

Владислав Марцинкевич

Белорусская Государственная политехническая академия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОГО ТВЕРДЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ В ЗАВОДСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Промышленность сборного железобетона относится к числу наиболее энергоемких отраслей производства строительных материалов. На его производство ежегодно расходуется порядка 12 млн. т условного топлива. Несмотря на многочисленные исследования в области ускоренного твердения железобетонных изделий, создание новых установок, разработки новых методов тепловой обработки (ТВО) и внедрение этих разработок в практику, расход энергии за последние 10 лет практически не изменился и составляет чуть больше 90 кг условного топлива на 1 м³ бетона, что в 1,8 раза превышает расчетные затраты.

В настоящее время режимы ТВО назначаются согласно различным рекомендациям по ТВО и нормам технологического проектирования, которые, как показала практика, не обеспечивают оптимальных условий формирования кристаллогидратной и капиллярнопористой структур материала. Для оптимизации режимов ТВО проводятся многочисленные исследования, затрачиваются огромные средства и время. Стоимость таких исследований достигает 20% стоимости продукции. Наибольшая сложность отыскания оптимальных периодов и параметров ТВО изделий связана с использованием различных химических добавок. Существующие методики мало приемлемы для производственных условий, так как расчетные формулы сложны, изобилуют множеством эмпирических коэффициентов и не учитывают изменение технологических характеристик бетонной смеси / 1 /.

Для облегчения расчетов режимов ТВО изделий в производственных условиях автором разработаны методики обработки экспериментальных данных с помощью эмпирических номограмм и назначения режимов ТВО. Ценными свойствами номограмм является их доступность, простота пользования, наглядность и быстрота получения ответов. Номограммы позволяют, не производя никаких промежуточных вычислений, сразу получить ответ; при этом любой из параметров может быть искомым.

Проведенные эксперименты / 2 / показали, что функциональную зависимость прочности бетона при ТВО в температурно-влажностной среде при подводе тепла с поверхности бетона

$$R = f(\tau_{\delta}^T, B/C, Y, l, \tau_{пв}, V_{\tau}, \bar{t}_{\delta}, \tau_{из}) \quad (1)$$

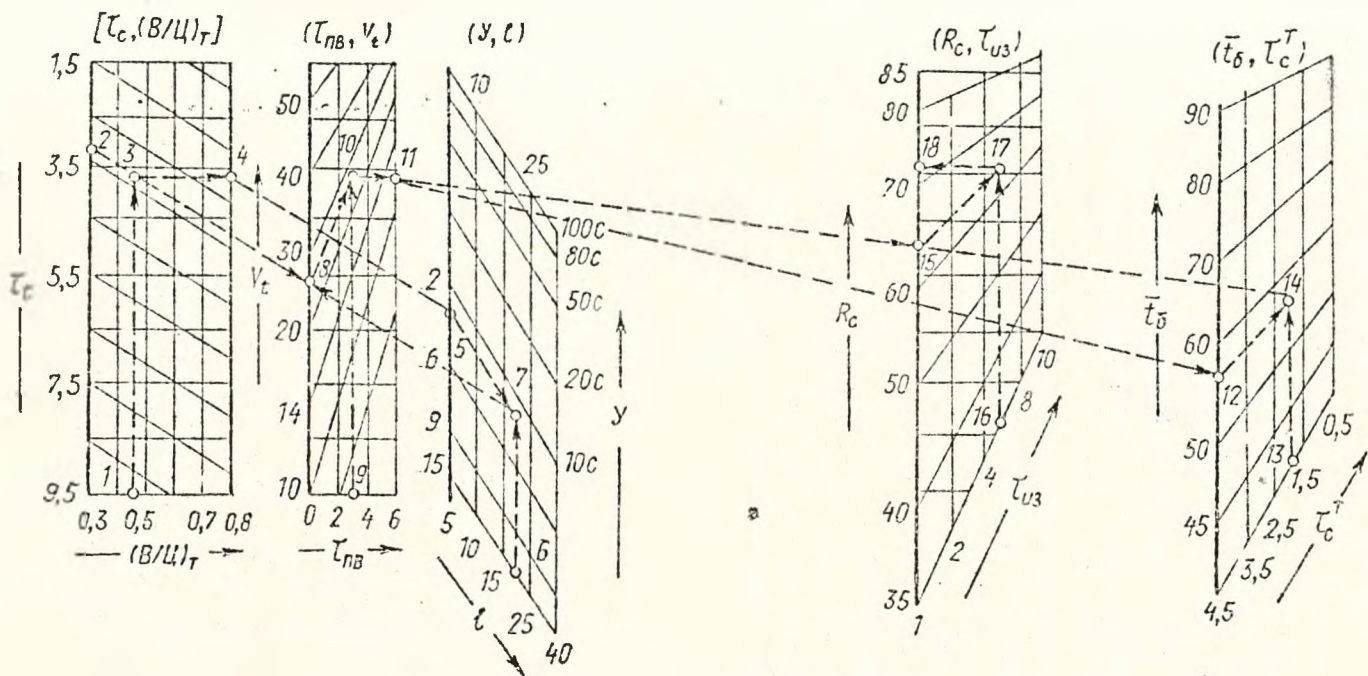


Рис. Номограмма для назначения режимов ТВО при конвективно-кондуктивном подводе тепла.
 τ_c - сроки схватывания бетонной смеси, ч; $(B/C)_\tau$ - водоцементное отношение цементного теста в бетонной смеси; V - формуемость смеси; ℓ - толщина изделия, см; $\tau_{пв}$ - время предварительной выдержки, ч; V_t - скорость нагрева бетона $^{\circ}C/ч$; t_{δ} - средняя (расчетная) температура бетона, $^{\circ}C$; τ_c^T - сроки схватывания бетонной смеси при температуре равной t_{δ} ; $\tau_{из}$ - время изотермического прогрева, ч; R_c - относительная прочность бетона, от марочной.

для построения эмпирической номограммы разбили на несколько уравнений, каждое из которых содержит не более чем по три переменных. В результате получили уравнение с разделяющимися переменными:

$$f_1(R, \bar{T}_{из}) + f_2(t_{\delta}, \bar{T}_{\delta}^T) = f_3(\bar{T}_{\delta}^T, B/L) + f_4(Y, l) + f_5(\bar{T}_{пв}, V_t) \quad (2)$$

Имея уравнение (2), можно для каждой функциональной зависимости построить сетчатую номограмму с бинарным полем / 2 / (рис). При этом значение \bar{T}_{δ}^T зависит от технологических факторов бетонной смеси и ее температуры и определяется по формуле:

$$\bar{T}_{\delta}^T = \left[\frac{\bar{T}_{нс} + \bar{T}_{кс}}{2} + \beta \left(-\frac{P/L}{K_{нр}} - 1 \right) \left(1 - \frac{V_3 W_3}{k} \right) \right] / \ln(t_{кс} - 17,3), \quad (3)$$

где $\bar{T}_{нс}$, $\bar{T}_{кс}$ - начало и конец схватывания цементного теста, β - коэффициент, зависящий от вида цемента; $K_{нр}$ - коэффициент нормальной густоты; V_3 , W_3 - объем и водопоглощение заполнителей; k - коэффициент, зависящий от вида заполнителей; $t_{кс}$ - температура бетонной смеси.

Длительность предварительной и изотермической выдержки, а также скорость нагрева изделия определяют по номограмме (рис) в зависимости от значений t_{δ} , \bar{T}_{δ}^T , l и Y .

Время охлаждения рассчитывают по формуле:

$$\tau_{охл} = 21 l^2 \cdot \lg(1,27 \frac{t_c - t_k}{t_c - t_u}), \quad (4)$$

где t_c и t_u - температура среды и центра изделия; t_k - конечная температура бетона.

Как показали исследования / 2 / удаление влаги из бетона в завершающей стадии ТВО позволяет интенсифицировать процесс упрочнения бетона. Время начала удаления влаги в стадии изотермического прогрева определяется из выражения (3).

При назначении периодов ТВО расчетно-графическим методом следует руководствоваться тем, чтобы общая продолжительность режима ТВО была минимальной. Если полученное значение не удовлетворяет заданным показателям, то изменяя факторы функций - добиваются нужного ответа.

Л и т е р а т у р а

1. Марцинкевич В.Л. и др. Оптимизация тепловой обработки бетонов с химическими добавками. БелНИИТИ. Мн. 1988. 51 с.
2. Марцинкевич В.Л. Энергосберегающая технология ускоренного твердения бетона. Мн. 1990. 246 с.