

*Глухов А.М., Корзин В.В., Глухова Н.А. Автоматизированная система управления технологическим процессом нормализации температуры труб печей // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Научный поиск. – 2018. – №5 (май). – АРТ 35-эл. – 0,2 п.л. - URL: <http://akademnova.ru/series-scientific-search>*

**Рубрика: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**УДК-62-5**

**Глухов Александр Михайлович**

Студент 5 курса, вечернего факультета  
Волжский политехнический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
образования «Волгоградский государственный технический  
университет»  
(ВПИ (филиал) ВолгГТУ)  
г.Волжский, Российская Федерация  
e-mail: [vpi@volpi.ru](mailto:vpi@volpi.ru)

**Корзин Владимир Викторович**

Кандидат технических наук, доцент кафедры Автоматики,  
электроника и вычислительная техника  
Волжский политехнический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
образования «Волгоградский государственный технический  
университет»  
(ВПИ (филиал) ВолгГТУ)  
г.Волжский, Российская Федерация  
e-mail: [vpi@volpi.ru](mailto:vpi@volpi.ru)

**Глухова Наталья Андреевна**

Магистрант 1 курса, Теплоэнергетика и теплотехник  
Филиал Федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования «Национальный исследовательский  
университет «МЭИ»  
г.Волжский, Российская Федерация  
e-mail: [vfmei@vfmei.ru](mailto:vfmei@vfmei.ru)

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ НОРМАЛИЗАЦИИ  
ТЕМПЕРАТУРЫ ТРУБ ПЕЧЕЙ**

*Аннотация:* В статье рассмотрено описание системы управления технологическим процессом нормализации температуры труб печей

*Ключевые слова:* система управления, нормализация, температура, технологический процесс.

**Glukhov Alexander Mikhailovich**

5th year student, evening faculty  
Volzhsky Polytechnic Institute (branch) of the federal state budgetary  
educational institution of higher education "Volgograd State Technical  
University"  
(VPI (branch) of VolgGTU)  
Volzhsky, Russian Federation  
e-mail: [vpi@volpi.ru](mailto:vpi@volpi.ru)

**Korzin Vladimir Viktorovich**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Automatics,  
Electronics and Computer Engineering Department  
Volzhsky Polytechnic Institute (branch) of the federal state budgetary  
educational institution of higher education "Volgograd State Technical  
University"  
(VPI (branch) of VolgGTU)  
Volzhsky, Russian Federation  
e-mail: [vpi@volpi.ru](mailto:vpi@volpi.ru)

**Glukhova Natalia Andreevna**

Master of 1 course, Heat and power engineering and heat engineering  
Branch of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education  
"National Research University" MEI "  
Volzhsky, Russian Federation  
e-mail: [vfmei@vfmei.ru](mailto:vfmei@vfmei.ru)

**AUTOMATED PROCESS CONTROL SYSTEM FOR THE  
TECHNOLOGICAL PROCESS OF NORMALIZING THE  
TEMPERATURE OF FURNACE PIPES**

*Abstract:* The article describes the description of a control system for the technological process of normalizing the temperature of furnace pipes

*Key words:* control system, normalization, temperature, technological process.

### **Анализ научно-технической литературы и патентов**

Одним из важнейших процессов в трубопрокатной металлургии является термическая обработка труб, а так же их нормализация. Именно этот процесс является окончательной операцией технологического процесса изготовления труб различных сортов, но в некоторых случаях является промежуточной операцией для улучшения обрабатываемости давлением или для улучшения обрабатываемости резанием. Термическая обработка труб представляет собой совокупность операций нагрева, выдержки и охлаждения твердых металлических сплавов (труб) с целью получения заданных свойств за счет изменения внутреннего строения и структуры.

Основные цели термической обработки труб следующие:

1. обеспечение различных эксплуатационных свойств (трубы для добычи нефти и газа, трубы для котлов теплоэнергетических установок и др.);
2. подготовка структуры и свойств для дальнейшей обработки в различных областях машиностроения (трубы для подшипников);
3. восстановление пластичности металла для возможности дальнейшего деформирования в процессе передела (трубы промежуточных размеров);
4. создание диффузионной связи между различными слоями в биметаллических, многослойных и свертных паяных трубах;

5. выравнивание структуры и свойств металла сварных и литых труб переменной геометрии по длине (например, бурильных труб с высаженными концами)

В источниках рассматриваются печи, для термической обработки, используемые в трубной промышленности.

Любая печь, как энергетический агрегат, может быть представлена общей схемой: "источник энергии" "теплота" "объект тепловой обработки". В этой общей схеме должны быть звенья, соединяющие источник энергии с объектом её приложения.

В топливной печи эти звенья представлены наиболее полно. Выделяют следующие четыре звена тепловой работы топливной печи:

1. сжигание топлива, т.е. превращение химической энергии топлива в теплоту, носителями которой являются продукты горения – дымовые или печные газы;

2. движение печных газов, с помощью которого теплота переносится во все зоны рабочего пространства, а отработанные газы уходят из печи;

3. внешняя теплопередача, т.е. передача теплоты от печных газов излучением и конвекцией на поверхность нагреваемых материалов;

4. внутренняя теплопередача от поверхности материалов (кусков, массивных изделий) к их середине теплопроводностью.

Генерация теплоты в печи происходит путем превращения химической или электрической энергии в теплоту.

Регулирование температуры трубы в печи может быть реализована по двум вариантам:

1. Регулированием времени пребывания трубы в печи, путем изменения линейной скорости подачи трубы в печь по рольгангу, при постоянных расходе газа и расходе воздуха.

2. Регулированием расхода природного газа на входе в печь, при постоянной скорости входа трубы в печь и расходе воздуха.

Существуют следующие рекомендации по улучшению производительности, а так же уменьшению расхода топлива:

1. Использование струйных рекуператоров перед металлическим трубчатым рекуператором. Это позволит поднять температуру подогрева воздуха и избежать разбавления дыма перед рекуператором холодным воздухом;

2. Замену в подогревательных зонах двухпроводных горелок на скоростные горелки, направленные непосредственно на поверхность металла и реализующие струйный (струйно-факельный) нагрев;

3. Применение малоинерционной футеровки секций, гофрирование и зачернение футеровки;

4. Увеличение длины секций до 1,5-2,5 метра с соответственным уменьшением числа тамбуров и потерь теплоты на охлаждение транспортных роликов;

5. Применение регенеративной системы отопления секций с использованием шариковой насадки для подогрева воздуха. Это позволит избежать разбавления дыма перед рекуператором холодным воздухом и полностью утилизировать физическую теплоту дыма;

6. Переход с водяного на воздушное охлаждение роликов, особенно, при низких температурах нагрева металла. Применение рекуперативных роликов позволяет снизить расход топлива на печь;

7. Обогащение кислородом воздуха горения. В результате увеличивается степень черноты дыма, уменьшается температура и расход уходящего дыма.

Рассматриваются основные виды термической обработки производимые в роликовой печи:

1. Отжиг, рассмотрим два вида. Отжиг — вид термической обработки [металлов](#), [сплавов](#), заключающийся в нагреве до определённой температуры, выдержке в течение определенного времени при этой температуре и последующем, обычно медленном, охлаждении. Целью отжига 1 рода является получение равновесной структуры. Такой отжиг не связан с превращениями в твердом состоянии (если они и происходят, то это— побочное явление). Отжиг 2 рода связан с превращениями в твердом состоянии. К отжигу 2 рода относятся: полный отжиг, неполный отжиг, нормализация, изотермический отжиг, патентирование, сфероидизирующий отжиг.

2. Закалка — вид [термической обработки](#) материалов, заключающийся в их нагреве выше критической температуры (температуры изменения типа кристаллической решетки, т. е. полиморфного превращения, либо температуры, при которой в матрице растворяются фазы, существующие при низкой температуре), с последующим быстрым охлаждением. [Закалку](#) проводят с повышенной скоростью охлаждения с целью получения неравновесных структур. Критическая скорость охлаждения, необходимая для закалки, зависит от химического состава сплава. Закалка может сопровождаться полиморфным превращением, при этом из исходной высокотемпературной фазы образуется новая неравновесная фаза (например, превращение аустенита в мартенсит при закалке стали).

Существует также закалка без полиморфного превращения, в процессе которой фиксируется высокотемпературная метастабильная фаза (например, при закалке бериллиевой бронзы происходит фиксация альфа фазы, пересыщенной бериллием).

3. Отпуск — технологический процесс, заключающийся в [термической обработке закалённого](#) на [мартенсит сплава](#) или [металла](#), при которой основными процессами являются [распад мартенсита](#), а также [полигонизация](#) и [рекристаллизация](#). [Отпуск](#) необходим для снятия внутренних напряжений, а также для придания материалу требуемого комплекса механических и эксплуатационных свойств. В большинстве случаев материал становится более [пластичным](#) при некотором уменьшении [прочности](#).

4. [Нормализация](#). Изделие нагревают до аустенитного состояния (на 30 – 50 градусов выше АС3) и охлаждают на спокойном воздухе. Структура низкоуглеродистой стали после нормализации [феррито-перлитная](#), такая же, как и после отжига, а у средне- и высокоуглеродистой стали — [сорбитная](#). В некоторых случаях нормализация может заменить для низкоуглеродистой стали отжиг, а для высокоуглеродистой — [улучшение](#) ([закалку](#) с высоким [отпуском](#)). Часто нормализацию используют для подготовки стали к закалке.

Указанные процессы являются энергоёмкими, поэтому актуальным вопросом становится энергоэффективность и ресурсосбережение.

Широкое применение средств автоматизации производственных и технологических процессов, помогают сократить издержки и повысить качество продукции.

Программные логические контроллеры, отличаются от традиционных не перепрограммируемых устройств управления

следующими преимуществами: они более гибки, надёжнее, имеют меньшие габариты, могут быть объединены в сети с другими устройствами и перенастраиваться по Интернету, быстрее обнаруживают ошибки, расходуют меньше электроэнергии, требуют меньше затрат на изменение своих функций и структуры и вообще менее затратны на больших отрезках времени.

Применение ПЛК обеспечивает высокую надёжность, простое тиражирование и обслуживание систем управления, ускоряет монтаж и наладку оборудования, обеспечивает возможность быстрого обновления алгоритмов управления (в том числе и на работающем оборудовании) [8].

Для создания автоматизации процесса были рассмотрены различные контроллеры, обладающие надёжностью, простотой в установке, монтаже, а так же настройки параметров.

Система автоматизации выполняет следующие функции:

1. обеспечение безопасности режима нагрева заготовок и надёжности работы оборудования;
2. нагрев заготовок до заданной температуры и допустимого перепада температур по сечению заготовок;
3. обеспечение бесперебойной работы прокатного стана;
4. снижение удельного расхода топлива и угара металла.

### **Заключение**

Термическая обработка труб в роликовой печи, является очень энергоёмким производством, оптимизация которого, в совокупности с современными средствами автоматизации, должно сделать процесс более экономичным. Исключив человеческий фактор, который влияет не только на экономичность производства, повысится качество выпускаемой продукции (исключив передержки или недодержку заготовки в печи, и не



точность технологических параметров). Современные системы автоматизации, применяемые в работе повысят взрыво- и пожаро- безопасность технологического процесса.

#### Список использованной литературы:

1. Пантелеев, В.Н. Основы автоматизации производства: учеб.пособие для учреждений нач. проф. Образования / В.Н.Пантелеев, В.М.Прошин. — 3-е изд., испр. — М.: Издательский центр «Академия», 2011 – 206 с.
2. Новиков, И.И. Металловедение: Учебник. В 2 т. Т. 2. Термическая обработка. Сплавы. / И.И. Новиков, В.С. Золоторевский, В.К. Портной, Н.А. Белов, Д.В. Ливанов, С.В. Медведева, А.А. Аксёнов, Ю.В. Евсеев, «НИТУ МИСиС». 2014 – 528 с.
3. Фетисова, Г.П. Материаловедение и технология материалов: учебник для бакалавров / Г.П. Фетисова, В.М. Матюнин, В.С. Соколов, Н.Х. Соколова, В.С. Гаврилюк, В.А. Гольцов. – 7-е издание. – М.:издательство «Юрайт», 2015 – 767 с.
4. Губинский В.И., Металлургические печи:учебное пособие/ В.И. Губинский. – Днепропетровск: «НМетАУ», 2010 – 85 с.
5. Маламут А.Ю., Термопечи. учебник для вузов / А.Ю. Маламут. – М.:издательство «Москва», 2010
6. Способ нормализации труб в проходных роликовых печах (РФ 2242522) [Электронный ресурс]// Поиск патентов и изобретений, зарегистрированных в РФ и СССР. URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2242522> (дата обращения 15.04.2018)
7. Адашкин А.М., Материаловедение в машиностроении. Учебник для бакалавров. Гриф УМО., / А.М. Адашкин, Ю.Е. Седов, А.К. Онегина, В.Н. Климов. – М: издательство«Юрайт», 2014 – 535 с.
8. Программные логические контроллеры. Проф. В. Лукас, научный консультант ООО КБ «Агава» [Электронный ресурс]/ URL<http://kip.su/techinfo/gotovyere-sheniia/kb-agava-gr/programmiruemye-logicheskie-kontrollery/> (дата обращения 15.04.2018)

**Дата поступления в редакцию: 24.05.2018 г.**

**Опубликовано: 29.05.2018 г.**

**© Академия педагогических идей «Новация». Серия: «Научный поиск»,  
электронный журнал, 2018**

**© Глухов А.М., Корзин В.В., Глухова Н.А., 2018**