Нгуен Зуй Кыонг Моделирование и оптимизация процесса экспандирования при производстве труб большого диаметра

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Нгуен Зуй Кыонг

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Методы изготовления магистральных труб большого диаметра

1.2 Производство труб в Российской Федерации и в мире

1.3 Основные технические требования к трубам большого диаметра

1.4 Типовые геометрические дефекты при производстве ТБД

1.4.1 При формовке методом JCOE

1.4.2 При формовке методом иОЕ

1.4.3 При производстве на основе формовки вальцовкой

1.5 Процесс экспандирования как финишная операция и универсальное средство корректировки изделий тангенциальным растяжением при всех методах формовки магистральных труб большого диаметра

1.5.1 Понятие процесса экспандирования и его роль в линиях производства прямошовных сварных ТБД

1.5.2 Гидромеханический экспандер

1.6 Состояние исследований процесса экспандирования и постановка задач

для работы

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГОСИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТБД ПРИ ЭКСПАНДИРОВАНИИ

2.1 Аппроксимация кривой сопротивления деформации трубной стали

2.2 Анализ напряженно-деформированного состояния с учётом зазоров между сегментами, а также контактного трения между сегментами и внутренней поверхностью трубной заготовки

2.2.1 Расчетная схема процесса экспандирования и допущения

2.2.2 Силовые параметры при экспандировании

2.2.2.1 Дифференциальные уравнения равновесия в зоне сегмента

2.3.2.2 Дифференциальные уравнения равновесия в зоне зазора

2.2.2.4 Тангенциальная деформация и толщина стенки трубной заготовки

2.3.2.5 Граничные условия и общее решение дифференциальных уравнений равновесия

2.2.2.6 Алгоритм определения параметров процесса экспандирования численным методом

2.2.2.7 Критерии для оценки степени неравномерности напряжений и

деформаций при экспандировании

2.3 Оценка качества ТБД по степени неравномерности напряжений и деформаций и классификация партий материала для получения продукции с заданными показателями качества

2.3.1 Разработанная методика оценки качества ТБД по степени неравномерности напряженно-деформированного состояния (НДС) при калибровке труб экспандированием

2.3.2 Пример, результаты и обсуждение

ГЛАВА 3. ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСПАНДИРОВАНИЯ ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ

3.1 Физическая модель процесса экспандирования

3.1.1 Подготовка к экспериментам

3.1.2 Схема экспериментов процесса экспандирования

3.2 Методика предварительного моделирования процесса экспандирования лабораторных образцов в программном комплексе QForm

3.3 Результаты и выводы относительно адекватности компьютерного моделирования на основе сравнения с данными, полученными на физической

модели процесса экспандирования

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСПАНДИРОВАНИЯ ТБД С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛИРОВАНИЙ 70 4.1 Характер моделирования процесса экспандирования ТБД в программном комплексе QForm

4.1.1 Программное обеспечение QForm и его пользовательские подпрограммы

4.1.2 Создание модели материала для использования в программной среде QForm с помощью пользовательской подпрограммы

4.1.3 Программирование конвертера компонентов тензоров напряжения и деформации из декартовых координат в полярные

4.1.4 Разработка метода определения характеристик внешней поверхности ТБД при экспандировании

4.1.5 Коэффициент остаточной упругости при экспандировании

4.1.6 Метод определения коэффициента обратного пружинения при экспандировании

4.1.7 Инструменты и алгоритм исследования при моделировании процесса экспандирования

4.2 Влияние ширины стальной полосы, начальной овальности и коэффициента трения на процесс экспандирования

4.2.1 При дефекте трубной заготовки в виде «крыши»

4.2.2 При дефекте трубной заготовки в виде «яблока»

4.2.3 Сравнение характеристик при экспандировании трубных заготовок с дефектами в виде «крыши» и «яблока»

4.3 Исследование влияния дисперсии механических свойств на процесс экспандирования

4.4 Проектирование программного обеспечения для автоматического расчета

параметров процесса экспандирования

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

ПРИЛОЖЕНИЯ А. Чертеж экспандера для физического моделирования ... 122 ПРИЛОЖЕНИЯ Б. Подпрограмма на языке LUA для добавления кривой сопротивления деформации в препроцессоре программы QForm

ПРИЛОЖЕНИЯ В. Подпрограмма на языке LUA для получения пользовательских полей из среды QForm в постпроцессоре основной

программы

ПРИЛОЖЕНИЯ Г. Программа расчета параметров процесса экспандирования ТБД 1420x21,6 мм на языке С#