

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

Усманов В.В. Автоматизация теплового режима методической печи в условиях стана 2000 горячей прокатки // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2018. – №6 (июнь). – АРТ 354-эл. – 0,2 п.л. - URL: <http://akademnova.ru/page/875550>

РУБРИКА: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 681.5

Усманов Вадим Венерович

студент 1 курса, институт энергетики и автоматизированных систем

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический

университет им. Г.И. Носова»

г. Магнитогорск, Российская Федерация

e-mail: mgtu@mgtu.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА МЕТОДИЧЕСКОЙ ПЕЧИ В УСЛОВИЯХ СТАНА 2000 ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ

Аннотация: Регулирование температуры зоны нагревательной печи дает возможность анализировать технологический процесс прокатки металла, и в дальнейшем влиять на его ход, путем регулирования температурного и гидравлического режимов. Данная система позволит также сохранить максимальную производительность стана 2000 горячей прокатки при оптимальном режиме нагрева.

Ключевые слова: автоматизация, температурный режим, стан горячей прокатки, энергосберегающий режим.

Usmanov Vadim Venerovich

1nd year student, features of social interview

FGBOU VO "Nosov Magnitogorsk State Technical University"

Magnitogorsk, Russian Federation

AUTOMATION OF THERMAL MODE OF THE METHODOICAL OVEN IN THE CONDITIONS OF THE STAIN 2000 OF HOT ROLLING

Abstract: Regulation of the temperature of the zone of the heating furnace makes it possible to analyze the technological process of rolling the metal, and subsequently influence its course by regulating the temperature and hydraulic conditions. This system will also allow to maintain the maximum performance of the 2000 hot rolling mill with the optimum heating mode.

Keywords: automation, temperature, hot rolling mill, energy-saving mode.

Широкополосный стан горячей прокатки (ШСГП) 2000 предназначен для производства горячекатаных полос толщиной 1,2-16,0 мм, шириной 700-1850 мм в рулонах с массой до 45 т из стали разнообразных марок (углеродистой обыкновенного качества, качественной конструкционной, низколегированной и других). Продукция цеха после соответствующей отделки может также поставляться в листах длиной 1,5-6,0 м и узких рулонах с минимальной шириной 100 мм. Исходным полупродуктом служат непрерывнолитые слябы толщиной 250 мм, шириной 750-1850 мм и длиной 4,8-12,0 м. Годовой объем производства в цехе достигает 5,0 млн. т. Нагрев (повышение внутреннего теплосодержания) стальных заготовок, являющийся одной из важнейших операции производственного процесса горячей обработкой давлением (прокаткой) с целью придания материалу необходимых пластических свойств, [2,9].

Косвенный метод измерения температуры рабочего пространства в методической печи. Постановка задачи

Реализация энергосберегающего, минимизирующего затраты топлива на нагрев, оптимального режима обеспечивается предварительным расчетом и поддержанием требуемой температурной траектории изменения контролируемого параметра (обычно температуры рабочего пространства) по длине нагревательной печи. Эффективность управления тепловым режимом зависит от того, какими средствами и как измеряется температура в зонах печи. В настоящее время на методических печах температуру измеряют с помощью термоэлектрических термометров (термопар) градуировки ТПР или ТПП, которые устанавливают на своде или в стенах печи [1,3,5,10]

Установка термопар на своде и в стенах для измерения температуры рабочего пространства печи имеет свою специфику. Наиболее простой способ установки термопар на своде или в стенах печи показан на рис.1.

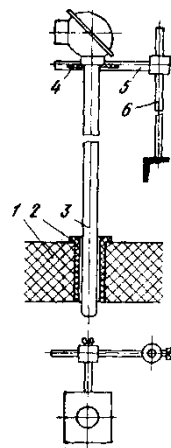


Рис. 1 - Установка термопары на своде печи

В термопарном кирпиче 1 устанавливают карборундовую защитную трубку 2, через которую стандартную ТП – 3 вводят в рабочее пространство печи; ТП удерживается в плате 4, перемещающейся по консоли 5, которая в свою очередь перемещается по стойке 6. Совпадение осей ТП и трубки 2 достигается одновременным вращением консоли 5 и перемещением по ней платы 4, заданная глубина погружения – перемещением консоли 5

Описанный выше способ измерения температуры не обеспечивает долговременной работы термопар, что приводит к частой замене датчиков. Если принять во внимание тот факт, что стоимость термопар ТПП и ТПР очень высокая (в среднем одна термопара, применяемая для измерения температуры рабочего пространства в методических печах, стоит 15 000 руб.), то их частая замена приводит к большим затратам[1,2,9].

В данной работе предложен метод косвенного определения температуры рабочего пространства в методической печи. Данный метод основан на применении трех-четырех термопар (Т1, Т2, Т3, Т4), установленных в кладке печи вместо одной термопары ТПП или ТПР, на расстояниях, соответственно S1, S2, S3 и S4 от холодной стороны кладки. По показаниям этих термопар и математической модели теплообмена в кладке можно рассчитать температуру рабочего пространства в печи.[4,5,8]

При использовании этого метода исключается прямой контакт термопар с агрессивной средой и высокой температурой рабочего пространства, поэтому можно будет использовать более дешевые термопары (например, градуировки ТХА). Так как стоимость термопар ТХА во много раз меньше стоимости термопар ТПП (ТПР), то стоимость одного нового блока для измерения температуры, состоящего из 3-4 термопар ТХА, оказывается меньше в шесть-семь раз. К тому же срок службы нового «датчика температуры» может быть равен компании печи.

Моделирование устройства косвенного измерения температуры рабочего пространства в печи

Для проверки описанного выше метода была создана модель. Модель представляет собой банку цилиндрической формы. С одной стороны в банку заложен гипс, толщиной $S=50$ мм, который имитирует кладку печи. В гипс вложены четыре датчика температуры T_1 , T_2 , T_3 и T_4 (термисторы) на расстояниях $S_1=4$ мм, $S_2=18,5$ мм, $S_3=29,5$ мм и $S_4=45,5$ мм соответственно. В банку наливается вода, которая нагревается электронагревателем. Для проверки правильности расчета используется датчик температуры $T_{ИЗМ}$, который измеряет температуру воды непосредственно в банке (действительная температура). Согласно общей теории печей, в рабочем пространстве методической печи существует довольно сложное температурное поле газовой фазы, кладки и поверхности металла. Внутренняя поверхность кладки участвует в процессах теплообмена, протекающих в пространстве печи. С другой стороны, через наружную «холодную» поверхность кладки осуществляется теплообмен с окружающей средой, т.е. кладка в целом принимает участие в двух взаимно связанных процессах – «внешнего» и «внутреннего» теплообмена[4,5,8].

Зададимся граничным условием на границе контакта рабочего пространства с кладкой. Подвод тепла к внутренней стороне кладки осуществляется вследствие излучения факела, продуктов горения, а также конвекции. Конвективная составляющая существенна лишь в методической зоне при высоких скоростях продуктов горения. Для высокотемпературных зон можно с достаточной точностью считать, что внутренняя поверхность кладки получает тепло только излучением. Поэтому получаем граничное условие III рода на внутренней поверхности кладки

$$\lambda \frac{\partial T(\tau, s)}{\partial y} = q_{BCm}, \quad (1)$$

где $q_{BCm} = c_0 \varepsilon_{PP} (T_{PP}^4 - T_{BCm}^4)$ - плотность внешнего теплового потока, Вт/м²;

T_{PP} , T_{BCm} - температура соответственно рабочего пространства печи и внутренней стенки кладки, К;

c_0 - коэффициент излучения абсолютно черного тела, $c_0 = 5,6685 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²·К⁴);

$$\varepsilon_{PP} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_{\Gamma}} + \frac{1}{\varepsilon_{BCm}} - 1}; \quad \varepsilon_{\Gamma}, \quad \varepsilon_{BCm} - \text{степень черноты соответственно газа и}$$

внутренней стенки кладки.

Через наружную «холодную» поверхность кладки теплообмен с окружающей средой осуществляется конвекцией. Поэтому на границе кладка – окружающая среда имеем граничное условие II рода[3,7]

$$\lambda \frac{\partial T(\tau, 0)}{\partial y} = q_{HCm}, \quad (2)$$

где $q_{HCm} = \alpha_k (T_{oc} - T_{HCm})$ - плотность внешнего теплового потока, Вт/м²;

T_{oc} , T_{HCm} - температура соответственно окружающей среды (воздуха) и наружной поверхности кладки, К;

α_k - конвективный коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К), [12].

Для описания процесса передачи тепла от рабочего пространства через кладку методической печи в окружающую среду и расчет распределения температуры по толщине кладки используем одномерное линейное дифференциальное уравнение теплопроводности[3]

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

$$c' \frac{\partial T(\tau, y)}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial y} \left[\lambda \frac{\partial T(\tau, y)}{\partial y} \right]; 0 \leq y \leq s, \quad (3)$$

где $T(\tau, y)$ - распределение температуры по толщине кладки во времени, К;

τ - время, с;

s – толщина кладки печи, м;

$c' = c\rho$ – удельная объемная теплоемкость материала кладки, Дж/(м³·К);

λ - коэффициент теплопроводности материала кладки, Вт/(м·К);

ρ - плотность материала кладки, кг/м³.

где i – дискретная координата по толщине кладки, k – момент времени.

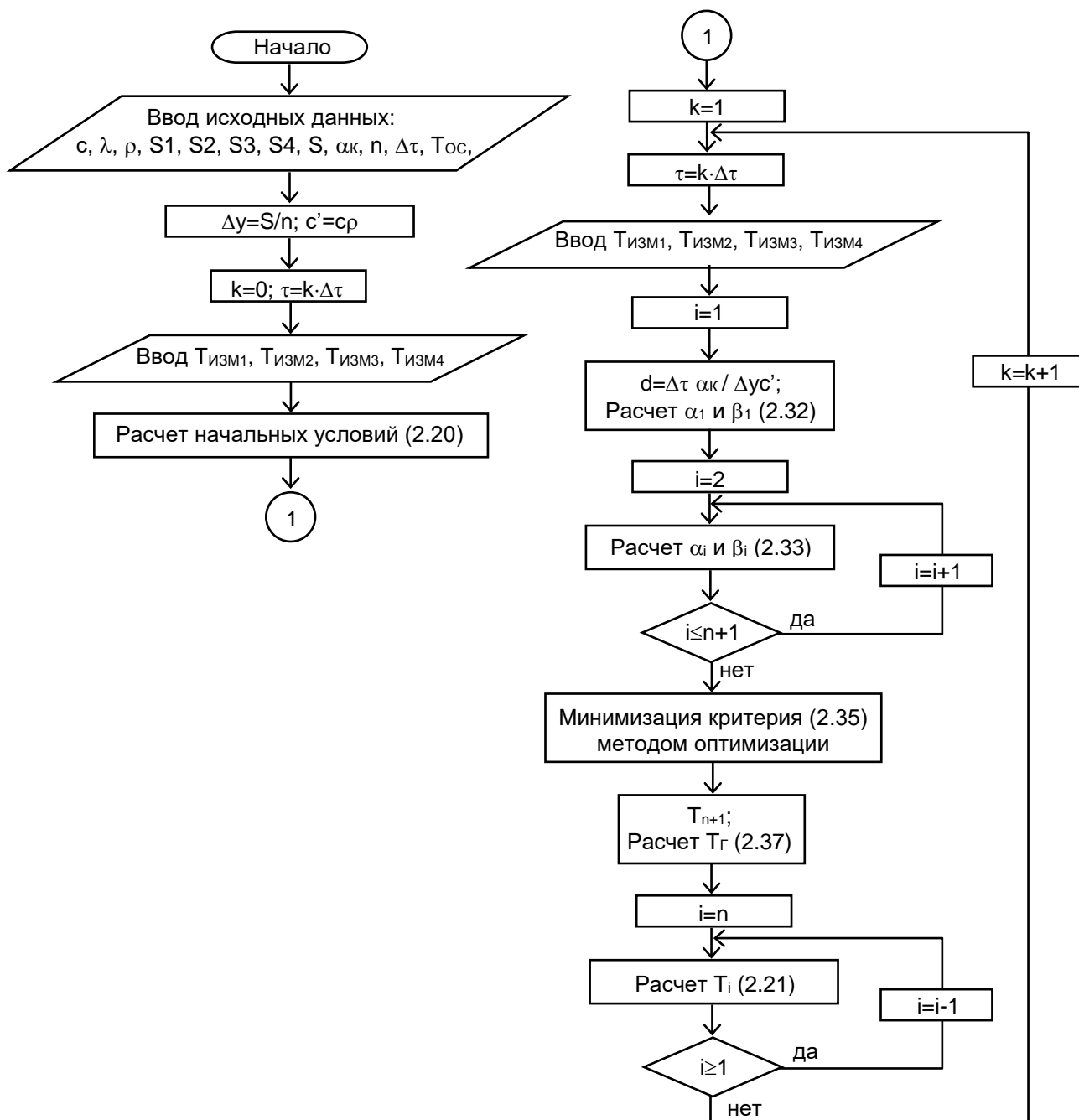


Рис. 2 - Блок-схема алгоритма косвенного расчета температуры рабочего пространства печи

Применяемые в настоящее время термопары градуировки ТПР (ТПШ) для измерения температуры рабочего пространства в методической печи позволяют непосредственно измерять температуры рабочего пространства. Но данное решение имеет значительный недостаток: от воздействия агрессивной среды рабочего пространства датчики часто выходят из строя (сгорают), что приводит к их частой замене. Если учесть, что стоимость одной термопары ТПР составляет 15 000 руб., а их на печи установлено 20 шт., то их частая замена приводит к значительным издержкам[2, 4].

Используя современные микропроцессорные контроллеры фирмы SIEMENS можно легко реализовать предложенный способ косвенного измерения температуры рабочего пространства в методической печи.[3] Применение более дешевых датчиков температуры – термопар градуировки ТХА, заложенных в кладке методической печи, позволяет исключить применение дорогостоящих термопар градуировки ТПР (ТПШ). [5]

К тому же срок службы нового устройства для косвенного измерения температуры может быть равен компани печи. Это приводит к существенному снижению себестоимости единицы продукции за счет экономии по статье «Сменное оборудование».

Список использованной литературы:

1. Стариков А.И. Эффективный листопрокатный комплекс для производства широкополосной стали высокого качества. – М.: Отделение металлургии Академии качества Российской Федерации, 1996. – С. 192.
2. Розенгарт Ю.И., Потапов Б.Б., Ольшанский В.М. и др. Теплообмен и тепловые режимы в промышленных печах. – Киев, Донецк: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – С. 296. Архангельский В.И., Богаенко И.Н., Васичкин В.И. и др. АСУ листопрокатных станов. – М.: Металлургия, 1994. – С. 334.
3. Торопов Е.В., Панферов В.И. Некоторые проблемы построения АСУ ТП нагревательных печей//Изв. вуз. Черная металлургия. 1991. №2. С. 93 – 96.
4. Бринза В.Н. Охрана труда в прокатном производстве. – М.: Металлургия, 1986. – С. 208.

5. Андоньев С.М., Зайцев Ю.С., Филиппев О.В. Пылегазовые выбросы предприятий черной металлургии. – Харьков, 1998.
6. С.М.Андреев, В.В.Гребенникова, Е.Ю.Мухина, О.И.Мельникова. Расчет теплового состояния заготовки по тепловому состоянию греющей среды // Автоматизация технологических и производственных процессов в металлургии: межвуз. сб. науч. тр. / под общ. ред. Б.Н.Парсункина: Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009.-198с. С. 94 – 100
7. Парсункин Б.Н., Ахметов Т.У., Гиляев О.С., Мухина Е.Ю. // Энергосберегающее управление тепловым режимом по температуре поверхности нагреваемого металла. Автоматизированные технологии и производства: сб. науч. тр. /под ред. Б.Н. Парсункина. Вып.5. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск: гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2013. С. 231 – 241.
8. Parsunkin B.N., Andreev S.M., Akhmetov T.U., Mukhina E.Y. Optimal energy-efficient combustion process control in heating furnaces of rolling mills. Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tehniceskogo universiteta im. G.I. Nosova [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2013, no.5 (45), pp. 58-62.
9. Парсункин Б.Н., Андреев С.М., Мухина Е.Ю., Ахметов Т.У. Оптимизация управления процессом сжигания топлива в промышленных печах с использованием принципа нечеткой логики // Научное обозрение. -2014. -№1. -С.97-102
10. Мухина Е.Ю., Самарина И.Г., Бондарева А.Р. Решение уравнения теплопроводности при разных граничных условиях / Наука вчера, сегодня, завтра: теория и практика: материалы II- Международного электронного симпозиума (8 апреля 2016г.). - Махачкала: НИЦ «Инноватика», 2016. – С.91-99.
11. Самарина И.Г., Мухина Е.Ю., Бондарева А.Р. Статистическая модель газодинамического режима методической печи / Современные проблемы науки и пути их решения: сборник научных статей. Выпуск 28. В 3 ч. Ч.3. – Уфа: Омега Сайнс, 2016. – С 56-59.
12. Каюмова В.Э., Мухина Е.Ю. Анализ математических моделей многозонных протяжных печей / Символ науки: Международный научный журнал. – Уфа: Омега Сайнс, 2016. -№12-2/2016. – С. 69-71.

Дата поступления в редакцию: 14.06.2018 г.

Опубликовано: 14.06.2018 г.

© Академия педагогических идей «Новация». Серия «Студенческий научный вестник», электронный журнал, 2018

© Усманов В.В., 2018

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru