

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

Concretes. Method of accelerated determination of compressive strength

Срок введения с 1 июля 1978 г.

- 1. Общие положения
- 2. Аппаратура и материалы
- 3. Подготовка и проведение испытаний
- 4. Установление градуировочной зависимости "Прочность при ускоренном твердении - прочность в проектном возрасте"
- 5. Обработка результатов
- Приложение 1. Пример установления градуировочной зависимости
- Приложение 2. Пример расчета переводного коэффициента

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 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 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

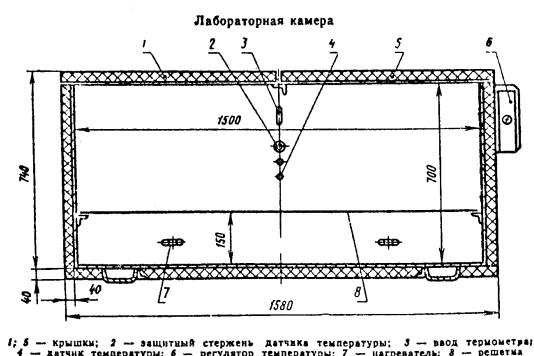
3.1. Образцы для ускоренного определения прочности и для определения прочности бетона в проектном возрасте изготавливают по ГОСТ 10180-90 или ГОСТ 11050-64 из одной и той же пробы бетона, отобранной в соответствии с ГОСТ 18105-86.

Взамен ГОСТ 11050-64 постановлением Госстроя СССР от 22 декабря 1978 г. N 242 введен в действие с 1 января 1980 г. ГОСТ 12730-78

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.



"Черт. Лабораторная камера"

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 | 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 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.

Взамен ГОСТ 11050-64, в части общих требований, постановлением Госстроя СССР от 22 декабря 1978 г. N 242 введен в действие с 1 января 1980 г. ГОСТ 12730.0-78

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 изготавливают 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:

$$R_{пв} = b_{пв} + b_{0R_{ут}}$$

Коэффициенты b_0 и b_1 рассчитывают по формулам

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

$$b_0 = \bar{R}_{пв} - b_1 \cdot \bar{R}_{ут} \quad (3)$$

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

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

где $R_{утi}$ и $R_{пви}$ — прочность i -ой серии образцов при ускоренном твердении и в проектном возрасте;

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

"Коэффициенты b_0 и b_1 "

4.6. Переводной коэффициент K вычисляют по формуле

$$K = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{R_{пви}}{R_{утi}} \quad (6)$$

"Переводной коэффициент K "

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

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (R_{утi} - \bar{R}_{ут})(R_{пви} - \bar{R}_{пв})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (R_{утi} - \bar{R}_{ут})^2 \sum_{i=1}^N (R_{пви} - \bar{R}_{пв})^2}} \quad (7)$$

"Коэффициент корреляции (r)"

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (R_{пви} - b_0 - b_1 \cdot R_{утi})^2}{N-2}} \quad (8)$$

"Остаточное среднее квадратичное отклонение (S_r)"

Для определения переводного коэффициента K величину рассчитывают по формуле

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (R_{пви} - K \cdot R_{утi})^2}{N-1}} \quad (9)$$

"Величина переводного коэффициента K "

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 $\gamma \geq 0,7$, а остаточное среднее квадратическое отклонение $S_\gamma \leq 12\%$ от средней прочности бетона в проектном возрасте ($R_{пв}$).

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 ($R_{пв}$) по результатам испытаний ускоренным методом определяют:

по формуле (1) - при использовании градуировочной зависимости;

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

Приложение 1 Справочное

Пример установления градуировочной зависимости

На бетоносмесительном заводе из одних и тех же материалов выпускают бетон марок М 300 х 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/см ³ | | Номера проб | Прочность бетона, кгс/см ³ | |
|-------------|---------------------------------------|---|-------------|---------------------------------------|---|
| | при ускоренном твердении ($R_{ут}$) | при нормальном твердении в возрасте 28 суток ($R_{пв}$) | | при ускоренном твердении ($R_{ут}$) | 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 $R_{пв}$ и $R_{ут}$ по формулам (4) и (5)

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

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

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

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

"Коэффициенты уравнений градуировочной зависимости"

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

$$R_{пв} = 120 + 0.98 \times R_{ут}$$

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)

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

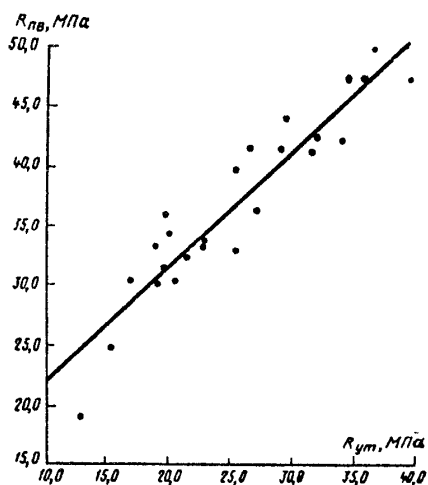
$$S_r = \sqrt{\frac{(398-120-0,98 \cdot 252)^2+\dots+(312-120-0,98 \cdot 197)^2}{23}} = 26,8 \text{ кгс/см}^2.$$

В связи с тем, что $r=0,93 > 0,7$ и $\frac{S_r}{\bar{R}_{пв}} \cdot 100 \% = \frac{26,8}{370} \cdot 100 \% = 7,3 \% < 12 \%.$

"Коэффициент корреляции (r) и среднеквадратичное отклонение (S_r)"

допускается проведение контроля прочности по настоящему стандарту.

График градуировочной зависимости



"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/см ³ | Отношение |
|--------------|---------------------------------------|-----------|
|--------------|---------------------------------------|-----------|

| | при ускоренном твердении (R_ут) | при нормальном твердении в возрасте 28 суток (R_пв) | R пв ----- R ут |
|----|-------------------------------------|---|-----------------------------|
| 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:

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

Величину остаточного среднего квадратичного отклонения определяют по формуле (9)

$$S_r = \frac{(234 - 1,59 \cdot 148)^2 + \dots + (261 - 1,59 \cdot 181)^2}{12} = 16 \text{ кгс/см}^2.$$

В связи с тем, что $\frac{S_r}{R_{пв}} \cdot 100 \% = \frac{16}{260} \cdot 100 \% = 6,2 \% < 12 \%$,

допускается проведение контроля прочности по настоящему стандарту.

"Пример расчета переводного коэффициента"