Боровской Александр Сергеевич Разработка комплексной технологии термической обработки сварных соединений крупногабаритных изделий из хромомолибденованадиевой стали

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Боровской Александр Сергеевич

ВВЕДЕНИЕ

Глава 1. Влияние температуры сварки и послесварочной термической обработки на структуру и свойства сварных соединений конструкционных хромомолибденованадиевых сталей (обзор)

1.1 История вопроса

1.2 Основные требования к свойствам стали 2,25Сг-1Мо-У

1.3 Принципы легирования 2,25Сг-1Мо-У стали

1.4 Особенности послесварочной термической обработки сварных соединений корпусов нефтехимических реакторов из 2,25Cr-1Mo-V стали

1.5 Основные способы и типичные температурные режимы выполнения сварных соединений корпусов реакторов из хромомолибденованадиевой стали

1.6 Дефекты сварных соединений, причины образования. Способы борьбы

с образованием дефектов в сварных соединениях 2,25Сг- 1Мо-У стали

1.6.1 Холодные трещины

1.6.1.1 Влияние водорода на технологические и механические свойства сварных соединений хромомолибденовой стали

1.6.1.2 Обзор моделей водородного охрупчивания металла

1.6.1.3 Влияние структуры стали повышенной прочности на сопротивляемость водородному охрупчиванию

1.6.2 Трещины повторного нагрева (ТПН). Обзор существующих методов определения склонности к ТПН

1.7 Технологические сложности при изготовлении сварных соединений крупногабаритных сосудов из 2,25Сг-1Мо-У стали повышенной прочности

1.8 Случаи разрушения сварных соединений из 2,25Сг-1Мо-У стали

1.9 Выводы по главе

Глава 2. Материалы и методики исследований

2.1 Исследуемые материалы

2.2 Исследования с использованием стандартных методов

2.2.1 Химический анализ

2.2.2 Определение механических свойств

2.2.3 Испытания на длительную прочность

2.2.4 Металлографические исследования

2.3 Специальные методы исследования

2.3.1 Дилатометрические исследования

2.3.2 Определение стойкости против теплового охрупчивания

2.3.3 Химический и рентгеноструктурный анализ карбидной фазы

2.3.4 Микрофрактографическое исследование

2.3.5 Физическое моделирование процесса образования трещин повторного нагрева

2.3.6 Компьютерное моделирование режимов послесварочной термической обработки

2.3.7 Применение параметра Ларсена-Миллера для оценки влияния послесварочной термической обработки на свойства сварных соединений.... 68 Глава 3. Исследование влияния параметров послесварочного отпуска на формирование структуры и свойств металла шва сварных соединений

2,25Сг-1Мо-У стали

3.1. Изготовление сварных соединений для исследования

3.2 Исследование влияния температуры послесварочного отпуска на формирование структуры металла шва

3.3 Исследование изменения фазового состава металла шва в зависимости

от параметров послесварочного отпуска

3.4 Исследование изменения твердости по сечению сварного соединения в зависимости от температуры послесварочного отпуска

3.5 Исследование изменения характеристик прочности металла шва под влиянием послесварочных отпусков различной температуры и продолжительности

3.6 Выводы по главе

Глава 4. Исследование влияния параметров послесварочного отпуска на склонность сварных соединений 2,25&-1Мо^ стали к образованию холодных трещин

4.1 Оценка влияния параметров послесварочного отпуска на содержание водорода в сварных соединениях 2,25Сг-1Мо-У стали

4.2 Исследование влияния температуры и продолжительности послесварочного отпуска на сопротивление хрупкому разрушению металла шва и ЗТВ сварных соединений 2,25Сг-1Мо-У стали

4.3 Опробование выбранных параметров послесварочного отпуска на пробах, имитирующих сварные соединения корпусов нефтехимических реакторов

4.4 Уменьшение термических напряжений при проведении послесварочного отпуска для снижения вероятности образования холодных трещин

4.4.1 Расчёт нагрева обечайки с продольным швом по режиму промежуточного послесварочного отпуска

4.4.2 Расчет нагрева полукорпуса реактора на промежуточный послесварочный отпуск кольцевого шва с учетом промежуточной выдержки

4.5 Выводы по главе

Глава 5. Исследование влияния параметров послесварочного отпуска на склонность сварных соединений 2,25Сг-1Мо-У стали к образованию трещин повторного нагрева

5.1 Изготовление сварного соединения для исследования влияния температуры послесварочного отпуска на склонность сварных соединений 2,25Сг-1Мо-У стали к образованию трещин повторного нагрева

5.2 Исследование влияния температуры отпуска на склонность металла шва 2,25Сг-1Мо-У к образованию трещин повторного нагрева с помощью физического моделирования

5.3 Исследование влияния температуры отпуска на склонность металла шва 2,25Сг-1Мо^ к образованию трещин повторного нагрева с помощью

натурных испытаний и сопоставление полученных данных с результатами

физического моделирования

5.4 Выводы по главе

Глава 6. Промышленное опробование и внедрение температурного режима сварки и термической обработки сварных соединений корпусов реакторов из 2,25Cr-1Mo-V стали

6.1 Оценка влияния послесварочного отпуска на служебные свойства натурных сварных соединений 2,25Cr-1Mo-V стали

6.2 Промышленное опробование температурных параметров сварки и режимов послесварочной термической обработки, внедрение производственной схемы послесварочных отпусков

6.3 Выводы по главе

Основные результаты и выводы

Список сокращений и условных обозначений

Список использованной литературы