

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ НАГРЕВА МЕТАЛЛА В ПЕЧИ МЕТОДИЧЕСКОГО ТИПА ПРИ ПЕРЕМЕННОЙ МАССЕ ЗАГОТОВОК

Подобед Ю.В. (ПТТ-10м)\*

Донецкий национальный технический университет

Основой для создания математической модели нагрева металла в методической печи является дифференциальное уравнение теплопроводности, описывающее одномерное температурное поле.

$$c(t)\rho(t)\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left[ \lambda(t) \frac{\partial t}{\partial x} \right], \quad (1)$$

где  $c(t)$ ,  $\rho(t)$ ,  $\lambda(t)$  - соответственно теплоемкость, Дж/(кг·К); плотность, кг/м<sup>3</sup>; коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К).

Для решения данного уравнения приняты условия однозначности – начальные и граничные. Начальным условием является распределение температуры по сечению заготовки в начальный момент времени, т.е. при  $\tau = 0$   $t = f(x)$ .

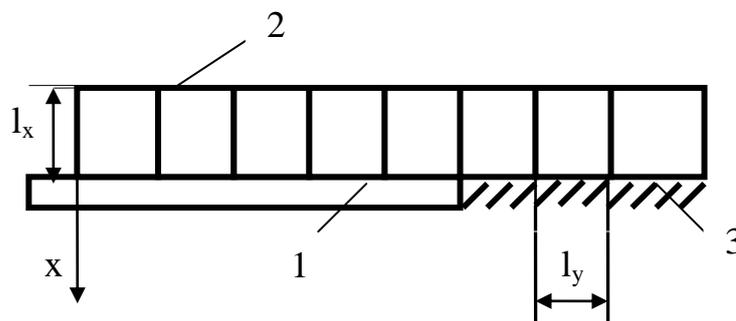
Граничные условия следующие:

- в методической и сварочной зонах

$$\begin{aligned} \text{при } x=0 & \quad -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} = \alpha_{\text{в}}(t_{\text{гв}} - t_{\text{пв}}); \\ \text{при } x=l_x & \quad \lambda \frac{\partial t}{\partial x} = \alpha_{\text{н}}(t_{\text{гн}} - t_{\text{пн}}); \end{aligned} \quad (2)$$

- в томильной зоне металл греется при постоянной температуре поверхности.

Схема расположения заготовок на подине печи представлена на рисунке.



1- глиссажная труба; 2- заготовки; 3 – монолитный под.

Рисунок - Схема расположения заготовок в печи

\* Руководитель – к.т.н., профессор кафедры ТТ Гинкул С.И.

Дифференциальное уравнение (1) с условиями однозначности (2) решались конечно-разностным методом с использованием метода прогонки.

Для проверки адекватности математической модели рассматривался нагрев слябов размерами  $l_y \times l_x \times l_z$  в методической печи, ширина и длина слябов оставались постоянными  $l_y=1,4$  м,  $l_z=10,5$  м, а толщина - варьировалась. Производительность печи постоянна, следовательно, время пребывания заготовок в печи зависит непосредственно от массы этих заготовок.

Исследовав нагрев заготовок толщины 210 мм и 240 мм, были получены два режима - существующий и предлагаемый. Полученные результаты исследования приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Предлагаемые температуры газов по зонам печи

Толщина заготовки, мм	Температуры по зонам печи					
	методическая		1-ая сварочная		2-ая сварочная	
	начало	конец	начало	конец	начало	конец
210	1045	1295	1325	1325	1375	1375
240	1025	1275	1325	1325	1375	1375

Таблица 2 - Сравнение экономических показателей работы печи при нагреве заготовок толщиной 210 мм и 240 мм

Толщина заготовки, мм	Существующий режим			Предлагаемый режим		
	Расход топлива а, В, м <sup>3</sup> /с	Тепловая мощность $M_{общ} \cdot 10^{-5}$ , Вт	Удельный расход условного топлива, $b_{усл}$ , кг.у.т/т	Расход топлива, В, м <sup>3</sup> /с	Тепловая мощность $M_{общ} \cdot 10^{-5}$ , Вт	Удельный расход условного топлива, $b_{усл}$ , кг.у.т/т
210	5,435	1,135	53,63	5,357	1,118	52,86
240	5,451	1,138	53,79	5,288	1,104	52,18

Таким образом, в результате моделирования нагрева металла при постоянной производительности печи и различной толщине заготовки имеется возможность получения более экономных режимов нагрева металла. Варьирование толщины заготовки приводит к изменению времени нагрева, что в соответствии с полученными результатами может достигаться изменением времени пребывания металла в зонах печи. Это, в свою очередь приводит к изменению скорости продвижения металла в печи. Моделирование температурных режимов приводит к экономии энергоресурсов.

В будущем планируется переход с математической модели на реальную установку не только при постоянной производительности, но и при переменной.