Утвержден и введен в действие
Постановлением Госстроя СССР
от 31 октября 1977 г. N 168

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

БЕТОНЫ

МЕТОД УСКОРЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ НА СЖАТИЕ

Concretes. Method of accelerated determination of compressive strength

ГОСТ 22783-77

Группа Ж19

Срок введения
1 июля 1978 года

Настоящий стандарт распространяется на цементные бетоны на плотных и пористых заполнителях, применяемые для изготовления монолитных конструкций. Стандарт устанавливает метод ускоренного определения прочности бетона на сжатие, ожидаемой в возрасте, отвечающем его проектной марке (28, 90, 180 суток или в другом возрасте, именуемом в дальнейшем "проектный возраст") по результатам испытаний контрольных образцов, твердевших в воде по специальному температурному режиму.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Прочность бетона на сжатие, ожидаемую в проектном возрасте, определяют по экспериментально установленной градуировочной зависимости между прочностью бетона при ускоренном твердении $R_{ут}$ и прочностью этого бетона в проектном возрасте $R_{пв}$.

1.2. Результаты ускоренного определения прочности бетона используют для регулирования его состава в процессе производства.

2. АППАРАТУРА И МАТЕРИАЛЫ

2.1. Для проведения испытаний применяют:

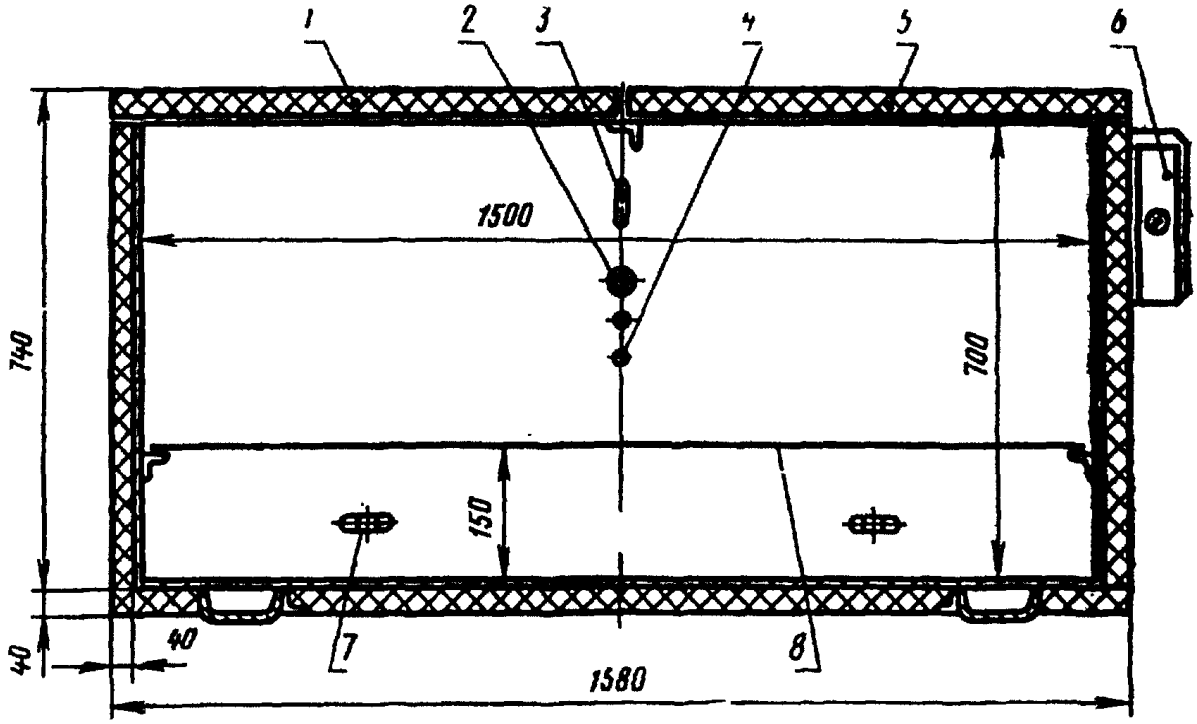
лабораторную камеру (см. чертеж), обеспечивающую поддержание температуры воды в камере с погрешностью +/- 2 °С и время восстановления заданной температуры воды в камере после установки в нее контрольных образцов не более 5 мин;

пресс - по ГОСТ 28840-90;

формы для изготовления контрольных образцов - по ГОСТ 22685-89, снабженные стальными крышками толщиной не менее 5 мм;

воду для прогрева образцов - по ГОСТ 26633-91.

Лабораторная камера



1; 5 - крышки; 2 - защитный стержень
датчика температуры; 3 - ввод термометра;
4 - датчик температуры; 6 - регулятор температуры;
7 - нагреватель; 8 - решетка.

3. ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

3.1. Образцы для ускоренного определения прочности и для определения прочности бетона в проектном возрасте изготовляют по ГОСТ 10180-90 или ГОСТ 11050-64 из одной и той же пробы бетона, отобранной в соответствии с ГОСТ 18105-86.

3.2. Крышки на формы с образцами для ускоренного определения прочности устанавливают не позднее чем через 15 мин после окончания формования, притирая их к поверхности бетона.

3.3. Формы с образцами помещают в камеру для тепловой обработки в один ряд. При этом расстояние от боковых граней форм до соседних форм или стенок камеры, а также от дна форм до нагревателей должно быть не менее 5 см. Уровень воды в камере должен превышать верхний уровень образцов не менее чем на 10 см.

3.4. Тепловую обработку образцов проводят по режимам, приведенным в таблице.

Этапы твердения	Температура среды, °С	Режим I		Режим II	
		Номинальная длительность, ч	Предельные отклонения, мин	Номинальная длительность, ч	Предельные отклонения, мин
Предварительное выдерживание на воздухе	20 +/- 5	2	+/- 15	1	+/- 5
Прогрев в воде	70 +/- 2	16	+/- 15	4,5	+/- 5
Охлаждение на воздухе до распалубки	20 +/- 5	0,5	+/- 5	0,5	+/- 5
Охлаждение на воздухе после распалубки	20 +/- 5	1	+/- 10	1	+/- 10

Общая продол-жительность твердения	-	19,5	+/- 25	7,0	+/- 15

Основным является режим I, обеспечивающий получение результатов контроля в течение суток. Для получения результатов в более короткие сроки допускается применять режим II.

3.5. Распалубку и выдерживание образцов после тепловой обработки производят при температуре, указанной в таблице. При этом образцы после тепловой обработки укладывают на прокладки толщиной не менее 10 мм. Площадь контакта образцов с прокладками должна быть не более 30% от площади грани образца.

3.6. Испытание образцов на сжатие - по ГОСТ 10180-90 или ГОСТ 11050-64.

4. УСТАНОВЛЕНИЕ ГРАДУИРОВОЧНОЙ ЗАВИСИМОСТИ "ПРОЧНОСТЬ ПРИ УСКОРЕННОМ ТВЕРДЕНИИ - ПРОЧНОСТЬ В ПРОЕКТНОМ ВОЗРАСТЕ"

4.1. Градуировочную зависимость устанавливают экспериментально для бетонов одного проектного возраста и приготовленных из одинаковых материалов независимо от состава бетона и его марки.

При контроле бетона одной марки по прочности на сжатие допускается вместо градуировочной зависимости устанавливать переводной коэффициент.

4.2. Для установления градуировочной зависимости или переводного коэффициента изготовляют из одной и той же пробы бетона две параллельные серии образцов. Образцы одной серии должны твердеть по ускоренному режиму, а второй - в нормальных условиях по ГОСТ 10180-90 до достижения проектного возраста.

Размер контрольных образцов и конструкция форм для их изготовления должны быть одинаковыми.

4.3. При производственном контроле прочности бетона пробы бетона для установления градуировочной зависимости или переводного коэффициента отбирают равномерно не менее месяца.

4.4. Количество проб бетона для установления градуировочной зависимости должно быть не менее 25, а для установления переводного коэффициента - не менее 10. При этом количество проб бетона каждой марки, используемых для установления градуировочной зависимости, должно быть одинаково.

4.5. Градуировочную зависимость принимают линейной:

$$R_{\text{ПВ}} = b_0 + b_1 R_{\text{ут}}. \quad (1)$$

Коэффициенты b_0 и b_1 рассчитывают по формулам

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(R_{\text{ут}i} - \bar{R}_{\text{ут}}\right)\left(R_{\text{пв}i} - \bar{R}_{\text{пв}}\right)}{\sum_{i=1}^{N}\left(R_{\text{ут}i} - \bar{R}_{\text{ут}}\right)^2} \quad (2)$$

$$b_0 = \bar{R}_{\text{ПВ}} - b_1 \times \bar{R}_{\text{ут}} \quad (3)$$

$$\bar{R}_{\text{ПВ}} = \frac{\sum_{i=1}^{N} R_{\text{пв}i}}{N} \quad (4)$$

$$\bar{R}_{\text{ут}} = \frac{\sum_{i=1}^{N} R_{\text{ут}i}}{N}$$, (5)

где $R_{\text{ут}i}$ и $R_{\text{пв}i}$ - прочность i-ой серии образцов при ускоренном твердении и в проектном возрасте;

$\bar{R}_{\text{ут}}$ и $\bar{R}_{\text{пв}}$ - средние прочности N серий образцов при ускоренном твердении и в проектном возрасте, испытанных при установлении градуировочной зависимости.

4.6. Переводной коэффициент K вычисляют по формуле

$$K = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\frac{R_{\text{пв}i}}{R_{\text{ут}i}}$$. (6)

4.7. Для градуировочной зависимости (1) вычисляют величины коэффициента корреляции (r) и остаточного среднего квадратичного отклонения (S_r) по формулам

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(R_{\text{ут}i} - \bar{R}_{\text{ут}}\right)\left(R_{\text{пв}i} - \bar{R}_{\text{пв}}\right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}\left(R_{\text{ут}i} - \bar{R}_{\text{ут}}\right)^2 \sum_{i=1}^{N}\left(R_{\text{пв}i} - \bar{R}_{\text{пв}}\right)^2}}$$, (7)

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}\left(R_{\text{пв}i} - b_0 - b_i * R_{\text{ут}i}\right)^2}{N-2}}$$. (8)

Для определения переводного коэффициента K величину рассчитывают по формуле

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}\left(R_{\text{пв}i} - K * R_{\text{ут}i}\right)^2}{N-1}}$$. (9)

4.8. Градуировочная зависимость или переводной коэффициент устанавливают не реже двух раз в год.

4.9. Прочность бетона по настоящему стандарту допускается определять только в случаях, когда коэффициент корреляции r >= 0,7, а остаточное среднее квадратическое отклонение S_r <= 12% от средней прочности бетона в проектном возрасте $(R_{\text{ПВ}})$.

4.10. Примеры установления градуировочной зависимости и расчета переводного коэффициента приведены в Приложениях 1 и 2.

5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

5.1. Ожидаемую прочность бетона на сжатие в проектном возрасте $(R_{\text{ПВ}})$ по результатам испытаний ускоренным методом определяют:

по формуле (1) - при использовании градуировочной зависимости;

по формуле $R_{\text{ПВ}} = K \times R_{\text{ут}}$ - при использовании переводного коэффициента K.

Приложение 1
Справочное

ПРИМЕР УСТАНОВЛЕНИЯ ГРАДУИРОВОЧНОЙ ЗАВИСИМОСТИ

На бетоносмесительном заводе из одних и тех же материалов выпускают бетон марок М300 и М400. Ожидаемую прочность при нормальном твердении в возрасте 28 суток определяют ускоренным методом (режим твердения I).

Для установления градуировочной зависимости между прочностью бетона при ускоренном твердении $\left(R_{ут}\right)$ и в проектном возрасте при нормальном твердении $\left(R_{пв}\right)$ были испытаны 25 параллельных серий контрольных образцов различных марок бетона, изготовленных из одинаковых материалов.

Результаты испытаний серии контрольных образцов приведены в таблице.

Номера проб	Прочность бетона, кгс/см2	
	при ускоренном твердении ($R_{ут}$)	при нормальном твердении в возрасте 28 суток ($R_{пв}$)
1	252	393
2	289	416
3	329	426
4	343	476
5	366	497
6	212	323
7	223	337
8	392	472
9	318	426
10	270	363
11	339	423
12	359	470
13	295	441
14	265	418
15	254	331
16	200	343
17	196	360
18	128	192
19	153	248
20	170	306
21	205	302
22	190	304
23	188	334
24	228	334
25	197	312

Коэффициенты уравнений градуировочной зависимости определяют по формулам (2) и (3), а величины $\overline{R}_{пв}$ и $\overline{R}_{ут}$ по формулам (4) и (5)

$$\overline{R}_{пв} = \frac{398+416+\ldots\ \ldots+312}{25} = 370 \text{ кгс/см2};$$

$$R_{ут} = \frac{252+289+\ldots\ +197}{25} = 255 \text{ кгс/см2};$$

$$b_1 = \frac{(252-255)(398-370)+\ldots+(197-255)(312-370)}{(252-255)^2+(289-255)^2+\ldots+(197-255)^2} = 0,98$$;

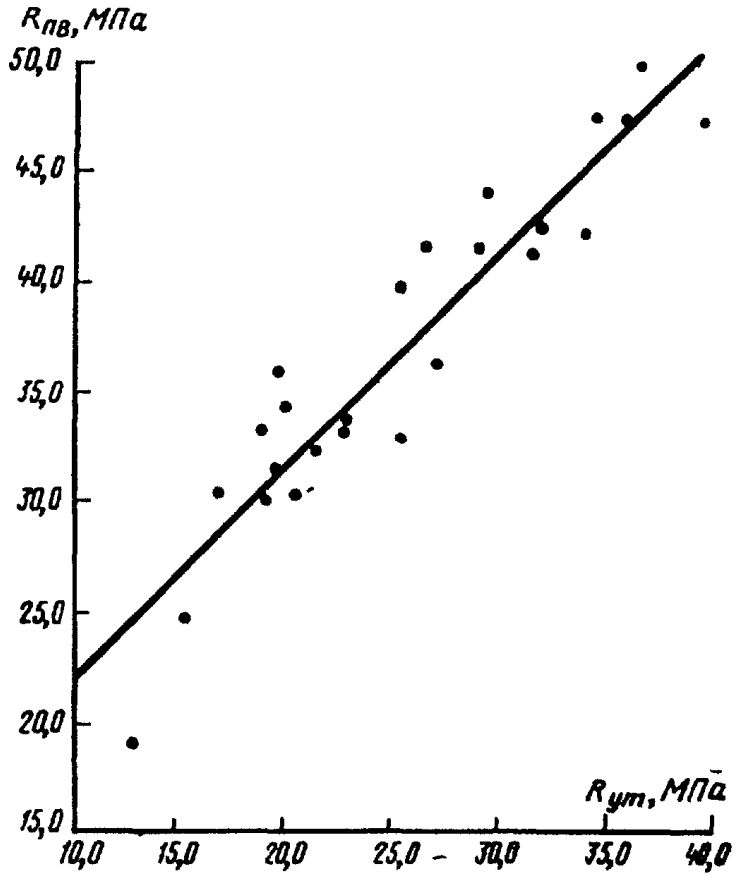
$$b_0 = 370 - 0,98 \times 255 = 120 .$$

В соответствии с формой (1) градуировочная зависимость "прочность при ускоренном твердении - прочность в проектном возрасте" описывается уравнением

$$R_{\text{пв}} = 120 + 0,98 \times R_{\text{ут}} .$$

График этого уравнения и результаты испытаний образцов приведены на чертеже.

График градуировочной зависимости



Коэффициент корреляции (r) и среднеквадратичное отклонение (S_r), характеризующие точность полученной зависимости, определяют по формулам (7) и (8)

$$r = \frac{(252-255)(398-370)+\ldots+(197-255)(312-370)}{\sqrt{\left[(252-255)^2+\ldots+(197-255)^2\right]\left[(398-370)^2+\ldots+(312-370)^2\right]}} = 0,93$$

$$S_r = \sqrt{\frac{(398-120-0,98*252)^2+\ldots+(312-120-0,98*197)^2}{23}} = 26,8 \text{ кгс/см}^2$$.

В связи с тем, что r = 0,93 >= 0,7 и $\frac{S_r}{R_{пв}} \times 100\% = \frac{26,8}{370} \times 100\% = 7,3\% < 12\%$, допускается проведение контроля прочности по настоящему стандарту.

Приложение 2
Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА ПЕРЕВОДНОГО КОЭФФИЦИЕНТА

На бетоносмесительном заводе выпускают в основном бетон одной марки М200. Поэтому при ускоренном определении прочности (режим твердения I) в соответствии с п. 5.1 рассчитывают переводной коэффициент К.

Для расчета коэффициента К были испытаны 13 параллельных серий контрольных образцов бетона М200. Средние результаты испытаний контрольных образцов по каждой серии приведены в таблице.

Номера серий	Прочность бетона, кгс/см2		Отношение $\frac{R_{пв}}{R_{ут}}$
	при ускоренном твердении ($R_{ут}$)	при нормальном твердении в возрасте 28 сут ($R_{пв}$)	
1	148	234	1,58
2	142	226	1,59
3	151	251	1,66
4	136	232	1,70
5	155	226	1,46
6	171	297	1,74
7	177	278	1,57
8	170	279	1,64
9	186	274	1,47
10	164	277	1,69
11	190	291	1,53
12	165	259	1,60
13	181	261	1,44

По формуле (4) $R_{пв}$ = 260 кгс/см2.

Подставляя данные таблицы в формулу (8), получают:

$$K = \frac{1}{13}\left(\frac{234}{148} + \frac{226}{142} + \ldots + \frac{261}{181}\right) = 1,59.$$

Величину остаточного среднего квадратичного отклонения определяют по формуле (9)

$$S_r = \frac{\left(234 - 1,59 \times 148\right)^2 + \ldots + \left(261 - 1,59 \times 181\right)^2}{12} = 16 \text{ кгс/см2.}$$

В связи с тем, что $\frac{S_r}{\overline{R}_{пв}} \times 100\% = \frac{16}{260} \times 100\% = 6,2\% < 12\%$, допускается проведение контроля прочности по настоящему стандарту.