



The investigations on rational placement of burner devices in reheating furnaces with mechanized sole at the example of reheating furnace of mill 850 of RUP "BMZ" and determination of their force in dependence with grade assortment and slugs dimension types are given.

И. А. ТРУСОВА, Д. В. МЕНДЕЛЕВ, П. Э. РАТНИКОВ, БНТУ

УДК 669.04

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАДИАЦИОННО-КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПРИ НАГРЕВЕ СТАЛЬНЫХ ЗАГОТОВОК В МЕТОДИЧЕСКИХ ПРОХОДНЫХ ПЕЧАХ

При рассмотрении вопросов повышения производительности методических печей или перевода их на нагрев металла другого типоразмера и марочного состава возникает необходимость разработки новых температурно-тепловых режимов работы данных агрегатов. Это предусматривает математическое моделирование сложного радиационно-

но-конвективного теплообмена в поглощающих средах с учетом дополнительных источников теплообразования, учет гидродинамических явлений, формы печного пространства, типоразмеров и расположения заготовок и т. д. с целью определения оптимального месторасположения горелочных устройств и подбора их мощности.

В данной работе приводятся исследования по рациональному размещению горелочных устройств в нагревательных печах с механизированным подом (с шагающими балками и подом) на примере нагревательной печи стана 850 РУП «БМЗ» и определения их мощности в зависимости от марочного сортамента и типоразмеров заготовок.

Ранее авторами были рассчитаны максимально допустимые тепловые потоки на стальные заготовки призматического сечения по критерию термостойкости, позволяющие форсировать нагрев в печи. В ходе исследований на данном этапе было по-

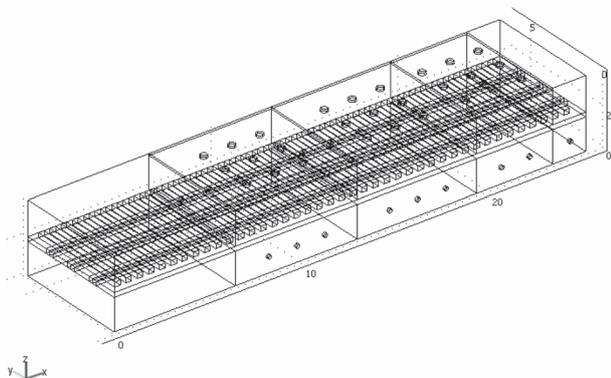


Рис. 1. Расчетная схема нагревательной печи стана 850 РУП «БМЗ» (трехмерная модель)

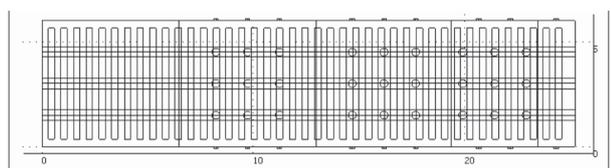


Рис. 2. Расчетная схема нагревательной печи стана 850 РУП «БМЗ» (вид сверху)

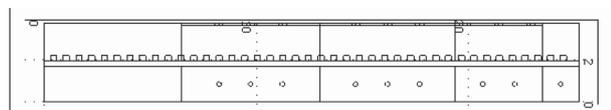


Рис. 3. Расчетная схема нагревательной печи стана 850 РУП «БМЗ» (вид сбоку)

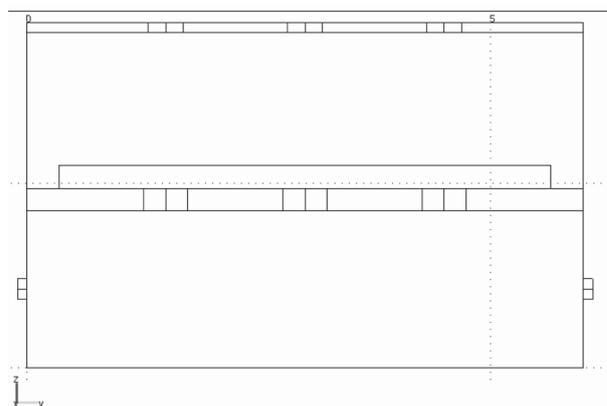


Рис. 4. Расчетная схема нагревательной печи стана 850 РУП «БМЗ» (торцевой разрез)

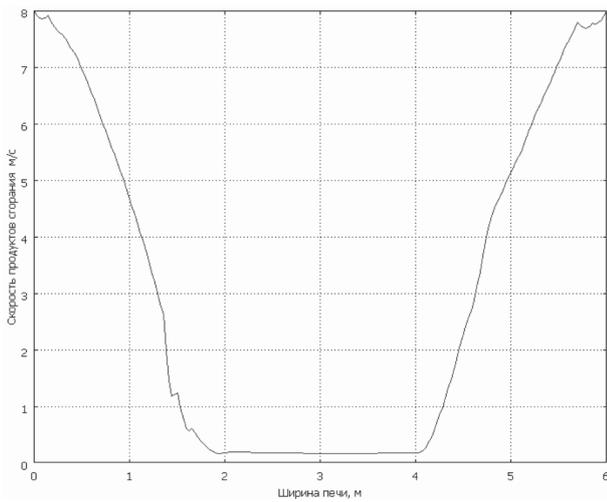


Рис. 5. Профиль скоростей длиннофакельных горелок

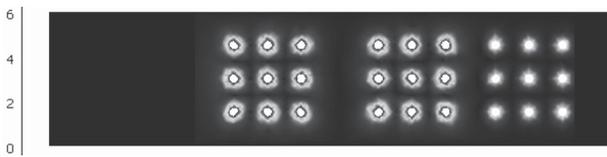


Рис. 6. Распределение скоростей продуктов сгорания у свода печи

добрано такое расположение газогорелочных устройств и их мощности, чтобы результирующий тепловой поток на металл в каждый момент времени удовлетворял разработанным форсированным режимам нагрева.

Конструкция нагревательной печи стана 850, представленная в виде конечных элементов в среде Comsol Multiphysics 3.5, показана на рис. 1–4.

В ходе исследования конвективной составляющей теплового потока на металл была решена

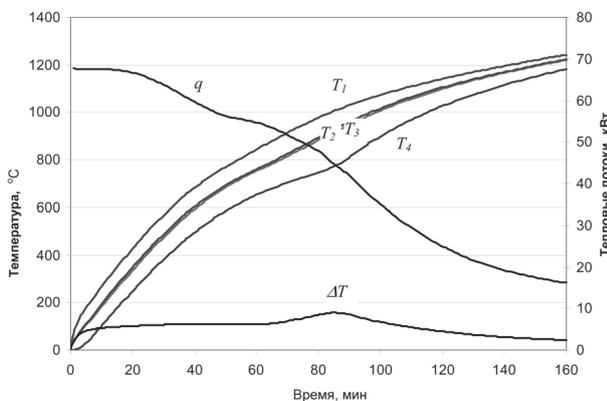


Рис. 9. Максимально-возможные значения тепловых потоков на заготовки из низкоуглеродистой марки стали по критерию термостойкости: q – удельный тепловой поток на металл, кВт/м²; T_1, T_2, T_3, T_4 и ΔT – соответственно температуры угла, горизонтальной и вертикальной грани, центра и температурный перепад по сечению заготовки, °C

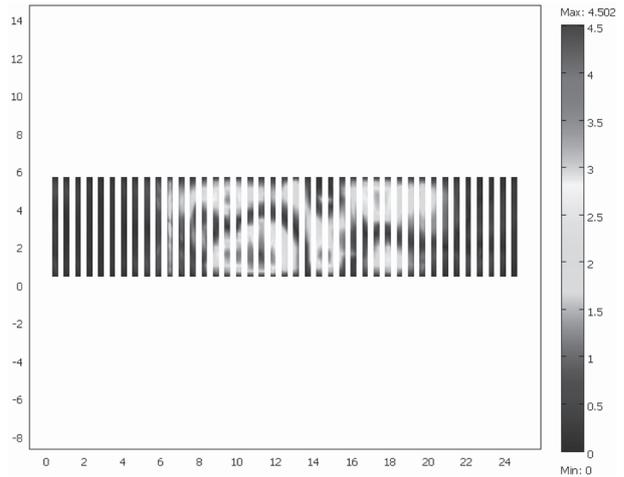


Рис. 7. Поле скоростей продуктов сгорания у верхних граней заготовок

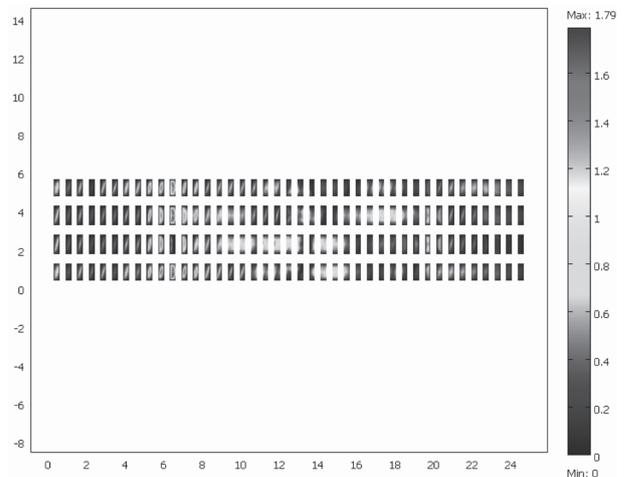


Рис. 8. Поле скоростей продуктов сгорания у нижних граней заготовок

газодинамическая задача и получены профили поля скоростей продуктов сгорания вблизи горелочных устройств и у поверхности металла (рис. 5–8). На рис. 5 показано распределение скорости продуктов сгорания по осям факель-

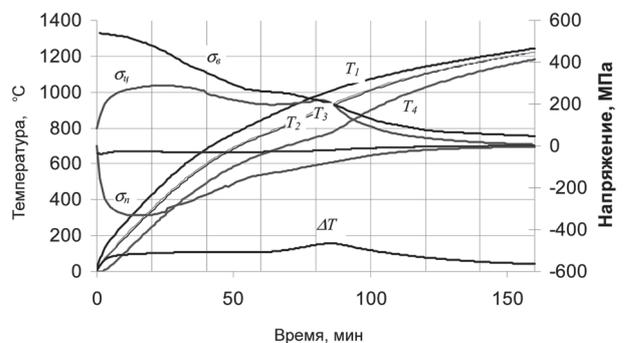


Рис. 10. Предел прочности, динамика температур и термонапряжений в характерных точках заготовки сечением 250×300 мм из низкоуглеродистой стали при нагреве по форсированному режиму: T_1, T_2, T_3, T_4 и ΔT – то же, что и на рис. 9; $\sigma_n, \sigma_v, \sigma_p$ – соответственно предел прочности стали, напряжения на поверхности и в центре заготовок, МПа

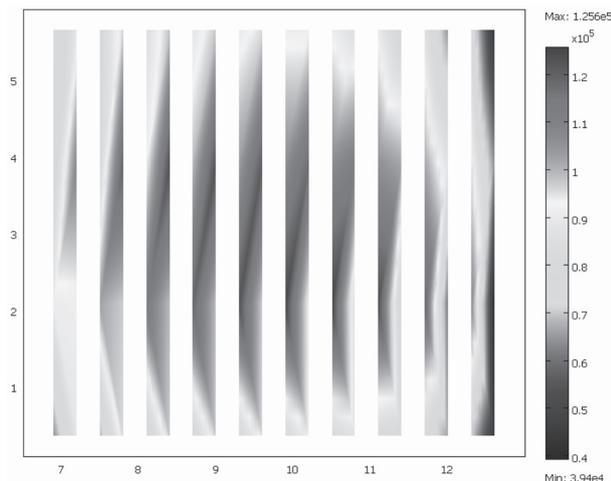


Рис. 11. Распределение падающих тепловых потоков на заготовки во второй зоне печи (верхняя зона)

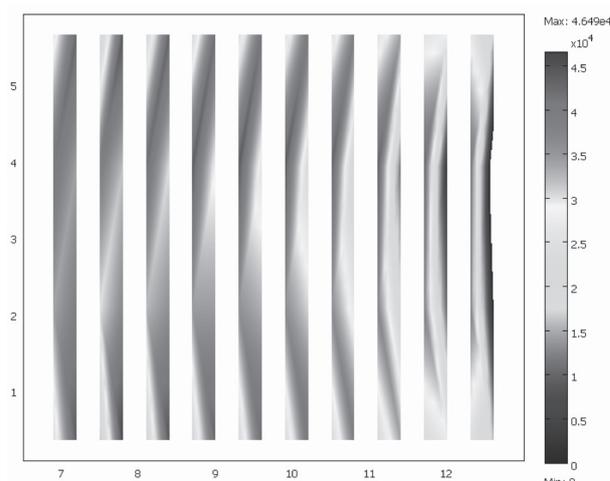


Рис. 12. Распределение падающих тепловых потоков на заготовки в первой зоне печи (нижняя зона)

ных горелок, расположенных в нижних зонах печи, а на рис. 6 – поле скоростей плоскопламенных горелок. Распределение скоростей продуктов сгорания на верхней и нижней поверхностях заготовок приведено на рис. 7 и 8. На рис. 8 продольными белыми линиями показаны рейтера, на которых располагаются заготовки.

Как видно из рис. 5–8, максимальные значения скорости продуктов сгорания даже вблизи длинно-факельных горелок не превышают 8 м/с, а у поверхности металла – 4 м/с. Таким образом, в дальнейших расчетах можно пренебречь конвективной составляющей теплового потока и рассматривать только лучистую составляющую.

На втором этапе исследований решалась задача лучистого переноса энергии, в ходе которой устанавливались мощности горелочных устройств таким об-

разом, чтобы результирующий поток на металл не превышал заданного (максимально допустимые значения результирующих тепловых потоков на металл приведены на рис. 9, 10). При этом функция теплового потока на каждом шаге заготовок принималась как кусочно-постоянная. Распределения тепловых потоков на металл при входе заготовок в сварочную зону показаны на рис. 11, 12.

По результатам расчетов были установлены оптимальные мощности горелочных устройств и их расположение. Для сводовых горелок при данном марочном сорimente заготовок и типоразмере рекомендована установленная мощность 100 кВт при расположении их в коридорном порядке с шагом 1,5 м, а для факельных горелок нижней зоны – мощность 170 кВт и расположение на относительной высоте 0,5 с шагом 1,5 м.