соединениями

7.6 Определение напряжений на поверхности стальных элементов тепловым методом

7.7 Выводы по главе

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ТЕРМИНОВ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ И ТАБЛИЦ

ПРИЛОЖЕНИЕ Акты внедрения диссертационных исследований