

УДК 664.951.3

## Внедрение аппаратно-программной системы автоматизации процесса дымогенерации с ИК-энергоподводом

А.Н. Папуша<sup>1</sup>, А.Б. Власов<sup>2</sup>, Ю.В. Шокина<sup>3</sup>, К.Б. Аллояров<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Естественно-технический факультет МГТУ, кафедра механики сплошных сред и морского нефтегазового дела*

<sup>2</sup> *Судомеханический факультет МА МГТУ, кафедра электрооборудования судов*

<sup>3</sup> *Технологический факультет МГТУ, кафедра технологий пищевых производств*

**Аннотация.** Разработана система автоматизации инфракрасного дымогенератора, предназначенная для уменьшения энергопотребления и поддержания заданных параметров процесса получения дымовоздушной смеси практически свободной от канцерогенов. Приведены результаты внедрения системы автоматизации.

**Abstract.** The automation system of an infrared smoke generator has been elaborated. The system is designed for decrease of energy consumption and maintaining planned parameters for production of smoke-air mixture virtually free of carcinogenic agents. The results have been presented for elaboration of automation system.

**Ключевые слова:** копчение, канцерогенная безопасность продукции, дымогенерация, ИК-энергоподвод, система автоматизации  
**Key words:** smoking, carcinogenic safety of product, smoke generation, infrared energy supply, system of automation

### 1. Введение

На кафедре технологий пищевых производств МГТУ при участии кафедр электрооборудования судов и автоматики и вычислительной техники ведутся работы по совершенствованию ИК-дымогенератора (ИК-ДГ), главным преимуществом которого является генерация дымовоздушной среды (ДВС) с минимальным содержанием канцерогенных веществ. В ходе исследований тепловых потоков ИК-ДГ 2у при помощи разработанного метода количественной термографии был разработан комплекс технических и технологических мер, направленных на оптимизацию тепловых потоков и повышение энергетической эффективности (Аллояров и др., 2011а).

С целью повышения энергоэффективности была поставлена задача разработки схемы автоматизации процесса дымогенерации с ИК-энергоподводом, обеспечивающей соблюдение энергосберегающих режимов эксплуатации при поддержании заданных параметров дымообразования.

### 2. Разработка и внедрение программно-аппаратной системы автоматизации

В результате проведенных исследований разработана программно-аппаратная система управления ИК-ДГ 2у. Функциональная схема автоматизации представлена на рис. 1.

Изготовлен промышленный образец системы автоматизированного контроля и поддержания заданных параметров дымообразования на основе разработанной функциональной схемы автоматизации (Аллояров, 2011б). Управление температурным режимом пиролиза достигнуто за счет способа увлажнения топлива водяным паром и контролем источников энергии. Экономия энергии достигается путем сокращения непрерывной работы ТЭНа и учета особенностей экзотермической реакции пиролиза топлива.

Спецификация приведена в таблице 1.

Таблица 1. Спецификация схемы автоматизации ИК-ДГ 2у

Поз. обозн.	Наименование	Кол.
ТЕ	Преобразователь температуры первичный измерительный	6
ТС	Регулятор температуры	6
У	Преобразователь сигнала	6
LD	Датчик и регулятор уровня	1
UTYR	Модуль аналогового ввода температуры	1
UKSH	Логическое устройство управления температурой	1

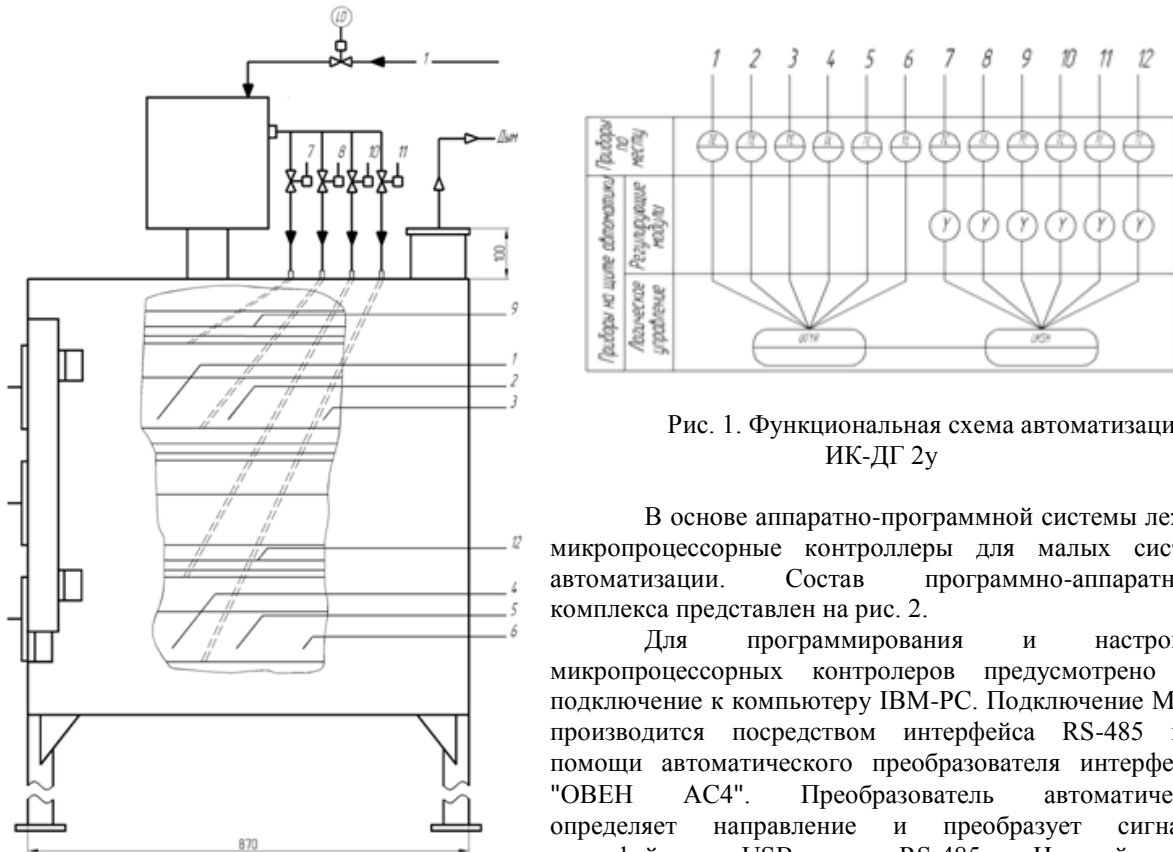


Рис. 1. Функциональная схема автоматизации ИК-ДГ 2у

В основе аппаратно-программной системы лежат микропроцессорные контроллеры для малых систем автоматизации. Состав программно-аппаратного комплекса представлен на рис. 2.

Для программирования и настройки микропроцессорных контроллеров предусмотрено их подключение к компьютеру IBM-PC. Подключение МВА производится посредством интерфейса RS-485 при помощи автоматического преобразователя интерфейса "ОВЕН АС4". Преобразователь автоматически определяет направление и преобразует сигналы интерфейсов USB и RS-485. Настройка и

программирование МВА-8 производится в утилите "Конфигуратор МВА-8". Программирование ПЛК-100 осуществляется в специальной SCADA-системе 3S CODESYS. Текст программы в интерфейсе 3S CODESYS представлен на рис. 3. Программа состоит из двух блоков, первый на языке FBD, второй – на языке ST. Во втором блоке выбирается максимальная температура из трех значений, полученных с датчиков в топливной кассете. В первом блоке на основании максимальной температуры задается управляющее воздействие: включение/выключение ТЭНа, включение/выключение насосов.

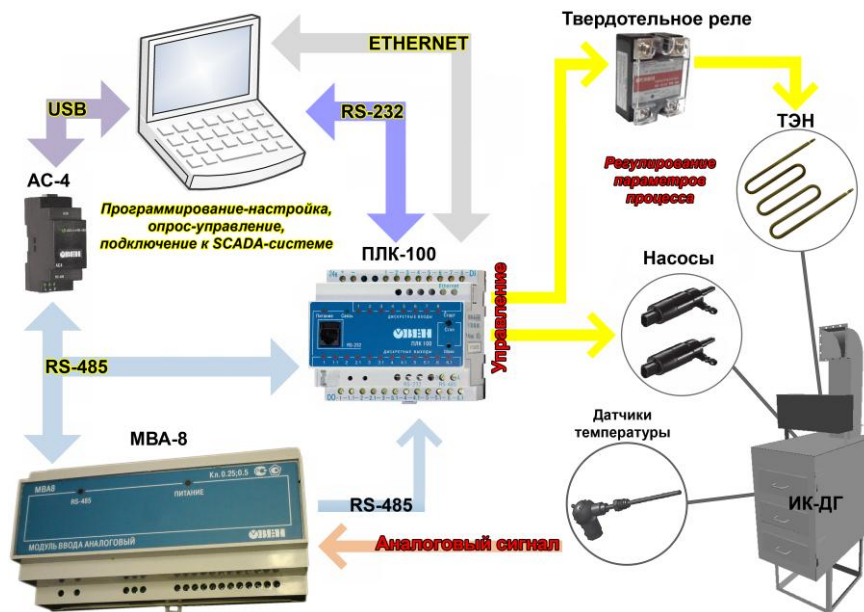
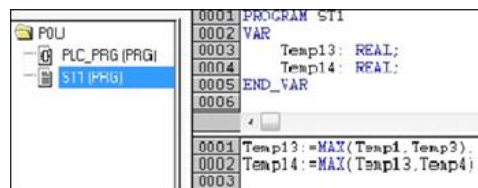
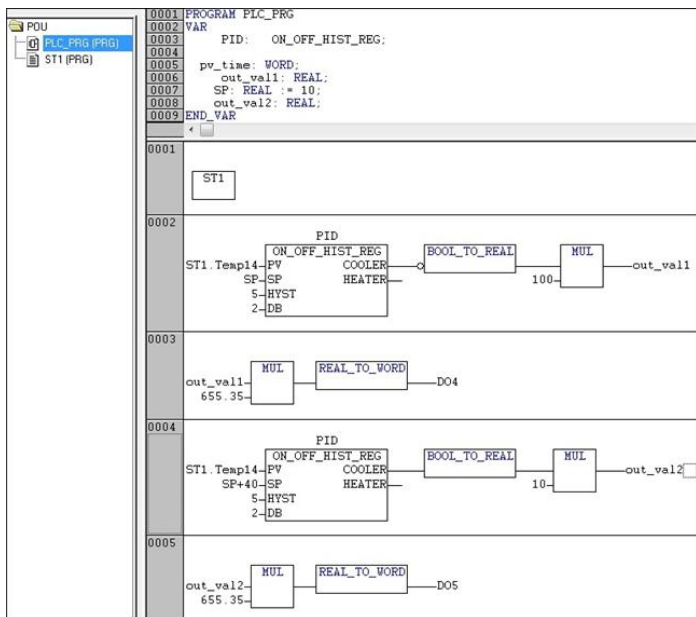


Рис. 2. Состав программно-аппаратного комплекса



б)

Рис. 3. Текст управляющей ПЛК-100 программы:  
а) первый блок программы; б) второй блок программы

По умолчанию после включения оборудования и программно-аппаратной системы управление происходит полностью автоматически. Обслуживающий персонал осуществляет только перезарядку топливных кассет. Вода подается в бак-накопитель из магистрального трубопровода через

фильтр грубой очистки без участия персонала.

Результаты настройки режимов системы автоматики для контроля и поддержания заданных параметров процесса дымогенерации с ИК-энергоподводом представлены на рис. 4 и рис. 5.

Таблица 2. Продолжительность основных этапов цикла дымогенерации

	Период нагрева, мин	Продолжительность стационарного дымообразования, мин	Продолжительность процесса, мин
Модернизированный ИК-ДГ 2у неавтоматизированный	80	160	240
Модернизированный ИК-ДГ 2у автоматизированный	40	120	160

График на рис. 4 характеризуется стихийным течением процесса. При анализе графика на рис. 5 видны результаты работы системы автоматики: температура верхнего дымообразующего слоя находится в заданном интервале. Продолжительность периода нагрева сократилась с 1 часа 20 минут до 40 минут. Время работы нагревательного элемента, а следовательно, и потребление электроэнергии уменьшилось на 43 %.

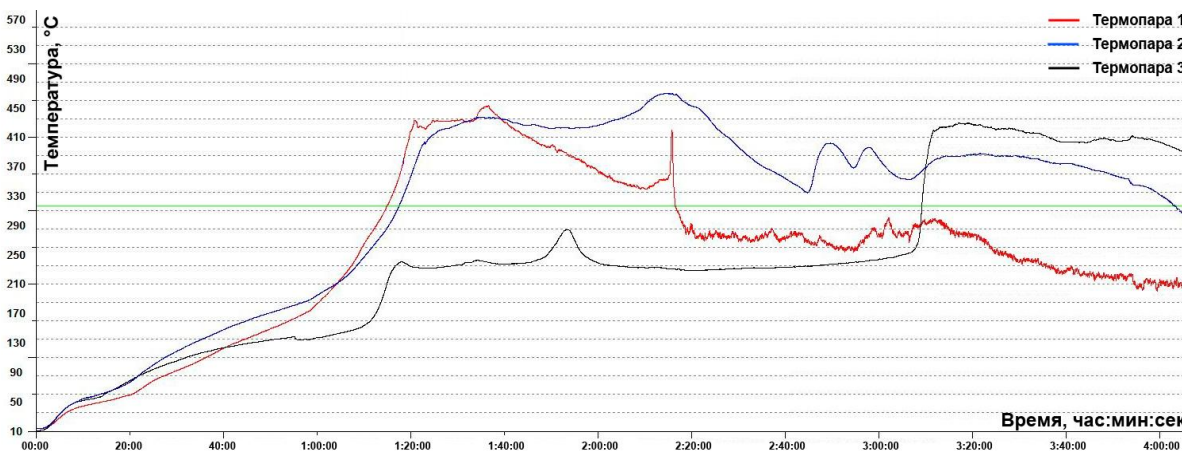


Рис. 4. Динамика изменения температуры верхнего слоя до внедрения системы автоматического управления процессом дымогенерации

Исходя из полученных результатов, температура на отдельных участках в определенное время превышала допустимые значения, однако при помощи регулирования в короткий промежуток времени температуру дымообразования удавалось вернуть в желаемый диапазон. Время работы ТЭНа сократилось почти в два раза, следовательно, почти в два раза сократилось потребляемая мощность. Потребление системы автоматизации и насосов значительно меньше (менее 0,3 кВт/ч), чем потребление ТЭНа (2,5 кВт/ч, табл. 3).

Таблица 3. Энергопотребление элементов системы автоматизации

Название компонента системы	Кол-во, шт	Потребляемая мощность, кВт/ч
ТЭН	1	2,5
Блок питания	1	0,2
Водяной насос	2	0,036
МВА-8	1	0,01
ПЛК-100	1	0,006

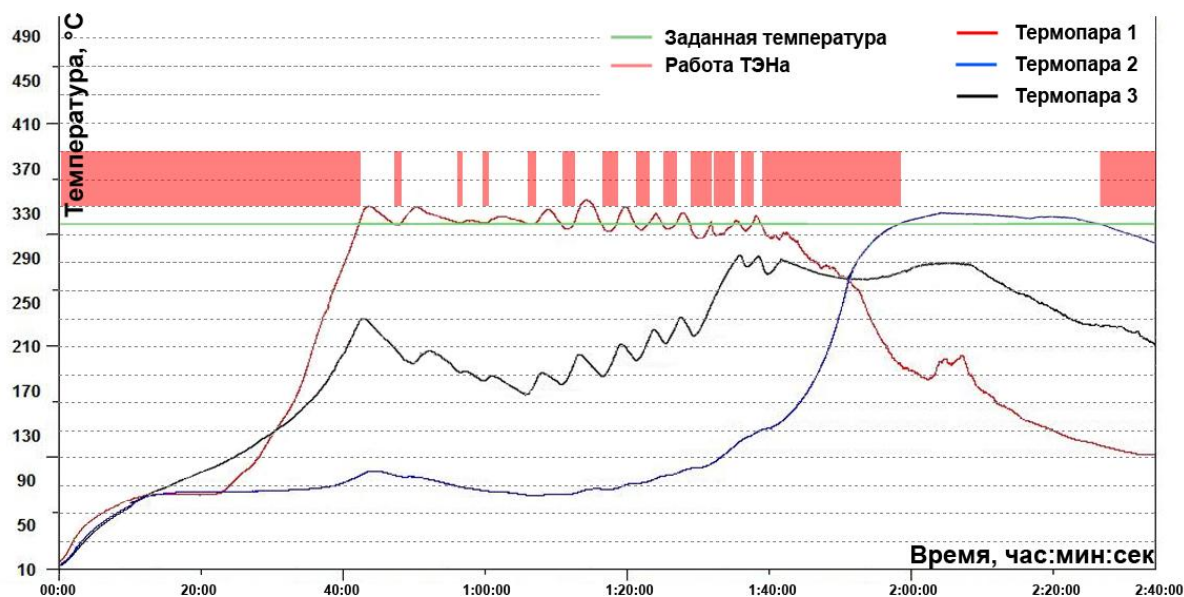


Рис. 5. Динамика изменения температуры верхнего слоя после внедрения системы автоматического управления процессом дымогенерации

### 3. Заключение

Разработанная система автоматизации позволяет сократить энергозатраты почти в 2 раза путем сокращения непрерывной работы ТЭНа и учета экзотермической реакции пиролиза топлива.

Внедрение системы автоматического управления процессом дымогенерации с ИК-энергоподводом от ТЭНов существенно повышает надежность получения копильной среды с минимальным содержанием канцерогенных веществ по сравнению с неавтоматизированным вариантом такого дымогенератора.

### Литература

Аллойров К.Б., Власов А.Б., Шокина Ю.В. Повышение энергоэффективности ИК-дымогенератора на основе оценки тепловых потоков методом количественной термографии. *Вестник МГТУ*, т.14, № 3, с.515-519, 2011а.

Аллойров К.Б. Разработка схемы автоматизации процесса дымогенерации с ИК-энергоподводом. *Наука и образование – 2011: Материалы междунар. научно-техн. конф. (Мурманск, 7-12 апр. 2011)*. Мурманск, МГТУ, с.807-813, 2011б. Шифр Информрегистрa: 0321100504.