

## Физические аспекты регулирования процесса сжигания топлива в роликовой печи с использованием устройства для обеспечения экологической безопасности

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Проведено исследование факторов формирования экологической опасности при эксплуатации роликовой печи. Предложены устройства регулирования процесса сжигания топлива с учетом максимальной экономии газа; функциональная схема регулирования и измерения температуры с целью обеспечения экологической безопасности.

**Ключевые слова:** роликовая печь; рольганги; электромагнитный клапан безопасности; пирометр; регулятор соотношения газ-воздух.

### Введение

В настоящее время двух зонная роликовая печь для термообработки труб работает на газе низкого давления без устройства обеспечения безопасности и регулирования процессов сжигания топлива [1,4]. Для экологической безопасности необходимо осуществить надежную работу печи с учетом максимальной экономии газа и качественной термообработки труб [2,3]. Описание модернизируемого объекта представлено в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики модернизируемого объекта

Тип печи		Проходная роликовая печь (двухзонная)
Назначение		термообработка нержавеющей труб
Температура термообработки		800 ...1250°С
Размеры печи рабочего пространства	длина	9,9 м
	ширина	1,17 м
	высота	1,6 м
Топливо		природный газ
Тип горелок		труба в трубе (без завихрителя)
Количество горелок		64 шт.
Давление газа на печь		900 мм в.ст.
Температура уходящих дымовых газов		400°С
Максимальный расход газа на печь		380 м <sup>3</sup> /ч
Расход газа на одну горелку		в среднем 5...6 нм <sup>3</sup> /ч
Температура воды на выходе из ролика		45...55°С
Давление воздуха на печь		600 мм в.ст.
Среднечасовая загрузка печи трубами		2т/ч
Максимальная часовая загрузка печи трубами		2,5т/ч

Примечание: Толщина кладки стен - 580 мм, горелки установлены в шахматном порядке. На печи не установлен рекуператор. Вытяжка дымовых газов - вверх. Измерение температуры дымовых газов осуществляется в дымоходе на высоте 2 м над печью.

Для решения поставленной задачи необходимо:

- установить, взамен существующих горелок 64 горелка типа ВІС 65 НВ-300/335-(34)Е;
- установить на каждый блок из четырех горелок, электромагнитный клапан и регулятора соотношения «газ-воздух» для автоматизации безопасности и регулирования процесса сжигания газа;
- заменить существующий электромагнитный клапан безопасности ПНК, установленный на подводящем газопроводе, усовершенствованным электромагнитным клапаном;
- установить регулирующие заслонки с электроприводом на подводах воздуха к каждой из двух зон нагрева труб в печи;
- установить автоматические устройства безопасности и регулирования процесса сжигания топлива;
- заменить существующие коллекторы подвода газа к каждой из двух зон нагрева труб в печи.

### Регулирование процесса сжигания топлива

Печь для закалки нержавеющей труб разделена на две зоны: по ходу перемещаемых труб - первая зона, за ней - вторая. Общее количество горелок 64 штук, по 32 горелки на каждую зону (рис.1).

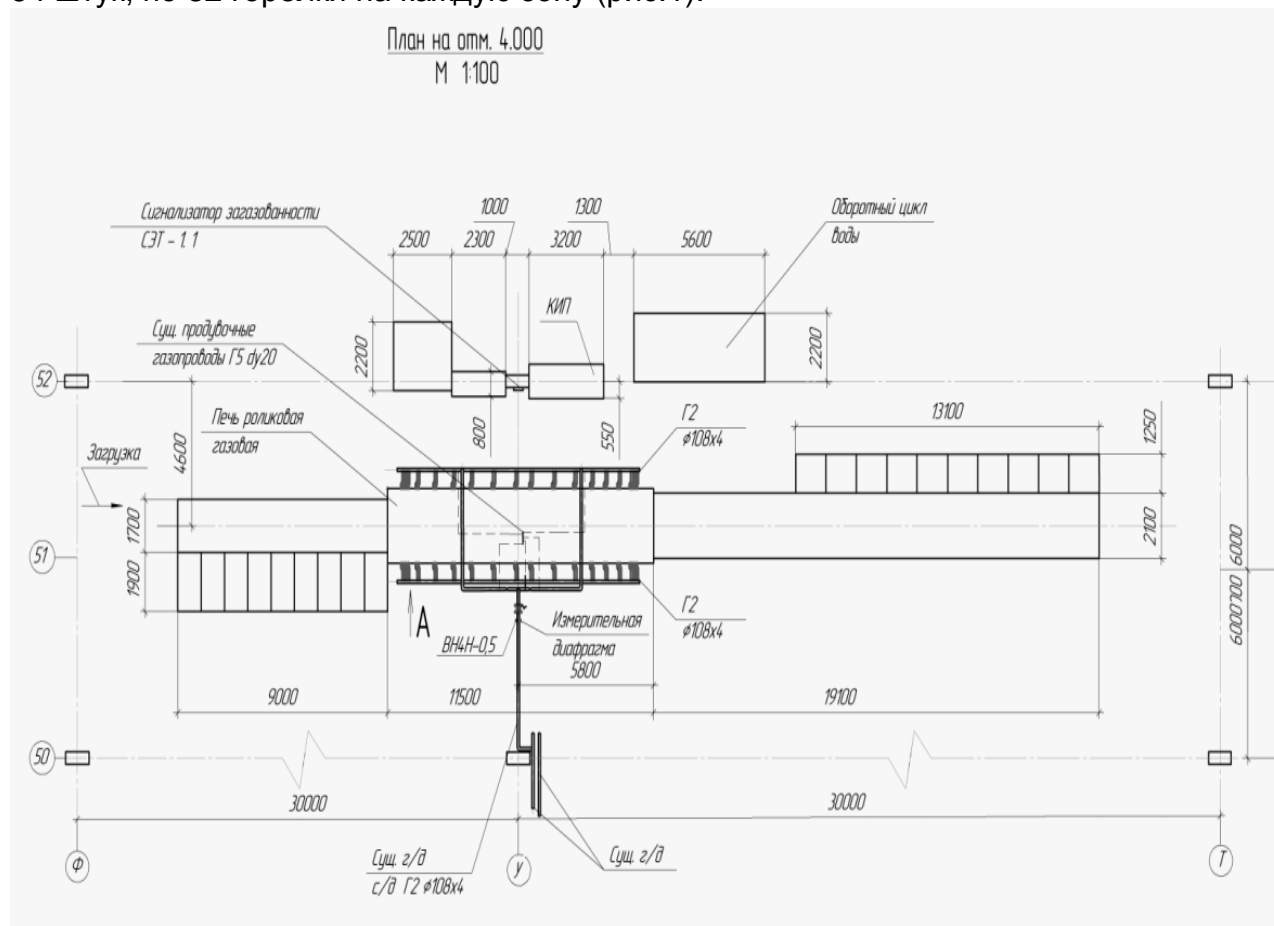


Рис. 1. Роликовая печь для термообработки труб

При использовании горелок компании «Кромшродер» производительность горелок регулируется по воздуху, т.е. воздух первичный, газ вторичный. Общий расход газа печью выполняется существующей измерительной диафрагмой, установленной на подводящем газопроводе.

Температура в каждой зоне измеряется с помощью пирометров Тера 50. С выходов пирометров нормализованные сигналы подаются на регулирующие приборы ТРМ 151. В зависимости от заданной температуры приборы ТРМ 151 выдают управляющие сигналы на исполнительные механизмы регулирующих заслонок подачи воздуха на горелки (рис. 2).

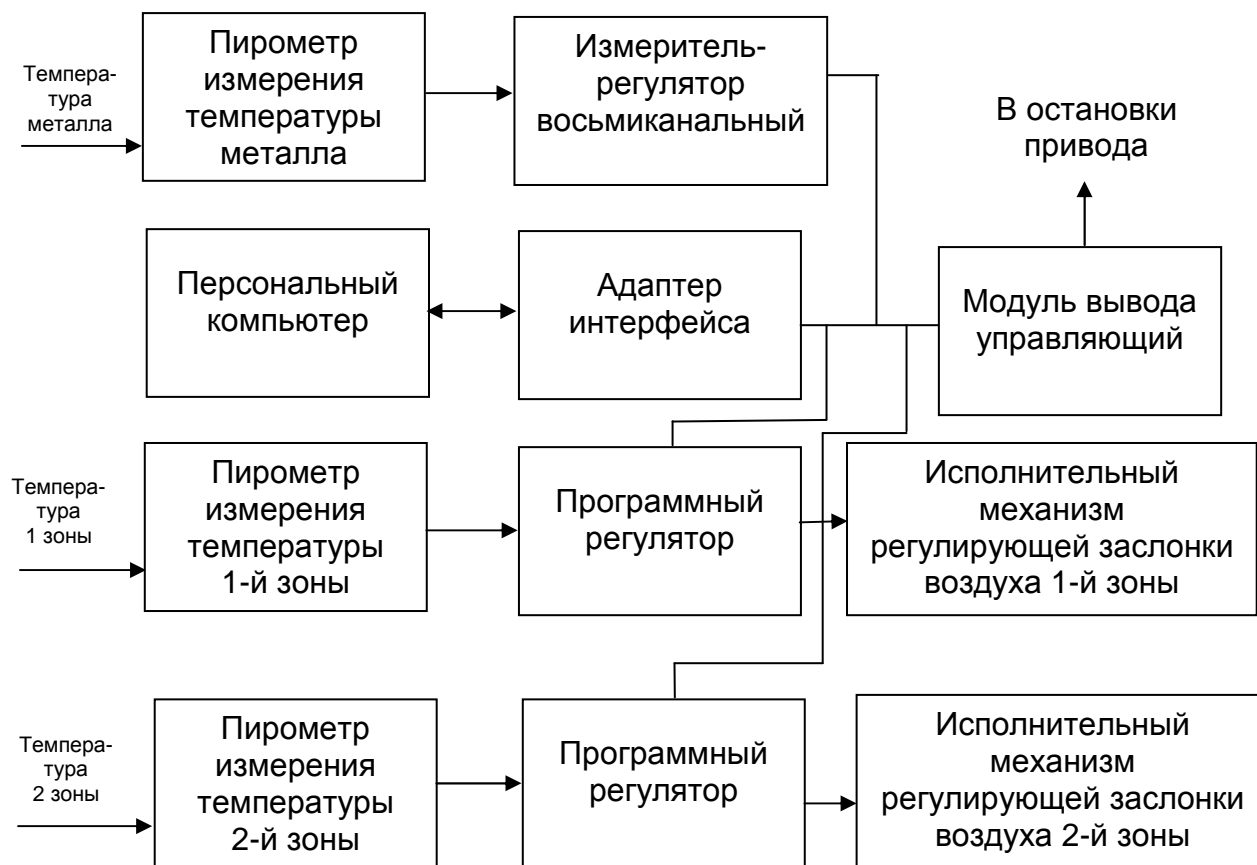


Рис. 2. Функциональная схема регулирования и измерения температуры

Гарантированное качество регулирования соотношения газ-воздух осуществляется при работе группы горелок не более четырех штук. Для каждой их четырех горелок используют один регулятор соотношения газ-воздух и один клапан-отсекатель. Таким образом, имеется две зоны контроля температуры, два регулятора подачи воздуха на горелки и две группы по восемь регуляторов соотношения газ-воздух и клапанов отсекаелей. Для каждой горелки используется свой автомат управления горелкой. С помощью блока автоматики осуществляется розжиг соответствующей горелки и контроль пламени данной горелки (рис. 3).

С датчиков защиты поступают сигналы на блок защиты, обрабатываются и в случае превышения параметра порогового значения блок отключает входной

клапан - отсекающий газа. При этом включается звуковой сигнал аварии и светодиод соответствующего параметра.

Защита осуществляется по следующим параметрам:

- давление газа минимальное;
- давление газа максимальное;
- давление воздуха минимальное;
- давление охлаждающей воды минимальное;
- наличие расхода воды;
- загазованность воздушного пространства у печи;
- отсутствие питающего напряжения.

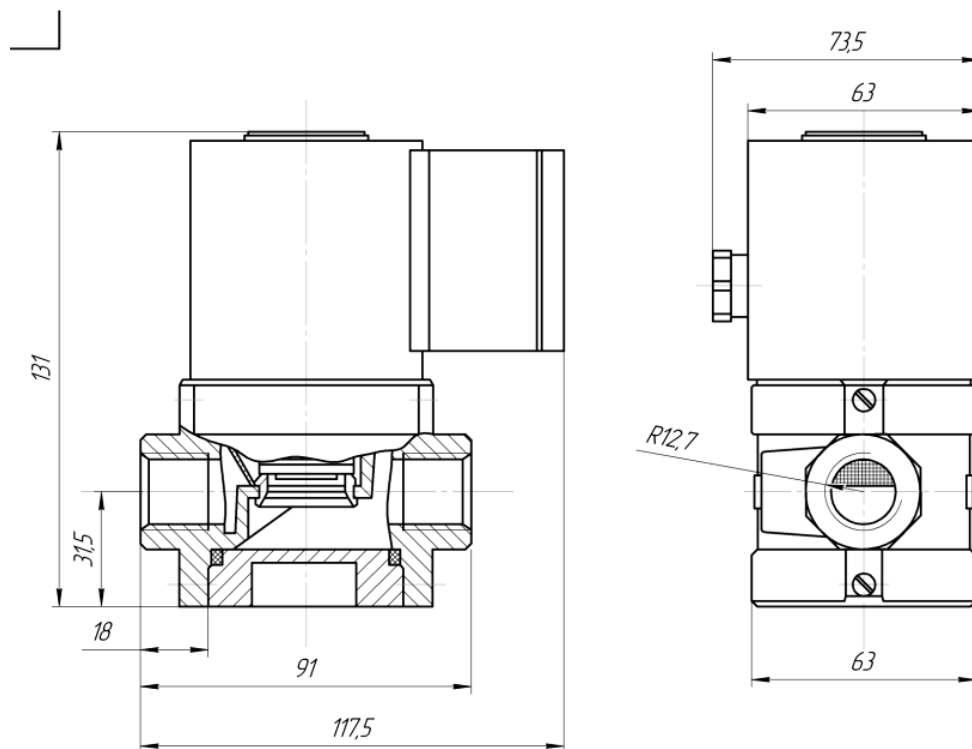


Рис. 3. Электромагнитный клапан

Печь имеет входной, выходной и печной рольганги. Скорость вращения валов рольгангов определяется скоростью вращения асинхронных двигателей приводов рольгангов. Регулирование скорости вращения двигателей осуществляется с помощью преобразователей частоты Artival 31.

Частота вращения двигателя привода ведущего (печного) рольганга задается с помощью потенциометра. Частота вращения двигателей приводов ведомых рольгангов синхронизируется с ведущим рольгангом путем подачи управляющего сигнала с преобразователя частоты ведущего рольганга на преобразователи частоты ведомых рольгангов.

Если определенное время отсутствует загрузка печи трубами, прибор СИ 8 выдает сигнал для уменьшения общей подачи воздуха и остановки входного рольганга. При подаче труб на входной рольганг прибор выдает сигнал на увеличение мощности печи, а после достижения заданной температуры в первой зоне подается сигнал на включение входного рольганга и подачи труб в печь.

Для измерения температуры металла труб в печи используют пирометр Тера 50. Измеряется температура и давление дымовых газов, давление газа и воздуха, скорости перемещения труб.

Все работы, связанные с монтажом, наладкой и обслуживанием газового оборудования и газопроводов, должны проводиться аттестованным персоналом согласно ДБН В 2.5-20-2001 и «Правилам безопасности систем газоснабжения Украины».

Для обеспечения требований техники безопасности и охраны труда предусмотрено следующее:

- маркировка трубопроводов газа по окраске, показывающей наличие среды (желтый цвет);
- устройство заземляющих электроустановок с нормируемой ПУЭ величиной сопротивления.

На персональный компьютер выведена информация о температуре в печи по зонам, температуре металла труб в печи, температуре дымовых газов, давлении газа и воздуха, скорости перемещения труб. Выбранная пользователем информация архивируется в целях последующей обработки.

### **Выводы**

Таким образом, безопасность эксплуатации газовых горелок обеспечивается:

- 1) надежным креплением газогорелочных устройств на агрегатах;
- 2) герметичностью соединений газопроводов;
- 3) автоматическим отключением горелки при повышении или понижении давления газа за пределы диапазона давлений;
- 4) автоматическим отключением подачи газа при нарушении тяги в дымоходе;
- 5) надежным заземлением металлических элементов аппарата;
- 6) установкой сигнализации при повышении дозврывоопасной концентрации газа.

### **Список литературы**

1. Расчеты нагревательных печей [Текст]: учеб. пос. для вузов / под ред. Н.Ю. Тайца. – К.: Техника, 1969. – 540 с.
2. Губинский, В. И. Современные способы энергосбережения в нагревательных печах металлургии и машиностроения [Текст] / В.И. Губинский, М. П. Ревун, Ю. Н. Радченко // Металлургическая теплотехника: сб. науч. тр ГМетАУ. – Днепропетровск: НМетАУ, 2001. – С. 191-196.
3. Сталинский Д.В. Энергосбережение и экологическое оздоровление предприятий горно-металлургического комплекса: проблемы и пути решения / Д.В. Сталинский, В.А. Ботштейн, В.Д. Мантула // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2002. - №6. – С. 115-118.
4. Справочник конструктора печей прокатного производства [Текст]: справ. в 2-х т. / под ред. В. М. Тымчака. – М.: Металлургия, 1970. – 992 с.

Поступила в редакцию 20.09.2016

## **Фізичні аспекти регулювання процесу спалювання палива у роликівій печі з використанням пристрою для забезпечення екологічної безпеки**

Проведено дослідження чинників формування екологічної небезпеки при експлуатації роликівій печі. Запропоновано пристрої регулювання процесу спалювання палива з урахуванням максимальної економії газу; функціональна схема регулювання та вимірювання температури з метою забезпечення екологічної безпеки.

**Ключові слова:** роликівіа піч; рольганги; електромагнітний клапан безпеки; пірометр; регулятор співвідношення газ-повітря.

## **The Physical Aspects of Managing Fuel Combustion in the Furnace Roller with the Use Device to Ensure Environmental Safety**

An investigation factor in the formation of environmental hazard in the operation of roller furnace was carried out. Device control fuel combustion process with the maximum gas savings; functional scheme of regulation and temperature measurement in order to ensure environmental safety roller furnace have been proposed.

**Keywords:** roller furnace; roller tables; electromagnetic valve safety; pyrometer; ratio control gas-air.

### **Сведения об авторах:**

**Калашникова Василиса Игоревна** – ассистент кафедры 106 «Химия, экология и экспертных технологий», Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина.