Алимов, Сергей Викторович. Повышение энергоэффективности стационарных режимов работы установок охлаждения газа с частотно - регулируемым электроприводом : диссертация ... кандидата технических наук : 05.09.03 / Алимов Сергей Викторович; [Место защиты: Сам. гос. техн. ун-т].- Самара, 2011.- 116 с.: ил. РГБ ОД, 61 11-5/2777

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение

Высшего профессионального образования

Самарский государственный технический университет

На правах рукописи

04201162908

АЛИМОВ Сергей Викторович

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СТАЦИОНАРНЫХ

РЕЖИМОВ РАБОТЫ УСТАНОВОК ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗА

С ЧАСТОТНО - РЕГУЛИРУЕМЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Специальность 05.09.03 - Электротехнические комплексы и системы

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор А.М. Абакумов

Самара-2011

Содержание

ВВЕДЕНИЕ 4

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ 12

1.1 Современное состояние проблемы 12

1.2 Краткий обзор работ по моделированию и оптимизации процессов

охлаждения газа 24

1.3 Характеристика объекта управления 28

Выводы по главе 1 31

Глава 2. АНАЛИТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ 33

2.1 Характеристики электропривода 35

2.2 Аэродинамические процессы 38

2.3 Процессы теплообмена 42

2.3.1 Теоретический анализ процессов теплообмена в аппаратах

воздушного охлаждения газа 42

2.3.2 Экспериментальное исследование тепловых характеристик АВО ... 45

Выводы по главе 2 62

Глава 3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИЯ СТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ

УОГ 63

3.1 Общая постановка задачи оптимизации режимов работы УОГ 63

3.2 Постановка задачи оптимизации для типового УОГ 65

3.3 Аналитическое решение задачи 74

Выводы по главе 3 78

ГЛАВА 4. АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ АВО ГАЗА 79

4.1 Анализ влияния вариаций тепловых характеристик АВО на оптимальное решение 79

з

4.2 Анализ эффективности оптимальных алгоритмов управления 82

4.3 Реализация оптимальных алгоритмов управления 92

4.4 Синтез регулятора температуры САУ АВО газа 94

Выводы по главе 4 102

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 104

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 106

ПРИЛОЖЕНИЯ 115

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований получены следующие основные результаты.

1. Подтверждена возможность линейной аппроксимации зависимости скорости (расхода) воздуха через теплообменник АВО от частоты вращения (частоты напряжения, подаваемого на электродвигатель) вентилятора АВО.
2. Подтверждено, что момент на валу вентилятора (статический момент) при постоянном угле атаки лопастей зависит от частоты вращения п вентилятора во второй степени, а мощность на валу зависит от относительной скорости в третьей степени.
3. Впервые получены математические модели, устанавливающие взаимосвязь перепада температуры на АВО от управляющих воздействий в виде частоты вращения вентиляторов, частоты напряжения, подаваемого на электродвигатели вентиляторов, скорости потока воздуха через теплообменник АВО.
4. Разработана общая постановка задачи оптимизации режимов работы УОГ в стационарных режимах по критерию минимума потребляемой мощности электродвигателей вентиляторов.
5. Поставлена частная задача оптимизации режимов работы типовой установки охлаждения газа в стационарных режимах и разработана методика ее решения при ряде упрощающих допущений.
6. Показано, что при отличающихся тепловых характеристиках отдельных частей теплообменника, что принципиально присуще АВО газа, для достижения оптимального по критерию минимума потребляемой мощности режима работы АВО необходимо на первый и второй вентиляторы подавать отличающиеся по величине управляющие воздействия.
7. Получены выражения для расчета оптимальных значений управляющих воздействий, обеспечивающих требуемый температурный перепад на АВО при минимуме потребляемой мощности электродвигателей.
8. На основе разработанной методики оптимизации показано, что при отличающихся значениях коэффициентов передачи первой и второй части теплообменника, что принципиально присуще аппаратам воздушного охлаждения газа, оптимальные значения управляющих воздействий на первый и второй вентиляторы должны быть различны.
9. Установлено, что в условиях, когда требования технологического задания по температурному перепаду могут быть выполнены включением только одного из вентиляторов, оптимальным является алгоритм одновременного управления частотой вращения обоих вентиляторов.
10. Показано что в условиях, когда требования технологического

задания по температурному перепаду могут быть выполнены включением одного из вентиляторов на номинальную частоту вращения и

регулированием частоты вращения второго вентилятора, оптимальным является алгоритм одновременного управления частотой вращения обоих вентиляторов.

1. Проанализирована эффективность различных алгоритмов управления частотой вращения- электродвигателей вентиляторов типовой установки охлаждения газа.
2. Предложена структура системы автоматического управления

температурой газа на выходе УОГ, реализующая оптимальные алгоритмы управления. На основе моделирования показано, что САУ с

синтезированным регулятором обеспечивает высокое качество управления температурой на выходе УОГ в условиях действия различных возмущений.