

Основы моделирования энергетического потенциала процесса набора прочности железобетонными конструкциями зимой.

Ф.Бобко

Энергетический потенциал процесса обеспечения требуемых параметров морозостойких бетонов и конструкций, реализуемых при пониженных и отрицательных температурах, обуславливается, среди прочих, количеством тепла, влажностью и временем, достаточным для набора прочности бетоном. В условиях установившегося теплового обмена конструкции с окружающей средой зависимости его, представленные в виде неявной функции

$$\sum Q = F(M_p, V, \eta, B, C, M_c, w/c, \%R_{28}, \tau, t_1, t_3, t_6, v, k_2), \text{ где:} \quad (1)$$

M_p - модуль поверхности конструкции, реализуемой при низких температурах, (м^2);

V - объём бетона в конструктивном элементе, (м^3);

η - показатель объёмного армирования, включая закладные детали, (%); B - класс бетона;

C - коэффициент цемента, ($\text{кг}/\text{м}^3$); M_c - марка цемента; w/c - водоцементное отношение;

$\%R_{28}$ - прочность бетона до заморозания; τ - продолжительность выдерживания, (час);

t_1 - начальная температура бетона, ($^{\circ}\text{C}$); t_3 - температура воздуха, ($^{\circ}\text{C}$); v - скорость ветра, ($\text{м}/\text{с}$);

t_6 - средняя температура бетона, ($^{\circ}\text{C}$); k_2 - коэффициент теплопередачи утепления, ($\text{Вт}/\text{м}^2\text{К}$); могут быть представлены в виде стационарных скалярных полей со следующими характеристиками.

Уравнением поверхности уровня в пространстве $U(x, y, z) = C$, где: (2)

$x \leftrightarrow t_1, y \leftrightarrow \eta, z \leftrightarrow \sum Q = \iint_D \varphi(x, y) dx dy, C = const$, принимающая значения, при которых

равенство (2) имеет геометрический смысл. Поверхностью уровня (эквипотенциальной поверхностью) скалярного поля считают множество точек, в каждой из которых его потенциал сохраняет постоянное значение. В случае плоских полей $\{U(x, z) = C\}$ рассматривают линии

уровня типа $z = F(x)$ возможно $z = \int_{x_1}^{x_2} \varphi(x) dx$, или $\begin{cases} r = x / \cos((\arctg(z/x)) - \pi) \\ \varphi = \arctg((z/x) + \pi) \end{cases}$ в случае

полярных координат.

Скорость изменения потенциала (производной по направлению) в пространстве $dU(P_0)/dl = [dU(P_0)/dx] \cos \alpha + [dU(P_0)/dy] \cos \beta + [dU(P_0)/dz] \cos \gamma$ и в плоском скалярном поле $dU(P_0)/dl = [dU(P_0)/dx] \cos \alpha + [dU(P_0)/dy] \sin \alpha$ где α, β, γ - направляющие углы

Градиентом $\text{grad } U = (du/dx)i + (du/dy)j + (du/dz)k$. Градиент линейной функции $U = b_0 + b_1x + b_2y + b_3z$, при помощи которой возможно описать простые термодинамические процессы, можно представить, как $\text{grad } U = b_1i + b_2j + b_3k - const$.

$$\text{Модуль} \quad |\text{grad } U| = \sqrt{\left(\frac{dU}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dU}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dU}{dz}\right)^2} \quad (3)$$

определяет максимальную величину скорости изменения энергетического потенциала.

Исследованы скалярные поля энергетических потенциалов процесса набора прочности бетона в немассивных армированных конструкциях.

Введение геометрических характеристик даёт достаточно наглядное описание соответствующего поля.

Построение эквипотенциальных полей и линий уровня позволяет оптимизировать энергозатраты производства морозостойких бетонов, железобетонных изделий заводского изготовления, возведения конструкций в зимних условиях.

Литература:

1. Bobko T., Kamiński T.: "Optymalizacja nakładu energii cieplnej procesu dojrzewania betonu w temperaturach zimowych". Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej 150 Częstochowa 1995 s. 129...137
2. Герасимович А. и др "Математический анализ. ч.2" Минск 1990