Заводов Сергей Александрович Создание жаропрочного никелевого сплава для дисков перспективных газовых турбин на основе компьютерного метода оптимизации его состава и свойств

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Заводов Сергей Александрович

Содержание

Стр.

Введение

1 Литературный обзор

1. 1 Развитие газотурбинных двигателей и требования к материалам для 9 дисков ГТД

1.2 Современное состояние газотурбинного двигателестроения и его 11 перспективы

1.3 Задачи развития никелевых жаропрочных сплавов для дисков газовых 13 турбин

1.4 Компьютерное моделирование никелевых жаропрочных сплавов, 23 формирование задач развития методов оптимизации применительно к дисковым материалам

1.5 Проблематика с технологией деформационной обработки дисковых 27 сплавов

1.6 Цели и задачи работы

2 Материалы и методики исследования

2.1 Методы численного анализа и моделирования

2.2 Методология металлургического производства

2.3 Используемые методы деформации

2.4 Анализ структуры, химического и фазового состава

2.5 Исследования прочностных характеристик

2.6 Выводы

3 Разработка метода компьютерного моделирования химического состава 52 дисковых никелевых жаропрочных сплавов

3.1 Анализ расчетных методов оптимизации составов сплавов

3.2 Разработка модельных зависимостей «состав-свойства» 58 применительно к дисковым жаропрочным никелевым сплавам

3.3 Анализ особенностей влияния легирующих элементов на 61 прочностные характеристики дисковых и лопаточных жаропрочных никелевых сплавов

3.4 Разработка компьютерного метода оптимизации составов дисковых 71 жаропрочных никелевых сплавов

3.4.1 Охрупчивающие фазы в жаропрочных никелевых сплавах и 73 аналитические методы предотвращения их образования

3.4.2 Анализ изменения критериальных зависимостей, используемых в 74 методе New Phacomp при усложнении легирования никелевых жаропрочных сплавов

3.4.3 Основные особенности разработанного метода компьютерного 89 моделирования дисковых жаропрочных никелевых сплавов

3.5 Выводы

4 Разработка жаропрочного никелевого сплава СДЖС-15 для дисков 95 газовых турбин нового поколения

4.1 Анализ влияния легирующих элементов на структуру и 97 эксплуатационные свойства дисковых сплавов на основе никеля

4.2 Химический состав никелевых сплавов

4.3 Разработка состава нового сплава для дисков газовых турбин СДЖС-

4.4 Выводы 115 5. Разработка режимов деформации сплава СДЖС-15

5.1 Деформационная обработка литых никелевых сплавов (литературный 117 обзор)

5.2 Исследование структуры исходного слитка

5.3 Изучение деформируемости сплава СДЖС-15

5.4 Разработка деформационной обработки заготовок из сплава СДЖС-

5.5 Упрочняющая термическая обработка деформированных заготовок из 155 сплава СДЖС-15

5.6 Механические испытания образцов из сплава СДЖС-15, полученных 174 деформационной и упрочняющей термической обработкой

5.6.1 Подготовка образцов для механических испытаний

5.6.2 Испытания на растяжение

5.6.3 Испытания на длительную прочность

5.7 Выводы

6 Разработка технологии получения штамповок полноразмерных дисков 179 ТВД из сплава СДЖС 15-ИД (этап практической реализации)

6.1 Опытные работы по получению полноразмерных штамповок диска 182 ТВД из сплава СДЖС 15-ИД

6.2 Изготовление детали-демонстратора из сплава СДЖС 15-ИД

6.3 Выводы

7 Заключение 195 Список использованной литературы 197 Приложение 1 216 Приложение 2 217 Приложение