

В заключение можно сделать некоторые выводы.

1. Конструкция и свойства статической характеристики электролитического датчика позволяют успешно применять его для контроля и управления вертикальным положением конструкций, погружаемых методом подмыва.

2. Свойства электролитического датчика делают его применимым для контроля горизонтального уровня различных платформ.

3. Электролитический датчик может также применяться для контроля заданного угла наклона погружаемой конструкции методом подмыва.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пацко Е. В. Погружение колодцев при помощи вибрации.—«Механизация строительства», 1967, № 2.

2. Тарусин Н. Е. Погружение опускного колодца способом гидромеханизации.—«Механизация строительства», 1967, № 2.

3. Козлов А. С. Теория авиационных гидроскопических приборов. М., Оборонгиз, 1956.

УДК 624.012.45«324»

Ф. А. БОБКО

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ВЫДЕРЖИВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Путем изучения и анализа данных проектной документации по 322 стройкам двенадцати отраслей народного хозяйства установлено, что объемы строительных конструкций, предусмотренных проектами в монолитном исполнении, составляют 60—70% объемов работ в бетоне и железобетоне.

Массивность монолитных бетонных и железобетонных конструкций, характеризующаяся отношением поверхности ее охлаждения к объему бетона в конструкции

$$M_{\Pi} = \frac{F}{V} M^{-1},$$

колеблется в широком интервале (от 1 м⁻¹ до 30 м⁻¹). Объем бетона в конструкциях колеблется в широких пределах (от 0,5 м³ на объектах жилищно-гражданского строительства до 1,4 тыс. м³ на объектах химической промышленности).

Деятнадцать строительных организаций управления сельского строительства Брестской области Минсельстроя БССР ежегодно с 1973 по 1977 г. укладывают в монолитные конструкции 60—90 тыс. м³ бетона (сборных — 30—60 тыс. м³).

В связи со значительным увеличением объемов укладываемого бетона в монолитные конструкции строителям все больше придется иметь дело со всевозрастающим объемом укладываемого бетона в

условиях пониженных температур наружного воздуха (в Брестской области от 5°C до -30°C).

В условиях пониженных температур ежегодно с 1968 по 1978 г. укладывается бетона в монолитные конструкции, возводимые в г. Бресте и Брестской области (второй климатический район, 11-я температурная зона):

1) организациями стройтреста № 8 — 12—33 тыс. м^3 , что составляет в среднем 35% от объема монолитных конструкций;

2) организациями управления «Брестсельстрой» Минсельстроя БССР — 16—20 тыс. м^3 , что составляет 30% от объема монолитных конструкций.

Температурно-влажностное выдерживание бетона в условиях пониженных температур организациями Брестсельстроя осуществляется следующими методами:

способом термоса;

с применением противоморозных добавок;

с электротермообработкой;

с обогревом бетона паром, горячим воздухом, в тепляках.

В настоящее время выдерживание железобетонных конструкций при пониженных температурах можно осуществить, применив один из более 30 организационно-технологических способов выдерживания.

Все эти методы отличаются друг от друга средствами технического обеспечения, организационно-технологическими приемами их выполнения. Следовательно, каждый метод имеет наиболее оптимальную область применения. Ее надо установить.

Метод термоса — один из наиболее эффективных способов выдерживания бетона при бетонировании больших массивов и подземных сооружений. Однако при использовании быстротвердеющих портландцементов и эффективных теплоизоляционных материалов,

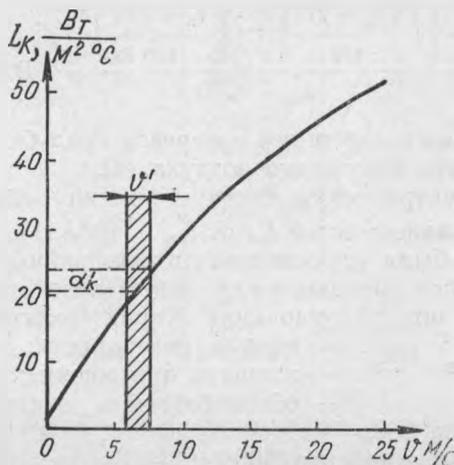


Рис. 1. График изменения коэффициента отдачи тепла конвекцией.

Таблица 1

$t'_{\text{оп}} \text{ } ^\circ\text{C}$	$L \text{ л}$
-4	3,34
-5	3,32
-5,5	3,315
-6	3,31
-6,5	3,295
-7,0	3,28
-7,5	3,27
-8,0	3,26
-8,5	3,255
-9,0	3,25
-9,5	3,23
-10,0	0,00

особенно при умеренных морозах ($t_{\text{н.в}} = 0 - 20^\circ\text{C}$) он успешно применен при бетонировании среднemasивных конструкций ($M_{\text{п}} = 4 - 8 \text{ м}^{-1}$). Применение паро- и электроразогрева, добавок значительно расширило область применения метода термоса.

Исследования проводились в следующих направлениях:

1. На основе анализа производственных показателей управления «Брестсельстрой» с 1968 по 1978 г. установлены объемы укладываемого бетона в монолитные конструкции за каждый год в целом и в условиях пониженных температур в отдельности.

2. По данным изменения скорости ветра составлен график изменения коэффициента отдачи тепла конвекцией $L_{\text{к}}$. По формуле Франка $L_{\text{к}} = 6,31 v^{0,656} + 3,25 e^{-1,91 v}$, где v — скорость ветра, м/с (рис. 1).

3. Задаваясь температурой на наружной поверхности опалубки

$t'_{\text{оп}}$, близкой к температуре наружного воздуха, определим коэффициент теплоотдачи излучением $L_{\text{л}}$ по формуле

$$L_{\text{л}} = \frac{\mu \left[\left(\frac{t'_{\text{оп}} - 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_{\text{в}} - 273}{100} \right)^4 \right]}{t'_{\text{оп}} - t_{\text{в}}}, \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C},$$

где μ — коэффициент излучения материала опалубки, $\text{Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$,
 $t_{\text{в}}$ — температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$.

Используя электрическую счетную машину «Электроника» составим таблицу зависимостей $L_{\text{л}}$ от $t'_{\text{оп}}$ (табл. 1).

В результате была установлена оптимальная область применения метода термоса при выдерживании железобетонных конструкций фундамента под оборудование. Характеристики конструкций:

- $M_{\text{оп}} = 4 \text{ м}^{-1}$ — модуль поверхности;
- $F = 14,4 \text{ м}^2$ — площадь охлаждения;
- $V = 3,6 \text{ м}^3$ — объем бетона в конструкции;
- марка бетона 300;
- марка портландцемента 400;
- расход стали 150 кг/м³;
- $t_{\text{в}} = - - 10^\circ\text{C}$ — температура наружного воздуха;

Таблица 2

Продолжительность твердения (сутки)	3	4	5	6	9	14	16
Средняя температура твердения $t_{б.ср}$	35	30	25	20	15	10	5

Таблица 3

Данные экспериментов и расчетов

$R_1=70\%R_{28}$		$t_B=-10^\circ\text{C}$		Расход стали 150 кг/м ³		
$t_{б.п.}, ^\circ\text{C}$	$t_{б.ср}, ^\circ\text{C}$	Толщина утеплителя $\delta, \text{м}$	Время $\tau, \text{час/сут}$	K', V	$\frac{t_{б.п.}}{t_{б.ср}}$	Тип конструкции опалубки
6		0,298	648/28	0,223		
5		0,376	667,5/28	0,178		
4		0,458	674,2/28	0,147		
3	0	0,716	665,2/28	0,095		
2		1,267	668,9/28	0,054		
1	1	2,145	649,7/28	0,032		
14		0,181	384,8/16	0,36	2,80	а
12	5	0,255	379,4/16	0,26	2,40	б
10		0,422	387,7/16	0,16	2,00	в
6 (7)		1,92	386,5/16	0,036	1,40	г
22		0,168	329,6/14	0,39	2,20	
20	10	0,24	336,9/14	0,31	2,00	
14		1,12	332/14	0,06	1,4	
11						
30		0,105	211/9	0,6	2,00	
24		0,173	218,3/9	0,38	1,60	
20	15	0,870	216/9	0,08	1,33	
19		2,81	216,2/9	0,025	1,26	
16	16					
38	38	0,069	140,4/6	0,87	1,90	
35		0,079	142,6/6	0,45	1,75	
30	20	0,185	146,5/6	0,36	1,50	
25		2,346	146/6	0,03	1,25	
21						
46		0,057	116,1/5	1,03	1,84	
45		0,062	117,8/5	0,96	1,80	
40		0,100	118,34/5	0,63	1,60	
35	25	0,135	96,6/5	0,48	1,40	
32		0,584	123,9/5	0,12	1,28	
26						
54		0,043	94/4	1,29	1,80	
50		0,061	98,2/4	0,98	1,66	
45	30	0,088	89,9/4	0,71	1,50	
40		0,156	98/4	0,345	1,33	
37		1,34	96,2/4	0,054	1,23	

8. $V = 10 \text{ м/с}$ — скорость ветра;

9. $R = 70 \% R_{28}$ — проектируемая прочность бетона.

В данном случае — это прочность бетона распалубочная, при которой можно снять опалубку и загрузить конструкцию нагрузкой, равной 70% от нормативной.

Определение зимних удорожаний при $t_{б.ср} = -5^\circ\text{C}$ на 1 м^2 опалубки

№ п/п	Наименование затрат	Едини. измерения	Расход на 1 м^2 опалубки	Цена, руб.	Стоимость, руб., коп.	Обоснование цен
1.	Доски обрезные	м^3	0,025	5,06	1-565	Ц. ч. 1 р. III п. 135
2.	Толь	м^2	1,00	0,12	0-120	Ц. ч. 1 р. I п. 841
3.	Зарплата на изготовление утепленных щитов	руб.			0-226	ЕНиР § 38-3-14
4.	Фанера	м^3	0,004	204	0-816	Ц. ч. 1 р. III калькул.
5.	Доплата за зимние основные работы	руб.			0-200	
Тип а)	Итого без утеплителя				3-219	Ц. 1ч. 4 п. II
	Утеплитель м^3		0,18	10	1-80	
	Всего				5-019	
Тип б)	Утеплитель		0,255		2-550	
	Всего				5-769	
Тип в)	Утеплитель		0,442		4-42	
	Всего				7-639	
Тип г)	Утеплитель		1,92		19-20	
	Всего				22-419	

Проанализировав графики продолжительности твердения бетона М 200—300 на портландцементе М 400 в зависимости от средней температуры ($t_{б.ср}$) его за период твердения, установим, что проектируемую прочность бетона в конструкции $R=70\%$ R_{28} можно достичь в разные сроки после начала твердения (табл. 2)

Известно, что средняя температура твердения бетона зависит от начальной температуры бетона, температуры наружного воздуха, скорости ветра, степени армирования конструкции, модуля поверхности конструкции, теплозащитного ограждения и других факторов.

В построечных условиях удобнее измерять начальную температуру бетона во время укладки и учитывать ее при выборе конструкции опалубки, чем среднюю температуру твердения бетона, измерять которую практически невозможно.

По методике С. А. Миронова и Б. Г. Скрамтаева определим величину термического сопротивления конструкции теплозащиты и толщину утеплителя, необходимую для получения $R=70\%$ R_{28} в установленные сроки при известных начальных и граничных условиях (табл. 3).

Анализируя данные табл. 3, можно сделать вывод, что для достижения $t_{б.ср}=5^\circ\text{C}$ необходимы следующие условия:

1. Возможный интервал начальных температур бетона в период его укладки находится в пределах $6-14^\circ\text{C}$. При этом толщина утеплителя (слой минеральной ваты) колеблется в пределах от 0,181 до 1,92 м. При выборе оптимальной толщины утеплителя $\delta=1,92\text{ м}$ учитывать нельзя из конструктивных соображений.

2. Прочность бетона $R_{16} \times 10\% R_{28}$ достигнута на 16-е сутки.

3. На основании полученных данных определены зимние удорожания при $t_{б, ср} = 5^\circ\text{C}$ (табл. 4), величина которых колеблется в пределах от 5,0 руб. до 1,64 руб.

Учитывая все факторы, влияющие на выбор метода выдерживания железобетонных конструкций при низких температурах, только за счет подбора конструкции теплозащиты бетона можно на каждом квадратном метре его экономить до 2,6 руб.

4. Установлена оптимальная область применения метода термоса для бетонных и железобетонных конструкций с $M_{II} = 4 \text{ м}^{-1}$ при $t_{б, ср} = 5\text{--}25^\circ\text{C}$ и продолжительности выдерживания от 5 до 16 суток.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арбенев А. С. Технология бетонирования с электрорагревом смеси.— М., Стройиздат, 1975.
2. Руководство по зимнему бетонированию с применением метода термоса.— М., Стройиздат, 1975.
3. Фокин К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий.— М., Стройиздат, 1973.