###### УДК 621.77.09

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРЕВА ЗАГОТОВКИ

**Скоробогатова И.В., студентка; Гавриленко Б.В., доцент, к.т.н., (Ph.D.)**

*(Донецкий Национальный Технический Университет, г. Донецк, Украина)*

Нагрев заготовки под обработку давлением происходит в методической нагревательной печи (МНП). Одной из важных зон в МНП является томильная зона, температурный режим в которой влияет на качество листового проката. В АСУ МНП назначение модели нагрева состоит в обеспечении системы информацией о температуре заготовок в текущий момент и о возможной траектории нагрева – в зависимости от условий нагрева.

Уравнение теплового баланса имеет вид:

 . (1)

В соответствии с (1):

 , (2)

где  – средняя теплоемкость углеродистых сталей; *S, м –* толщина слитка, *k1 –* коэффициент материальной нагрузки; *q, Вт/м –* плотность теплового потока;* –* коэффициент теплоотдачи;  – плотность стали.

Преобразуем (2):

, (3)

Закон изменения температуры во времени при *q=const (граничные условия II рода)* имеет вид:

 , (4)

 , (5)

 . (6)

где *k2 –* коэффициент усреднения тепловых потоков; *k3 –* коэффициент усреднения температур;  – коэффициент теплопроводности; *Bi –* критерий, характеризующее массивность тела; *m -* коэффициент массивности тела; *Тм, К* – среднемассовая температура заготовки; *Тпов, К* – температура поверхности заготовки; *Тц, К* – температура центра заготовки.

Уравнение нагрева массивных тел имеет вид:

  (7)

 Преобразуем (7) и получим уравнение нагрева при *Тд=const (ГУ III рода):*

  (9)

 , (10)

 , (11)

где *Тд, К* – температура дымовых газов.

Результаты моделирования представлены в среде *MathСad 2001* (рис. 1).

На рис. 1 приняты обозначения: *tp* – температура поверхности заготовки, 0С; *tcp* – среднемассовая температура заготовки, 0С; *tcentr* – температура центра заготовки, 0С; *tstove –* температура печи, 0С; ,мин – время нагрева.

Установлено, что при нагреве одним из требований к качеству металла является получение минимального конечного перепада температур по сечению заготовки в диапазоне *max (tp-tcentr) = 91,75 0С* .

 В результате моделирования была получена модель рационального нагрева заготовки(рис. 2) с *maxrac (tp-tcentr) = 19,94 0С* за счет увеличения теплового потока, уменьшения разницы теплосодержания в начале и конце нагрева, увеличение температуры дымовых газов в сварочной зоне, т. е. предотвращения возникновения термических напряжений внутри заготовки, а также повышения производительности печи.



### Рисунок 1 – Модель нагрева заготовки



Рисунок 2 – Модель рационального нагрева заготовки

Перечень ссылок

1.Буглак Л.И. Автоматизация методических печей.–М.: Металлургия,1981. –

 196 С.

2. Полухин П.И. Прокатное производство.– М.: Металлургия, 1982. – 696 с.