

УДК 621.181

## Создание лабораторных работ на основе моделей технологических объектов с использованием SCADA - системы TRACE MODE 6.0

Унукович А. Ю.

Научный руководитель: Воюш Н. В.

Подготовка специалистов по техническим направлениям в высших учебных заведениях и профессионально-технических училищах непременно включает в себя проведение лабораторных работ и наглядных экспериментов с целью лучшего понимания материала. Однако в связи со стремительным развитием технологий, используемые ранее лабораторные установки со временем теряют свою актуальность, либо приходят в негодность из-за износа. Замена этих установок связана с существенными материальными затратами, на что могут пойти далеко не все учебные заведения. Кроме того, установки, воссоздающие технологические процессы, зачастую занимают большое пространство, требуют применения высоких температур, давлений, больших значений токов и напряжений, а также потребляют значительную мощность. По этим, а также иным причинам в последнее время в образовании широко применяется компьютерное моделирование технологических процессов для проведения лабораторных опытов. Перед преподавательским коллективом встает задача поиска готовых, а в случае отсутствия таковых, создания новых лабораторных работ с применением программ позволяющих разрабатывать модели технологических объектов и протекающих в них процессов.

Целью данной работы является разработка комплекса лабораторных работ с использованием моделей технологических объектов для студентов, обучающихся на энергетическом факультете БНТУ по специальности «Автоматизация и управление энергетическими процессами на тепловых электрических станциях». В этот комплекс планируется включить работы охватывающие изучение практически всех систем автоматического регулирования, применяемых на тепловых электрических станциях, в том числе системы автоматического регулирования уровня в барабане котла, системы автоматического регулирования температуры перегретого пара, системы автоматического регулирования давления пара в магистрали, системы автоматического регулирования подачи топлива и воздуха в топку котла итд. Внешний вид модели, используемой в первой лабораторной работе по изучению системы автоматического регулирования температуры перегретого пара, представлен на рисунке 1.

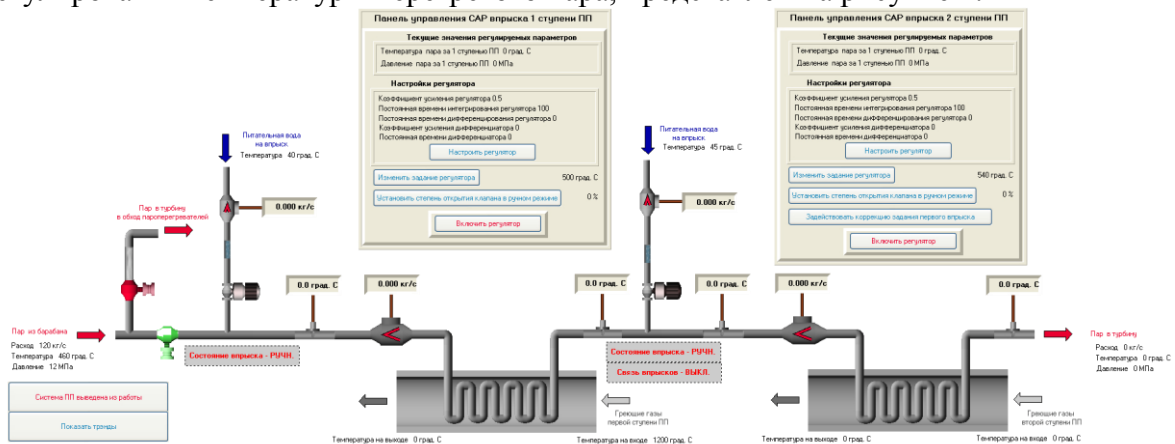


Рис. 1. Внешний вид модели.

В качестве основных элементов модели можно выделить четыре последовательно включенных теплообменника: регулируемый впрыск перед первой ступенью пароперегревателя (теплообменник смешивающего типа), первая ступень пароперегревателя (теплообменник поверхностного типа), регулируемый впрыск перед второй ступенью пароперегревателя (теплообменник смешивающего типа) и вторая ступень пароперегревателя (теплообменник поверхностного типа) соответственно.

Впрыск воды в пар смоделирован по правилам расчета теплообменников смешивающего типа на основе баланса энтальпий пара и воды до и после впрыска, с учетом того что процесс протекает по изобаре, то есть давление пара остается неизменным. При этом для определения недостающих параметров пара используется таблица термодинамических свойств воды и пара [4].

Каждая из ступеней пароперегревателя смоделирована с использованием нормативного метода теплового расчета котлов [5]. При этом на каждом цикле пересчета текущих параметров модели задаются приближенные значения температуры и давления пара на выходе ступеней пароперегревателя, а затем в цикле рассчитываются уточненные значения на основании входных параметров пара, приближенных выходных параметров, температуры греющих газов на входе в ступень пароперегревателя, параметров используемого топлива и конструктивных параметров каждой из ступеней пароперегревателя. Время пересчета текущих параметров модели на каждом шаге составляет от 50 до 300 мс. Для уточнения значений температуры и давления пара на выходе ступени на каждой итерации цикла пересчета используется метод деления пополам [1]. Расчет уточненных значений температуры и давления пара на выходе ступени на каждом шаге занимает от 18 до 50 мс. Погрешность расчета при этом не превышает 1%. Дальнейшее уменьшение погрешности значительно увеличивает длительность процесса пересчета уточненных значений, что может увеличить время пересчета текущих параметров модели на каждом шаге свыше 1 с, а это недопустимо по условию возможного искажения отображаемой информации.

Во всех расчетах для нахождения значений промежуточных, либо конечных параметров, заданных в виде двумерных таблиц применяется метод билинейно-кусочной интерполяции [1].

Помимо теплообменников, являющихся основным оборудованием, в данной модели также представлены измерительные приборы, позволяющие получать информацию о текущем состоянии системы, термопары и расходомеры. Они смоделированы в виде инерционных звеньев первого порядка.

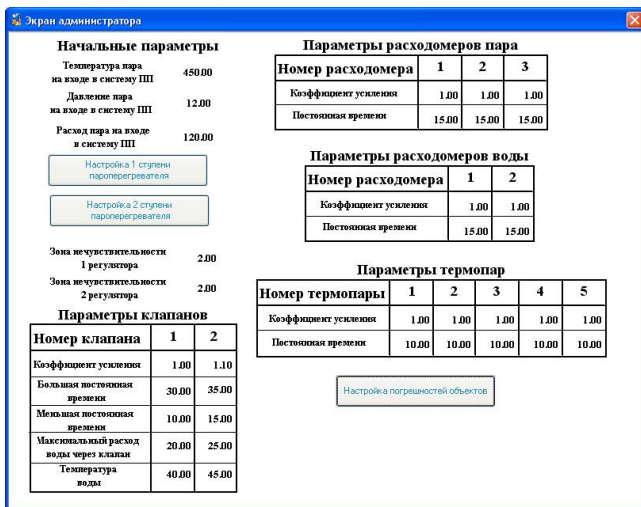


Рис. 2. Экран параметров модели

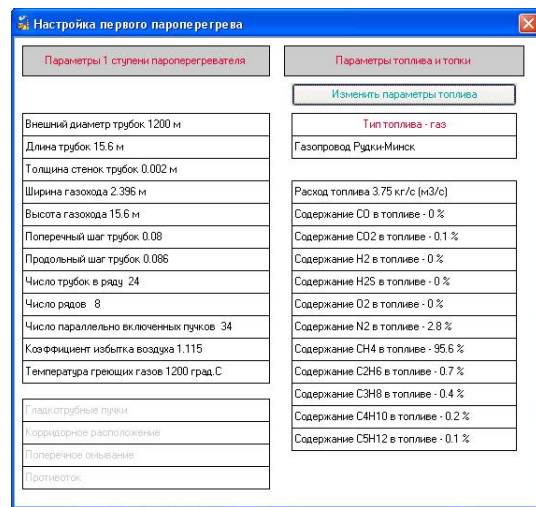


Рис.3. Экран параметров ступени ПП

Настройки параметров всех технологических объектов модели скрыты от студента на отдельных экранах, которые представлены на рисунках 2 и 3. Доступ к этим экранам имеет лишь преподаватель.

Основным объектом интереса студентов в данной работе является двухконтурная система автоматического регулирования с дифференцированием промежуточного параметра температуры перегретого пара за местом впрыска, своя для каждой из ступеней пароперегревателя. Непосредственно студенту доступны лишь органы управления этой САР, и его задачей при выполнении лабораторной работы с использованием данной модели является изучение влияния настроек регулятора на отработку системой возмущений. При создании системы автоматического регулирования применены готовые блоки Trace Mode Регулятор и Дифференциатор. Сигналы на эти блоки заведены с выходов измерительных приборов, а все настройки блоков предоставлены студентам для редактирования в реальном времени. Контроль отработки системой возмущений осуществляется по графику, на котором отображаются изменения температуры пара в точках парового тракта, где установлены термодатчики.

В ходе создания лабораторной работы была использована интегрированная среда разработки АСУ ТП Trace Mode 6. В состав продукта входит широкая база графических элементов, которая позволила создать наглядную модель, достаточно приближенную по внешнему виду к реальной установке и удобно сгруппировать все органы управления этой моделью, закрыв студентам доступ к некоторым из них. Моделирование технологических процессов было осуществлено с использованием встроенных в Trace Mode языков программирования стандарта IEC61131-3.

#### Литература:

1. Бахвалов Н.В., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. - М: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. 632 с., ил.
2. Кулаков Г.Т. Анализ и синтез САР: Спр. пособие. – Мн.: Выш. шк., 2000
3. Плетнев Г.П. Автоматизация технологических процессов и производств теплоэнергетики: Учебник для ВУЗов. – М.: Издат. дом, МЭИ, 2007. – 352с
4. Ривкин С. Л., Александров А. А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. - М.: Энергия, 1980. – 424 с., ил.
5. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод). Издание 3-е, переработанное и дополненное. – СПб.: Издательство НПО ЦКТИ, 1998. – 256 с., ил.
6. Хрусталева Б.М., Несенчук А.П., Романюк В.Н. Техническая термодинамика. Ч.1 – Мн.: Технопринт, 2004. – 486 с