

В процессе исследований морфологии поверхности стального контртела было установлено наличие переноса металлокерамического фрикционного материала МК-5 в виде тонкого слоя, а так же локальных участков схватывания (рисунок).

УДК 621.74.047

Теплообмен на границе расплав корка при непрерывном литье

Демченко Е.Б.

Белорусский национальный технический университет

Тепловой баланс на границе «расплав–корка» в условиях конвективного движения расплава описали уравнением в форме Стефана $\rho r \frac{d\xi}{dt} = q_{1n}(z,t) - q'(z,t)$ при начальных условиях $T[\xi(t),z,t]=T_{кр}$, $\xi(0)=0$, $T(x,z,0)=T_{кр}$, где $q_{1n}(z,t)$ и $q'(z,t)$ – удельные тепловые потоки через корку и расплав.

Условие вероятности оплавления корки при $q_{1n}(z,t)=q_{2n}(z,t)$ вытекает из уравнения теплового баланса: если $\frac{d\xi}{dt} < 0$ корка оплавляется, если $\frac{d\xi}{dt} \geq 0$ растёт, т.е. $q_{1n}(z,t) \leq q'(z,t)$.

Для непрерывного литья с открытым уровнем (вынужденная конвекция $Pr < 1$, турбулентный режим) интенсивность теплообмена описывается выражением $Nu = 7,5 + 0,005Pe$, а для закрытого уровня (вынужденная конвекция $Pr < 1$, ламинарный режим)

$$Nu = 1,1[(1 - Pr)^{1/3} Pe]^{1/2}, \text{ где } Nu = \frac{q'(z,t)d'}{\lambda \Delta T}, \quad Pe = \frac{\omega d'}{a'}, \quad Pr = \frac{\nu'}{a'}$$

соответственно критерии Нуссельта, Пекле (интенсивность движения конвективных потоков) и Прандтля (теплофизические свойства); $d'=(d-2\xi)$ – диаметр жидкой фазы; $\Delta T=(T_{зал}-T_{кр})$ – перегрев расплава.

Исходя из анализа уравнений, нашли критическую скорость конвективных потоков расплава вдоль фронта затвердевания $\omega_{крит}$, достаточную для начала оплавления корки. Для открытого уровня (вертикальное непрерывное литьё) выражение имеет вид

$$\omega_{крит} = \frac{q_{2n}(z,t)}{34783\Delta T} - 0,092, \text{ а для закрытого уровня (вертикальное и}$$

горизонтальное литьё) $\omega_{крит} = 3,02 \times 10^{-10} \left[\frac{q_{2n}(z,t)}{\Delta T} \right]^2$.

Результаты моделирования показали, что конвективные потоки расплава, действующие вдоль фронта затвердевания, оказывают существенное влияние на формирование твёрдой корки вплоть до её оплавления. Степень этого влияния определяется способом литья, его возможностями, технологическими параметрами и зависит от характера распределения и интенсивности конвективных потоков.

УДК 621.79

Исследование характеристик процесса анодного электролитного нагрева

Алексеев Ю.Г., Королёв А.Ю., Сенченко Г.М.
Белорусский национальный технический университет

В работе проводились исследования теплофизических характеристик процесса анодного электролитного нагрева, применяемого для термической и химико-термической обработки. При повышении температуры образца с помощью электролитного нагрева обеспечивается формирование упрочненных слоёв за счет диффузии легирующих элементов, содержащихся в электролите, а также закалка, которая достигается при охлаждении нагретого образца в электролите путем отключения рабочего напряжения.

В результате исследований установлено влияние рабочего напряжения на плотность тока, температуру и скорость нагрева, мощность нагрева и долю тепла, поступающего в анод.

Исследования теплофизических особенностей процесса электролитно-плазменного нагрева проводились в электролите на основе 10-% раствора хлорида аммония. Температура электролита составляла $23 \pm 3^\circ\text{C}$. Рабочее напряжение изменялось в диапазоне от 120 до 300 В. В качестве источника питания использовался диодный выпрямитель ДЕЗ 100/230. Регулировку рабочего напряжения осуществляли с помощью трехфазного ЛАТРа. Температура образцов определялась по цветам каления.

Установлено, что с увеличением рабочего напряжения скорость электролитного нагрева увеличивается и достигает максимума при удельной мощности 300 Вт/см^2 , что соответствует рабочему напряжению 240 В. Дальнейшее увеличение удельной мощности нагрева приводит к снижению максимальной температуры нагрева, что связано с перераспределением тепловых потоков при повышении рабочего напряжения.

Исследования тепловых особенностей электролитного нагрева показали, что наиболее приемлемым с точки зрения эффективности