

УДК 693.547.3

ПИКУС Г. А.  
МОЗГАЛЁВ К. М.

# Оценка необходимого количества контрольных температурных точек при выдерживании монолитных плитных конструкций в зимнее время



**Пикус Григорий Александрович**

кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология строительного производства» Южно-Уральского государственного университета  
e-mail: pikous@mail.ru

Статья посвящена вопросам температурно-прочностного контроля выдерживания бетона монолитных плитных конструкций в зимнее время. Предложена методика оценки необходимого количества точек измерения температуры бетона в таких конструкциях, учитывающая их геометрические характеристики, технологические и климатические условия производства работ.

**Ключевые слова:** бетон, монолитные конструкции, температурно-прочностной контроль, зимние условия.

PIKUS G. A.

MOZGALEV K. M.

ESTIMATING NECESSARY NUMBER OF CONTROL TEMPERATURE POINTS DURING CURING MONOLITHIC SLAB STRUCTURES IN WINTER ENVIRONMENT

*The article is devoted to the temperature and strength control the curing of concrete monolithic slab constructions in winter. The technique of an estimation of the required number of points temperature measuring concrete in such structures, taking into account their geometric characteristics, technological and climatic conditions of works manufacture.*

*Keywords: concrete, monolithic construction, temperature-strength control, winter conditions.*



**Мозгалёв Кирилл Михайлович**

кандидат технических наук, ассистент кафедры «Технология строительного производства» Южно-Уральского государственного университета  
e-mail: mozgalev@74.ru

**Н**епрерывный рост объемов монолитного строительства в сочетании с необходимостью обеспечения качества и безопасности монолитных конструкций, особенно в зимнее время, требует поиска оптимальных решений по контролю за соблюдением технологических режимов выдерживания бетона. Одними из наиболее распространенных, ответственных и трудоемких в изготовлении монолитных конструкций являются плитные конструкции (плиты перекрытия, покрытия, фундаментные плиты). Известно, что наиболее эффективным и достоверным средством контроля прочности бетона в зимнее время является систематическая регистрация температуры бетона в разных точках конструкции [1].

В нормативной литературе до недавнего времени не устанавливалось необходимое количество точек, в которых следует регистрировать температуру бетона (далее — температурные точки). Лишь в Руководстве [2] указано на необходимость контролировать температуру не менее чем в одной точке на 10 м<sup>2</sup>

площади плиты. Но в появившемся в 2012 г. СП 70.13330.2012 [3] сказано, что количество температурных точек в плитах перекрытия должно быть не менее одной на 4 м<sup>2</sup> перекрытия. Учитывая, что площадь монолитных перекрытий составляет сотни квадратных метров, то в этом случае количество температурных точек начинает превышать все мыслимые пределы, следствием чего является трудновыполнимость вышеуказанных рекомендаций и требований. В связи с этим НП «СРО ССК УрСиб» обратилось на кафедру технологии строительного производства ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) с просьбой разработать научно обоснованную методику оценки необходимого количества температурных точек для обеспечения качества и безопасности монолитных конструкций, возводимых в зимнее время, и включить эту методику в стандарт данной саморегулируемой организации.

Для разработки такой методики был применен феноменологический подход, в результате которого была предложена формула для опре-

Таблица 1. Количество температурных точек на 20 м<sup>2</sup> поверхности плиты

$t_k$ , смен	До 0,25	0,25...0,5	0,5...0,75	0,75...1,0	Более 1,0
$n_t$ , шт.	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0

Таблица 2. Значения коэффициента  $k_1$

Толщина плиты, мм	До 300	301...500	501...700	701...900	901...1200	1201...1500	Более 1500
$k_1$	1,0	1,17	1,23	1,30	1,40	1,50	2,0

Таблица 3. Значения коэффициента  $k_2$

$t_{н.в}$ , °С	Выше -10	-10...-20	Ниже -20
$k_2$	1,0	0,95	0,90

деления минимально необходимого количества контрольных температурных точек в плитных конструкциях:

$$N_t = \frac{S}{20} \cdot n_t \cdot k_1 \cdot k_2,$$

но не менее четырех точек. Здесь  $S$  – площадь плиты, м<sup>2</sup>;  $n_t$  – количество температурных точек на 20 м<sup>2</sup> поверхности плиты;  $k_1$  – коэффициент, учитывающий толщину плиты;  $k_2$  – коэффициент, учитывающий температуру наружного воздуха.

Основным фактором, определяющим необходимое количество температурных точек, как мы считаем, должно быть время укладки бетона в конструкцию, так как от этого напрямую зависит распределение температур по плите. Чем быстрее будет изготовлена плитная конструкция, тем более равномерно будут распределяться температуры по ее объему и, тем самым, потребуется меньшее количество температурных точек для оценки температурного поля.

Время укладки бетона в конструкцию ( $t_k$ ) зависит от темпа его укладки, на который могут влиять целый ряд факторов: возможности прогревочного оборудования, производительность бетононасосного узла, выработка рабочих и пр. Время укладки бетона может быть определено по формуле

$$t_k = \frac{V_k}{V_{б.см}},$$

где  $V_k$  – объем конструкции, м<sup>3</sup>;  $V_{б.см}$  – темп укладки бетона, м<sup>3</sup>/смену.

Необходимое количество температурных точек в зависимости от времени укладки бетона в плитную конструкцию предлагается определять по Таблице 1.

В соответствии с [4] можно выделить два параметра, определяющих

неравномерность распределения температуры по сечению конструкции:

- параметрическая величина  $\psi$ :

$$\psi = \frac{t_{нов} - t_{н.в}}{t_v - t_{н.в}},$$

где  $t_{н.в}$ ,  $t_{нов}$ ,  $t_v$  – соответственно, температура наружного воздуха, температура на поверхности и средняя температура по объему конструкции;

- коэффициент неравномерности  $\beta$ :

$$\beta = k \frac{\alpha_{прив}}{\lambda_{б} \cdot M_n},$$

где  $k$  – коэффициент, равный 0,74 для активных методов зимнего бетонирования и 0,85 – для пассивных;  $\alpha_{прив}$  – коэффициент теплопередачи ограждения бетона;  $\lambda_{б}$  – коэффициент теплопроводности бетона (для тяжелого бетона  $\lambda_{б} = 2,6$  Вт/м·°С);  $M_n$  – модуль поверхности конструкции.

Учитывая, что для пластинчатых конструкций  $M_n = \frac{2}{a}$  (где  $a$  – толщина конструкции) и что выдерживание плит обычно ведется с применением активных методов зимнего бетонирования, получим:

$$\beta = 0,142 \cdot \alpha_{прив} \cdot a.$$

Из формулы видно, что коэффициент неравномерности прямо пропорционален толщине плитной конструкции и увеличивается с ростом толщины плиты. Это позволяет рекомендовать следующие значения коэффициента  $k_1$  (Таблица 2).

Результаты расчета параметрической величины  $\psi$  показывают, что диапазон ее изменения при наиболее часто встречающихся температурах выдерживания плитных конструкций не превышает 10%. На основании этого в Таблице 3 приведены рекомендуемые значения коэффициента  $k_2$ .

В качестве примера рассмотрим контроль температуры монолитной плиты перекрытия толщиной 160 мм, площадью 400 м<sup>2</sup>, бетонируемой в течение одной смены при температуре наружного воздуха –15 °С. В соответствии с [2] для этого необходимо 40 температурных точек, а согласно [3] – 100.

В соответствии с предлагаемой методикой потребуется

$$N_t = \frac{400}{20} \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,95 = 13$$

температурных точек или одна точка на 30,8 м<sup>2</sup> плиты.

## Заключение

Предлагаемая методика позволяет расчетным путем оценить необходимое количество контрольных температурных точек при определении прочности бетона в монолитных плитных конструкциях. Методика дает возможность учесть геометрические характеристики плитных конструкций, а также технологические и климатические условия производства бетонных работ в зимнее время.

## Список использованной литературы

- 1 Пикус Г. А. Нормативные требования к контролю прочности бетона, выдерживаемого в зимних условиях // Справочник руководителя строительной организации. 2014. №1. С. 18–21.
- 2 Руководство по прогреву бетона в монолитных конструкциях/под ред. Б. А. Крылова, С. А. Амбарцумяна, А. И. Звездава. М., 2005.
- 3 СП 70.13330–2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01–87.
- 4 Головнев С. Г. Оптимизация методов зимнего бетонирования. Л., 1983.