

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

На правах рукописи

ТЕМЧЕНКО СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 621.165

**ОБРАТНАЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ
ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОЛЬЦЕВЫХ
ДИФФУЗОРНЫХ КАНАЛОВ ТУРБОМАШИН**

Специальность 05.05.16 – турбомашины и турбоустановки

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель
Субботович Валерий Петрович,
доктор технических наук,
старший научный сотрудник

Харьков 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
РАЗДЕЛ 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДИФFUЗОРНЫХ КАНАЛОВ ТУРБОМАШИН.....	11
1.1 Основные режимы течения в кольцевом канале турбомашин.....	11
1.2 Численное моделирование течения с использованием современных программ	20
1.3 Постановка и метод решения прямой и обратной задачи расчета течения в диффузоре.....	25
1.4 Цель и задачи исследования	30
Выводы по разделу.....	31
РАЗДЕЛ 2 МЕТОД РЕШЕНИЯ ПРЯМОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ СВОБОДНЫХ УЧАСТКОВ ОСЕВОГО КОЛЬЦЕВОГО КАНАЛА	33
2.1 Система уравнений, описывающая течение в свободном участке осевого кольцевого канала	34
2.2 Выбор вида безразмерной функции тока	41
2.3 Постановка и метод решения прямой задачи для свободного участка канала при заданном угле закрутки потока.....	44
2.4 Сравнение результатов расчета ступени турбины по зазорам с данными ее экспериментальных исследований	50
Выводы по разделу	54
РАЗДЕЛ 3 МЕТОДЫ РАСЧЕТА ОСЕСИММЕТРИЧНОГО ПОТОКА В КОЛЬЦЕВЫХ КАНАЛАХ	55
3.1 Система уравнений, описывающая осесимметричный поток в осерадиальном канале	55
3.2 Постановка и метод решения прямой задачи в осерадиальном канале.....	57
3.3 Постановка и метод решения обратной задачи в осевом кольцевом канале.....	60

3.4 Сравнение результатов решения прямой задачи в коническом диффузоре с экспериментальными данными	88
Выводы по разделу	93
РАЗДЕЛ 4 ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕЗОТРЫВНОГО ОСЕКОЛЬЦЕВОГО ДИФFUЗОРА ПРИ ОГРАНИЧЕНИИ НА ОСЕВОЙ И РАДИАЛЬНЫЙ ГАБАРИТЫ	95
4.1 Алгоритм для оптимального проектирования осевых кольцевых диффузорных каналов на основе обратной аэродинамической задачи.	96
4.2 Система определения внутренних потерь в диффузоре	100
4.3 Проектирование осевого кольцевого диффузора	103
Выводы по разделу	109
РАЗДЕЛ 5 СРАВНИТЕЛЬНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСЕКОЛЬЦЕВЫХ ДИФFUЗОРОВ	110
5.1 Верификация CFD программы применительно к осекольцевым коническим диффузорам	110
5.2 Сравнение характеристик осекольцевых диффузоров различной длины со степенью расширения $n = 2$ при осевом входе потока $\Delta\alpha = 0^\circ$	117
5.3. Исследование влияния угла входной закрутки потока $\Delta\alpha$ на характер течения и характеристики осекольцевых диффузоров с $n = 2$	118
Выводы по разделу	126
ВЫВОДЫ.....	127
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	129
ПРИЛОЖЕНИЕ. АКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ..	146