

Э. Э. МЕРКЕР, Д. А. ХАРЛАМОВ, А. А. АНСИМОВ

**ТЕПЛОВЫЕ
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОЦЕССЫ
ВО ВРАЩАЮЩИХСЯ ОБЖИГОВЫХ
ПЕЧАХ**

Старый Оскол
ТНТ
2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА 1. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ ДЛЯ ОБЖИГА ИЗВЕСТНЯКА	8
1.1. Анализ основных направлений исследования теплотехнических характеристик при работе обжиговых печей	8
1.2. Анализ теплообменных характеристик топливного факела во вращающейся печи	20
1.3. Особенности эксплуатации коротких вращающихся печей обжига известняка для производства извести	30
Выводы	37
ГЛАВА 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ВРАЩАЮЩИХСЯ ПЕЧЕЙ	38
2.1. Теплотехнические исследования и анализ на основе данных теплового баланса агрегата	38
2.2. Роль коэффициента расхода воздуха и теплообмен в обжиговой печи	53
2.3. Оценка основных показателей работы вращающихся печей обжига для производства извести	69
2.4. Оптимизация обжига цементного клинкера во вращающейся печи	72
Выводы	80
ГЛАВА 3. ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ ОБЖИГА ИЗВЕСТНЯКА ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ	82
3.1. Теплообмен и обжиг известняка в печи	82
3.2. Зависимость качества обожжённых материалов от режима работы вращающихся печей	87
3.3. Теплопередача между слоем зернистых частиц и стенкой вращающегося барабана	91
Выводы	98
ГЛАВА 4. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ОБЖИГЕ ИЗВЕСТНЯКА ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ	99
4.1. Исследование системы аспирации воздуха, поступающего из холодильника вращающейся печи	99

4.2. Анализ теплового баланса агрегата	107
4.3. Математическое моделирование процесса обжига сырья во вращающихся трубчатых печах	121
4.4. Математическая модель тепловой работы вращающейся печи на основе учёта сопряжённого теплообмена между шихтой и печным пространством	130
4.5. Интенсификация теплообмена во вращающихся печах обжига для производства извести	132
Выводы	134

ГЛАВА 5. АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ОБЖИГА И ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ ВРАЩАЮЩИХСЯ ПЕЧЕЙ

136

5.1. Взаимосвязь режима обжига и показателей тепловой работы вращающейся печи	136
5.2. Анализ технологических показателей работы печей	150
5.3. Новые разработки топливосжигающих устройств	154
Выводы	164

ГЛАВА 6. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ И АНАЛИЗ ТЕПЛООБМЕНА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗОНАХ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ

168

6.1. Анализ теплообмена в зонах печи	169
6.2. Моделирование аэродинамики горелочных устройств вращающихся печей	179
Выводы	185

ГЛАВА 7. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ВРАЩАЮЩИХСЯ ОБЖИГОВЫХ ПЕЧЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОАКСИАЛЬНОЙ ГАЗОВОЙ ГОРЕЛКИ

186

7.1. Об особенностях работы коаксиальной газовой горелки	187
7.2. Теплотехнические преимущества при работе коаксиальной газовой горелки в печи	196
7.3. Исследование аэродинамики диффузионного коаксиального факела в печах	204
Выводы	212

ГЛАВА 8. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СООТНОШЕНИЕМ ТОПЛИВО-ВОЗДУХ	213
8.1. Контролируемые параметры работы вращающихся печей	213
8.2. Аэродинамические исследования при работе вращающейся печи обжига известняка	221
8.3. Компьютерная система для расчёта коэффициента расхода воздуха, идущего на горение топлива	230
8.4. Экспериментальная проверка адекватности математического моделирования процесса выгорания газообразного топлива в турбулентном факеле	238
Выводы	245
ГЛАВА 9. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАБОТКИ ОПЫТНЫХ ДАННЫХ РАБОТЫ ВРАЩАЮЩИХСЯ ОБЖИГОВЫХ ПЕЧЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ АГРЕГАТА	246
9.1. Результаты анализа работы компьютерной системы для управления режимом сжигания топлива	247
9.2. Оптимальное управление режимами работы технологических печей в нефтеперерабатывающей промышленности	257
9.3. Влияние горелочного устройства для сжигания топлива на технико-экономические показатели работы вращающихся печей	262
9.4. Контроль теплоты сгорания газового топлива и коэффициента избытка воздуха по электропроводности пламени	279
Выводы	284
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	285
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	290