

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ НАГРЕВА МЕТАЛЛА В МЕТОДИЧЕСКОЙ ПЕЧИ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ТОЛЩИНЕ ЗАГОТОВОК

Гинкул С.И., Лебедев А.Н., Сапронова Ю.М.

*Донецкий национальный технический университет
г. Донецк, Украина*

В связи с уменьшением производства металла многие методические печи работают на «привозном» металле. Металл, который поступает на нагрев в методические печи, может быть различного сортамента. При переходе с одного сортамента на другой приходится греть новую партию металла не расчетным режимом, пока методическая и сварочная зоны не заполнятся новым сортаментом. В методических печах, построенных много лет тому назад, регулирование температурного режима по длине печи во времени представляет большие трудности.

Температурный режим методической печи и время нагрева заготовок нового сортамента остаются такими же, какие были при нагреве исходной партии заготовок.

Моделирование процесса нагрева металла можно выполнить, решая дифференциальное уравнение теплопроводности для одномерного температурного поля

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

где $\lambda(t)$, $c(t)$, $\rho(t)$ - соответственно коэффициент теплопроводности Вт/мК; теплоёмкость Дж/кгК; плотность кг/м³.

Заготовки нового сортамента могут отличаться от исходных размерами и теплофизическими свойствами. Когда заготовки заполняют всю методическую зону, тогда можно рассчитать температурное состояние металла в конце методической зоны по температуре в методической зоне и времени нагрева. Первоначально в печи грелись заготовки толщиной $s=210$ мм. Результаты моделирования нагрева заготовок толщиной $s=210$ мм приведены в таблице 1.

Таблица 1

Режим нагрева заготовок толщиной $s=210$ мм

Зоны печи	методическая		сварочная		томильная	
	начало	конец	начало	конец	начало	конец
Время нагрева, с	0	1625	1625	6463	6463	7986
Температура газов, °С	1050	1350	1350	1350	1250	1250
-поверхности, °С	0	554	554	1238	1238	1249

Как видно из таблицы 1, при заданной производительности общее время нагрева заготовок толщиной $s=0,21$ м составляет $\tau_{\Sigma}=7984$ с. При заданной температуре пластичности $t_{пл}=550^{\circ}\text{C}$ температура поверхности в конце методической зоны равняется $t_{п}=554^{\circ}\text{C}$, что соответствует заданной точности.

Таблица 2
Изменение температуры поверхности заготовки в конце методической зоны с изменением толщины

Толщина заготовки, м	Температура газов и поверхности, $^{\circ}\text{C}$	методическая зона		сварочная
		начало	конец	середина
		Время нагрева, с		
		0	1625	5346
0,15	$t_{г}$	1050	1350	
	$t_{п}$	0	712	
	$t_{г}$	950	1255	1315
	$t_{п}$	0	554	1240
0,27	$t_{г}$	1050	1350	
	$t_{п}$	0	535	
	$t_{г}$	1070	1370	1640
	$t_{п}$	0	555	1238

В таблице 2 приведены результаты моделирования нагрева заготовок, толщина которых отличается от исходной толщины заготовки $s=0,21$ м. Для каждой толщины приведены результаты моделирования нагрева в методической зоне при температуре газов, равной температуре нагрева заготовок толщиной $s=0,21$ м.

Для толщины $s=0,15$ м температура поверхности заготовки в конце методической зоны равняется $t_{п}=712^{\circ}\text{C}$. Это превышает температуру пластичности. Температура поверхности заготовки толщиной $s=0,27$ м при таких условиях получается равной $t_{п}=535^{\circ}\text{C}$, т.е. эта заготовка не догревается до температуры пластичности.

Две следующие строки характеризуют температуры газов в методической зоне и в половине сварочной зоны, которая обеспечит нагрев металла в методической зоне до температуры пластичности.

Таким образом, проведено моделирование режима нагрева заготовок различной толщины в методической зоне. Моделирование нагрева в сварочной зоне позволит более качественно нагревать заготовки последующих партий различного сортамента.