

Использование усовершенствованной модели теплообменного аппарата позволит провести дополнительные исследования системы охлаждения опубликованные в [2].

### Список литературы

1. Федоровский К.Ю. Исследование теплопередачи через обшивку корпуса судна в замкнутых системах охлаждения: Дис. канд. техн. наук: 05.08.05. – Севастополь, 1981. – 233 с.

2. Ениватов В.В., Кабанов А.А., Токарев Д.А., Кириллов Л.Д. Оптимизация регулирования температуры в замкнутых системах охлаждения энергетических установок объектов морской инфраструктуры/ Вестник СевНТУ., - Сб. науч. труд., Вып. 153/2014, - Серия: Механика, энергетика, экология. – С. 36-43.

*Погрей Александр Альбертович*, студент 4 курса института кораблестроения и морского транспорта Севастопольского государственного университета, г. Севастополь, РФ

*Научный руководитель – Токарев Денис Александрович*, кандидат технических наук, доцент кафедры энергоустановок морских судов и сооружений Севастопольского государственного университета, г. Севастополь, РФ

УДК 622.48

## АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ РОЗЖИГА ТОПКИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО КИПЯЩЕГО СЛОЯ

**Токарев О.В., Неежмаков С.В.**

**DOI: 10.12737/15123**

**Аннотация.** Изучается процесс розжига топки низкотемпературного кипящего слоя с использованием средств математического моделирования, а также синтезируется система автоматического управления процессом розжига по предложенному авторами алгоритму.

**Ключевые слова:** алгоритм управления, розжиг топки, процесс горения, низкотемпературный кипящий слой.

Процесс розжига топki низкотемпературного кипящего слоя (НТКС) рассматривается для использования каменного угля повышенной зольности (40-80%), как основного топлива, и мазута марки 40, как дополнительного топлива. Запуск топki НТКС включает в себя предварительный разогрев сыпучей твердой массы до температуры горения угля посредством горелки низкого давления и плавный переход от дополнительного топлива к основному. В настоящее время данный процесс происходит в ручном режиме, что приводит к увеличению длительности розжига топki и, как следствие, чрезмерным затратам на дополнительное топливо. Так же нельзя исключать человеческий фактор, который создает предпосылки для перегрева или погасания слоя, что чревато дополнительными материальными затратами.

В пакете Simulink разработана модель запуска топki НТКС, представленная на рисунке 1. Передаточная функция процесса горения твердого топлива (1) представляет собой подключенные последовательно блоки транспортного запаздывания и апериодического звена первого порядка [1]:

$$W_{VtT}(p) = \frac{K_{tt}}{p \cdot T_{tt} + 1} \cdot e^{-p\tau_{tt}} \quad (1)$$

где  $K_{tt}$  - передаточный коэффициент, кДж/м<sup>3</sup>;

$T_{tt}$ ,  $\tau_{tt}$  - постоянные времени горения и транспортного запаздывания, с.

Передаточная функция НТКС имеет вид апериодического звена первого порядка:

$$W_{QT}(p) = \frac{K_{sl}}{p \cdot T_{sl} + 1} \quad (2)$$

где  $K_{sl}$  - передаточный коэффициент, °С/кДж;

$T_{sl}$  - постоянная времени слоя, с.

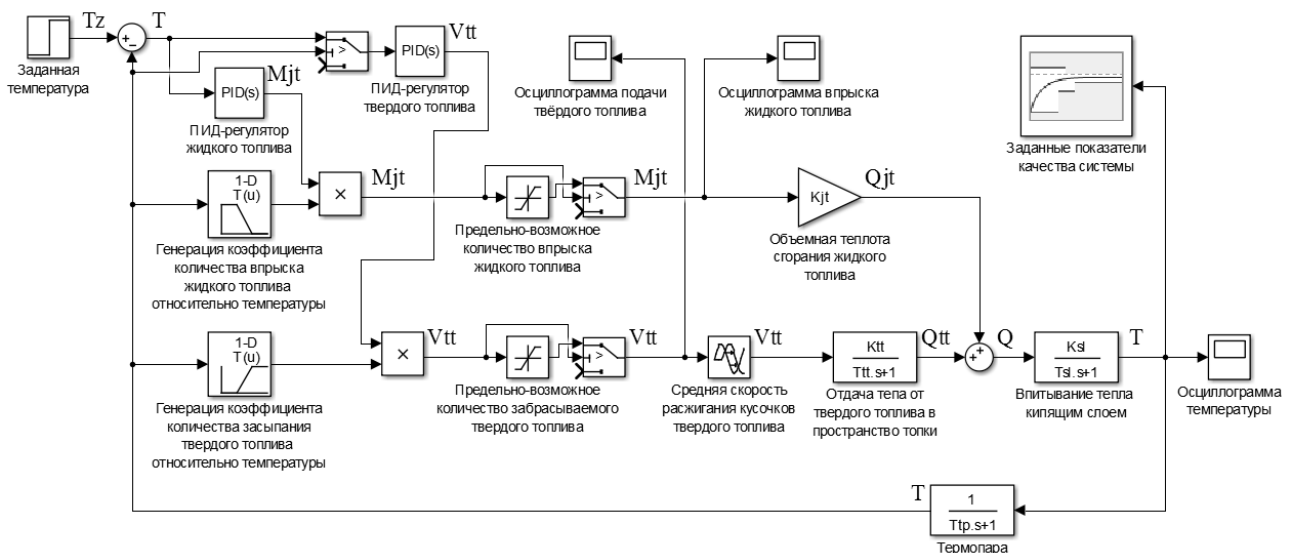


Рисунок 1 – Модель розжига НТКС в пакете Simulink

Использованы параметры горения мазута, взятые из ГОСТ 10585-75, для марки 40 с содержанием серы не более 2,0 %. Заданы реальные предельно возможные (максимальные и минимальные) величины расхода угля посредством механического забрасывателя ЗП-600 и расхода мазута через форсунку низкого давления.

Алгоритм предусматривает плавный переход от дополнительного к основному топливу в промежутке нагрева топки от 780°C до 820°C, при этом заданная температура топки находится на уровне 850°C. Реализуется это изменением координирующих коэффициентов от 0 до 1 для угля и от 1 до 0 для мазута. Коэффициенты корректируют выход ПИД-регуляторов, что позволяет производить плавную замену жидкого топлива на рабочее твердое.

Для настройки ПИД-регуляторов использовался встроенный в Simulink блок Check Step Response Characteristics. Регуляторы настраивались поочередно отдельно друг от друга. Пример настройки ПИД-регулятора по контуру дополнительного топлива по заданным показателям качества отображен на рисунке 2.

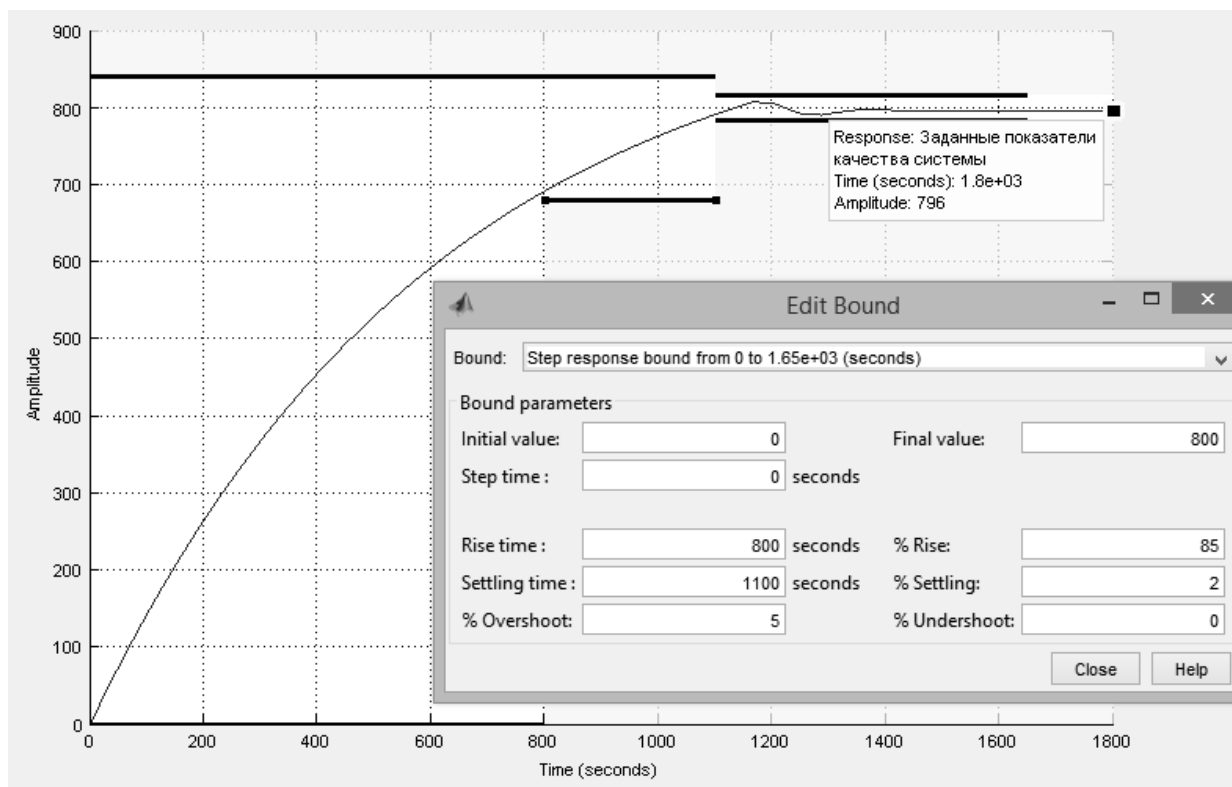


Рисунок 2 – Результат настройки ПИД-регулятора по контуру дополнительного топлива в пакете Simulink

В процессе запуска топки НТКС необходимо следить за поддержанием температуры в пределах от 650°C до 950°C во избежание затухания или спекания слоя, что так же отрабатывает данная система автоматического розжига.

Переходный процесс, занимает 20 минут, что как минимум вдвое меньше времени розжига топки НТКС в ручном режиме, которое иногда доходит до одного часа.

Стоит отметить, что данный алгоритм был предложен для розжига топки НТКС впервые и имеет следующие недостатки:

- не предусмотрен механизм управления котлом в режиме горячего резерва;
- имеется необходимость настройки регуляторов, основываясь на повторном пересчете математической модели при значительных изменениях параметров твердого топлива, что, возможно, потребует привлечения сторонних специалистов.

Одновременно алгоритм обладает следующими преимуществами:

- простота технической реализации с помощью программируемых логических контроллеров или интегральных схем на микропроцессорах и микроконтроллерах;

- относительно быстрый процесс розжига топки НТКС, который в 1,5-2 раза короче запуска в ручном режиме;

- отработка алгоритма производится без участия оператора, что позволяет избежать ошибок, связанных с человеческим фактором, и дает возможность перейти к дальнейшему совершенствованию структуры системы управления процессом розжига.

### Список литературы

1. Неежмаков С.В. Исследование математической модели топки кипящего слоя шахтного автономного воздухоподогревателя / С. В. Неежмаков // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. - Вип. 8. Т. 10. Мелітополь: ТДАТУ, 2008. С. 173 – 180.

*Токарев Олег Владимирович*, магистрант 1-го года обучения факультета компьютерно-информационных технологий и автоматизации Донецкого национального технического университета, г. Донецк, ДНР, Украина

*Научный руководитель - Неежмаков Сергей Владимирович*, кандидат технических наук, доцент кафедры «Горная электротехника и автоматика им. Р.М. Лейбова» Донецкого национального технического университета, г. Донецк, ДНР, Украина

УДК 004.891

## АНАЛИЗ СОГЛАСОВАННОСТИ ДАННЫХ В МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ СОЦИАЛЬНО-ЗНАЧИМОГО ПОВЕДЕНИЯ

**Торопова А.В.**

**DOI: 10.12737/15124**

**Аннотация.** Предложен метод анализа согласованности данных респондентов в модели оценки интенсивности социально-значимого поведения. Рассмотрена модель рискованного поведения и ее модификация.