

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ, МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«Харьковский политехнический институт»

А. В. Бойко, Ю. Н. Говорущенко, М. В. Бурлака

Применение вычислительной аэродинамики к оптимизации лопаток турбомашин

Монография

Харьков НТУ «ХПИ» 2012

УДК 62-135/136

ББК 31.363

Б77

*Публикуется по решению
Ученого совета НТУ «ХПИ»
(протокол № 1 от 20.01.2012 г.)*

Рецензенты:

З. Г. Братута, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»;

*А. Л. Шубенко, д-р техн. наук, проф., Институт проблем машиностроения
НАНУ, чл.-корр. НАН Украины*

Бойко А. В.

Б77 Применение вычислительной аэродинамики к оптимизации лопаток турбомашин : монография / А. В. Бойко, Ю. Н. Говорущенко, М. В. Бурлака. - Харьков : НТУ "ХПИ", 2012. - 192 с. - На рус. яз.

ISBN 978-617-05-0010-6

Рассматриваются проблемы применения вычислительной аэродинамики к оптимизации лопаток турбомашин на примере создания алгоритма оптимизации сложного тангенциального навала решеток осевых турбин. Исследовано влияние простого и сложного тангенциального навала на структуру трехмерного течения, коэффициент интегральных потерь и расход рабочего тела в кольцевых направляющих решетках осевых турбин.

Предназначена для научных сотрудников, специалистов в области энергомашиностроения, а также аспирантов и студентов соответствующих специальностей.

Ил. 110. Табл. 18. Библиогр.: 62 назв.

УДК 62-135/136 ББК 31.363

© Бойко А. В., Говорущенко Ю. Н., Бурлака М. В., 2012

ISBN 978-617-05-0010-6

© НТУ «ХПИ», 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Основные условные обозначения

Введение

Глава 1. ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ПОВЫШЕНИЮ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕШЕТОК ОСЕВЫХ ТУРБИН.

- 1.1. Пространственное вязкое течение в решетках осевых турбин
- 1.2. Способы повышения аэродинамической эффективности решеток осевых турбин
- 1.3. Методы вычислительной аэродинамики в задаче аэродинамической оптимизации турбинных решеток
- 1.4. Методы оптимизации для получения высокоэффективных турбинных решеток с использованием CFD

Глава 2. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ РЕШЕТОК ОСЕВЫХ ТУРБИН

- 2.1 Представление геометрии лопатки
 - 2.1.1. Форматы файлов хранения лопатки
 - 2.1.2. Поверхностное представление (BREP). Форматы SYL и OFF
 - 2.1.3. Точечное представление
 - 2.1.4. Процедурное описание формы лопаток. Форматы CURVE и RTZT
 - 2.1.5. Формат CUR
- 2.2. Проекция плоского профиля на цилиндрическую поверхность
- 2.3. Стекинг
- 2.4. Формообразование боковых поверхностей лопатки
- 2.5. Трехмерная параметрическая модель турбинной решетки
- 2.6. Трехмерная расчетная сетка
 - 2.6.1. Построение сеток
 - 2.6.2. Топология H-сетки
 - 2.6.3. Структуры данных
 - 2.6.4. Геометрия H-сетки
 - 2.6.5. Управление сгущением сетки
 - 2.6.6. Форматы файлов хранения сеток

2.6.7. Визуализация

2.7. Универсальный формат хранения данных в CED

2.8. CFD инструментарий

2.9. Оптимизационный подход

2.9.1. Макромоделирование

2.9.2. ЛП поиск

2.10. Алгоритм пространственной аэродинамической оптимизации решеток осевых турбин

Глава 3. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ РАСЧЕТА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ТРЕХМЕРНОЙ ЛОПАТКИ НА ТЕЧЕНИЕ В ТУРБИННОЙ РЕШЕТКЕ

3.1. Выбор параметров расчета и геометрии расчетной области, обеспечивающих наилучшее совпадение с экспериментом

3.1.1. Влияние геометрии расчетной области

3.1.2. Влияние сетки

3.1.3. Влияние модели турбулентности

3.1.4. Верификация трехмерного расчета направляющей турбинной решетки

3.2. Определение влияния простого тангенциального навала на течение в кольцевой турбинной решетке

3.3. Определение влияния сложного тангенциального навала на течение в кольцевой турбинной решетке

3.4. Оценка корректности оптимизации кольцевой изолированной турбинной решетки

Глава 4. АПРОБАЦИЯ РАЗРАБОТАННОГО АЛГОРИТМА ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ С СОХРАНЕНИЕМ РАСХОДА ЧЕРЕЗ РЕШЕТКУ

4.1. Определение эффективности алгоритма оптимизации при различных a/l с искривлением лопатки по методу 1

4.2. Определение эффективности алгоритма оптимизации при различных a/l с искривлением лопатки по методу 2

4.3. Анализ причин повышения аэродинамической эффективности пространственно оптимизированных турбинных решеток

Выводы

Приложения

Список использованных источников