

ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ ОТДЕЛКЕ БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

С.В. Федосов, М.В. Акулова, Н.К. Анисимова

Ивановская государственная архитектурно-строительная академия,
153037, г. Иваново, ул. 8 Марта, 20 igasa@indi.ru

Одним из современных и перспективных видов отделки изделий из бетона и железобетона является отделка поверхности этих материалов высокотемпературными источниками тепла. Для отделки строительных материалов используется в основном низкотемпературная плазма, удовлетворяющая следующим требованиям: эффективно и устойчиво изменять поверхностные свойства строительных материалов или изделий; не ухудшать физико-механических характеристик обрабатываемого материала; не нагревать материал до температур вызывающих его деструкцию.

Бетон является искусственным конгломератом, состоящим из твердой, жидкой и газообразной фаз и представляет собой капиллярно-пористое тело. В результате температурного воздействия из бетона сначала испаряется физически связанная влага, затем при 600-800⁰С удаляется химически связанная влага и начинается разрушение кристаллической структуры цементного камня.

При отделке бетона плазмой в его толще будут создаваться температурные поля, зная распределение которых, можно управлять технологическим процессом отделки и корректировать качественные показатели получаемых бетонных изделий. В процессе термообработки строительных материалов происходит взаимосвязанный тепломассоперенос. Быстрый темп изменения температуры и массосодержания в поверхностных слоях материала приводит к возникновению градиентов потенциалов переноса, которые способствуют образованию потоков субстанции, направленных из толщи к поверхности и в обратном направлении.

В данной работе исследовалось влияние температуры на свойства бетона при его высокотемпературной отделке. В качестве модельной рассматривалась задача прогрева полуграниченного тела.

За основу была взята задача теплопереноса в виде $\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 T(h, \tau)}{\partial h^2}$ при граничном

условии на бесконечности $\frac{\partial T(H, \tau)}{\partial h} = 0$

В начальный момент времени ($\tau=0$) открытая поверхность тела имела температуру $T(h,0)=T_0(h)$, которая поддерживалась постоянной при протекании всего процесса нагревания. В итоге решение данной задачи имеет вид:

$$\theta(x, Fo) = \frac{T_{nl} - T(h, \tau)}{T_{nl}} = 2 \sum_{n=1}^{\infty} \sin(\mu_n x) \int_0^1 \theta_0(\xi) \sin(\mu_n \xi) d\xi \exp(-\mu_n^2 Fo)$$

Для получения распределения температурных полей по толщине бетонного камня была разработана компьютерная программа. В качестве модели рассматривалось распределение температурных полей в обычном бетонном образце и в образце с нанесенным стекловидным покрытием. На рисунке 1 представлена зависимость времени плавления стекловидного покрытия на поверхности бетона от температуры его нагрева. Из графика видно, что общее время плавления покрытия на поверхности бетона тем меньше, чем выше температура нагревателя, и неограниченно возрастает по мере приближения температуры нагревателя к температуре плавления. Так при температуре 900⁰С время плавления составляет 2000с, а при температуре 1100⁰С – 50с.

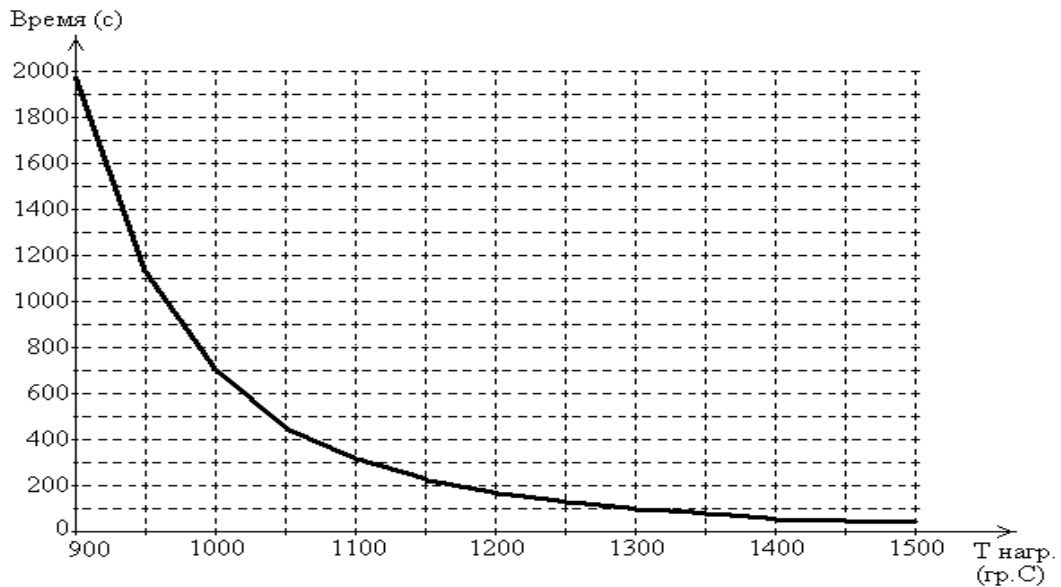


Рис.1. Зависимость времени плавления покрытия на поверхности бетона от температуры нагревателя.

На рисунке 2 показано распределение температурных полей в толще бетона в зависимости от температуры и времени его нагрева, а так же вида покрытия на его поверхности.

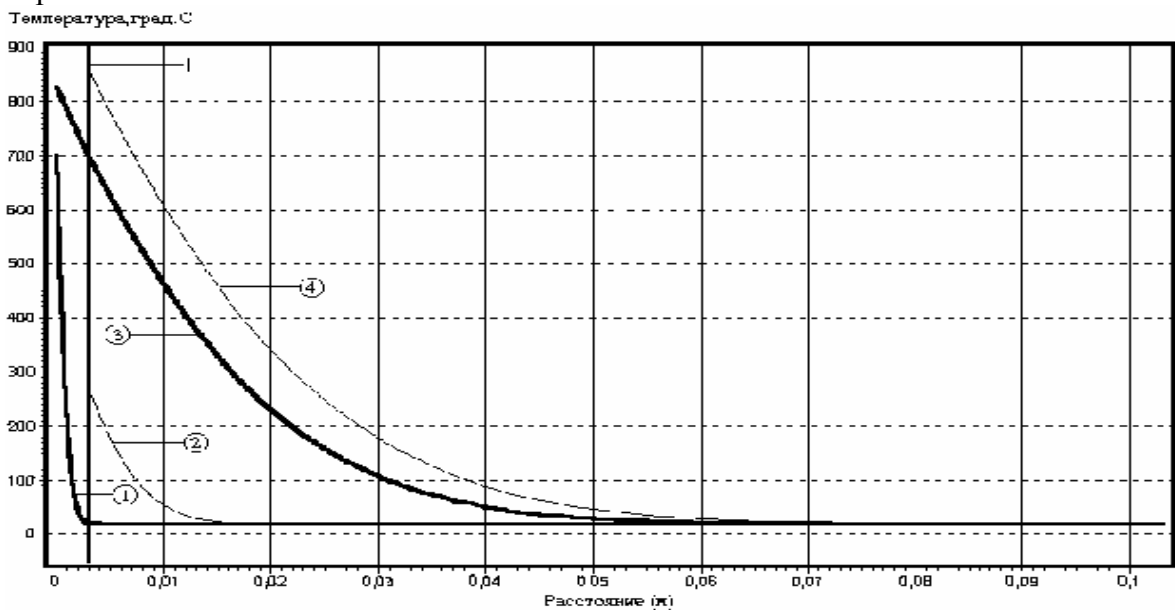


Рис.2 Распределение температурных полей в толще бетона в зависимости от температуры нагрева и вида покрытия поверхности

(I – граница между расплавом и бетоном; 1 – нагрев бетона до температуры плавления стекловидного покрытия; 2 – нагрев бетона без покрытия за тот же интервал времени; 3 – завершение плавления стекловидного покрытия на бетоне; 4 – нагрев бетона без покрытия через интервал времени, равный длительности плавления стекловидного покрытия)

Из приведенных графиков видно, что нагрев поверхности бетона до температуры плавления стекловидного покрытия, как с нанесенным покрытием так и без него не дает распространения температурных полей на глубину образца более 1-1,5 см. При завершающей фазе термической обработки бетон уже на глубине 4 см прогревается на температуру ниже, чем температура удаления физически связанной воды. Таким образом, изменения физико-механических свойств бетона в результате его плазменной отделки могут происходить только в поверхностных слоях, не затрагивая всю конструкцию.