Государственный стандарт СССР ГОСТ 22783-77 "Бетоны. Метод ускоренного определения прочности на сжатие" (введен в действие постановлением Госстроя СССР от 31 октября 1977 г. N 168)

Concretes. Method of accelerated determination of compressive strength

Срок введения установлен с 1 июля 1978 г.

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 $R_{уп}$ 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.

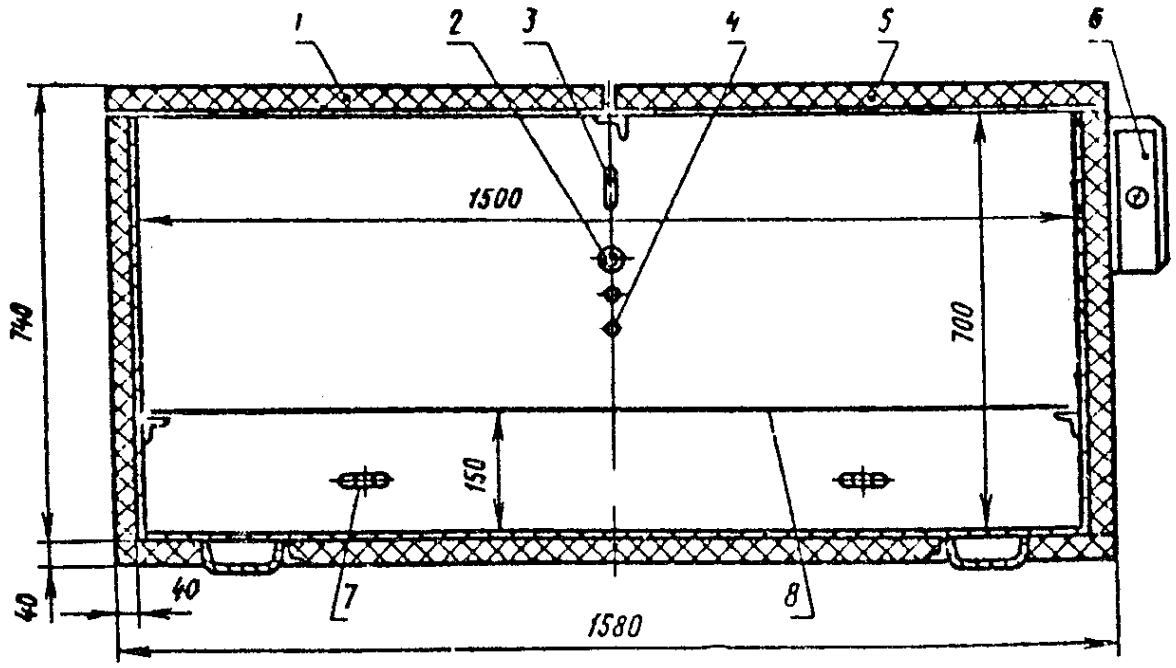
3. Подготовка и проведение испытаний

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.

Лабораторная камера



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

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

Основным является режим I, обеспечивающий получение результатов контроля в течение суток.

Для получения результатов в более короткие сроки допускается применять режим II.

Этапы твердения	Темпера-тура 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 продолжительность твердения	-	19,5	+-25	7,0	+-15

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

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

(2)

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

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

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

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

$\overline{R}_{\text{ут}}$ и $\overline{R}_{\text{ПВ}}$ - 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

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

4.7. Для градуировочной зависимости (1) вычисляют величины коэффициента

корреляции (r) и остаточного среднего квадратичного отклонения (S_r) по формулам

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

, (7)

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

(8)

Для определения переводного коэффициента К величину рассчитывают по формуле

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

(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 $r\geq 0,7$, а остаточное среднее квадратическое отклонение $S_r\leq 12$ % 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 $R_{\text{пв}}=K\cdot R_{\text{ут}}$ - при использовании переводного коэффициента К.

Приложение 1

Пример установления градуировочной зависимости

На бетоносмесительном заводе из одних и тех же материалов выпускают бетон марок М 300 и М 400. 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 ($R_{ут}$) и в проектном возрасте при нормальном твердении ($R_{пв}$) были испытаны 25 параллельных серий контрольных образцов различных марок бетона, изготовленных из одинаковых материалов.

Результаты испытаний серий контрольных образцов приведены в таблице.

Номера проб	Прочность бетона, кгс/см3 при ускоренном твердении (R_ут)	Прочность бетона, кгс/см3 при нормальном твердении в возрасте 28 суток (R_ПВ)	Номера проб	Прочность бетона, кгс/см3 при ускоренном твердении (R_ут)	Прочность бетона, кгс/см3 при нормальном твердении в возрасте 28 суток (R_ПВ)
1	252	393	14	265	418
2	289	416	15	254	331
3	329	426	16	200	343
4	343	476	17	196	360
5	366	497	18	128	192
6	212	323	19	153	248
7	223	337	20	170	306
8	392	472	21	205	302
9	318	426	22	190	304
10	270	363	23	188	334
11	339	423	24	228	334
12	359	470	25	197	312
13	295	441			

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

$$\overline{R}_{пв} = \frac{398+416+\ldots\ \ldots+312}{25} = 370\ кгс/см^2$$

$$\overline{R}_{ут} = \frac{252+289+\ldots+197}{25} = 255\ кгс/см^2$$

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

$$b_0 = 370 - 0{,}98 \cdot 255 = 120$$.

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

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

График этого уравнения и результаты испытаний образцов приведены на чертеже.

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

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

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

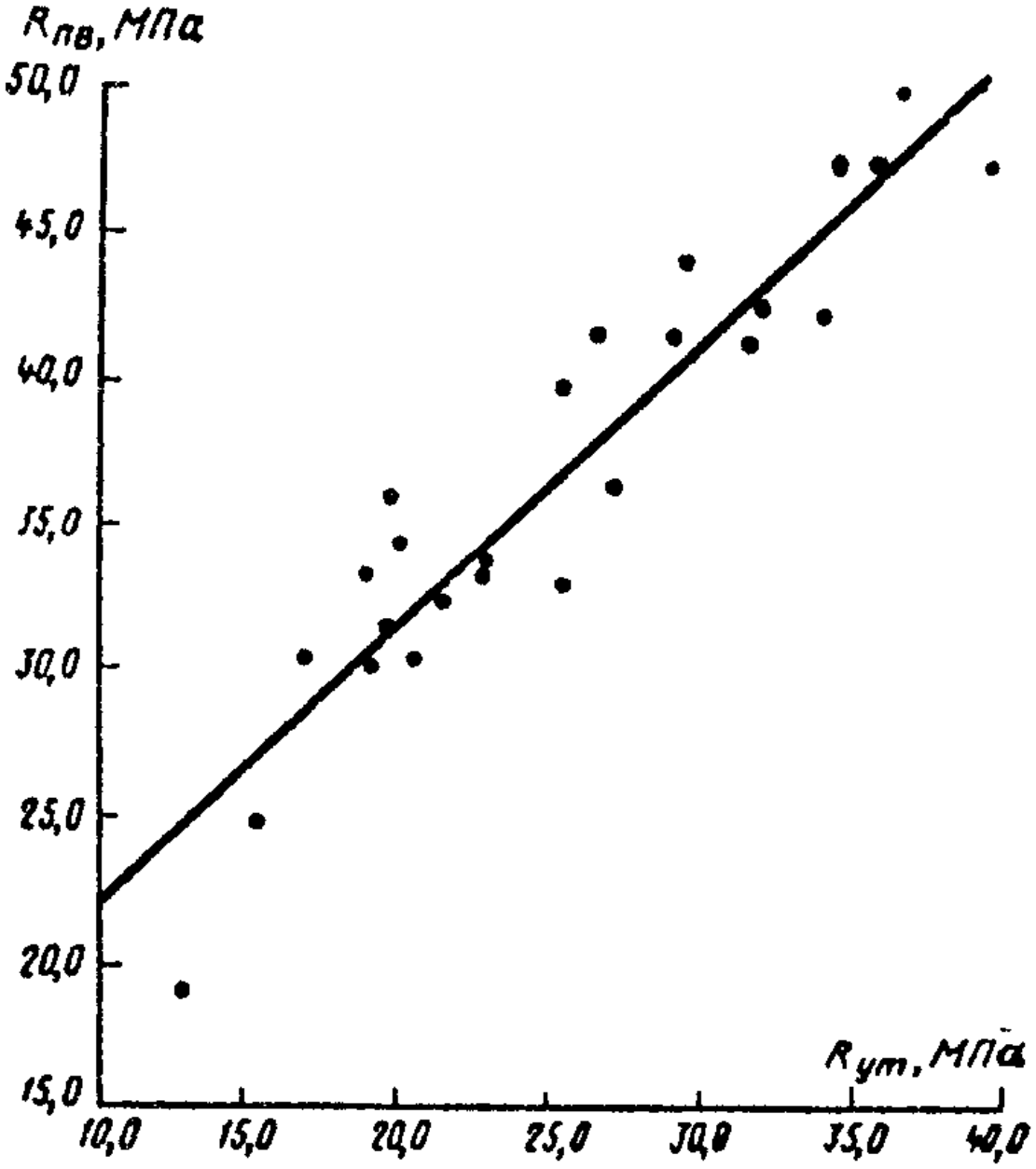
.

В связи с тем, что $r = 0{,}93 \geq 0{,}7$ и

$$\frac{S_r}{R_{пв}} \cdot 100\% = \frac{26{,}8}{370} \cdot 100\% = 7{,}3\% < 12\%$$

, допускается проведение контроля прочности по настоящему стандарту.

График градуировочной зависимости



Приложение 2

Справочное

Пример расчета переводного коэффициента

На бетоносмесительном заводе выпускают в основном бетон одной марки М 200. Поэтому при ускоренном определении прочности (режим твердения I) соответствии с п. 5.1 рассчитывают переводной коэффициент К.

Для расчета коэффициента К были испытаны 13 параллельных серий

контрольных образцов бетона М 200. Средние результаты испытаний контрольных образцов по каждой серии приведены в таблице.

Номера серий	Прочность бетона, кгс/см3		Отношение R пв / R ут
	при ускоренном твердении (R_ут)	при нормальном твердении в возрасте 28 суток (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/см^2 .

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)

$$S_r=\frac{(234-1{,}59\cdot 148)^2+\ldots+(261-1{,}59\cdot 181)^2}{12}=16$$

кгс/см^2 .

В связи с тем, что

$$\frac{S_r}{\overline{R}_{пв}}\cdot 100\%=\frac{16}{260}\cdot 100\%=6{,}2\%<12\%$$

, допускается проведение контроля прочности по настоящему стандарту.