

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ
СОЮЗА ССР

# БЕТОН ТЯЖЕЛЫЙ

## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕЗ РАЗРУШЕНИЯ ПРИБОРАМИ МЕХАНИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

## ГОСТ 22690.0-77—ГОСТ 22690.4-77

**Издание официальное**

Цена 5 коп

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 691.32:620.17:006.354 Группа Ж19

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

# БЕТОН ТЯЖЕЛЫЙ
## Общие требования к методам определения прочности без разрушения приборами механического действия

Concrete. General requirements for methods of nondestructive strength determination by the mechanical devices

**ГОСТ 22690.0—77**

**Постановлением Государственного комитета Совета Министров СССР по делам строительства от 22 августа 1977 г. № 128 срок введения установлен**

**с 01.07. 1978 г.**

**Несоблюдение стандарта преследуется по закону**

1. Настоящий стандарт распространяется на тяжелый бетон и устанавливает общие требования к методам определения его прочности на сжатие в изделиях и конструкциях приборами механического действия по отскоку, пластической деформации, скалыванию ребра конструкции и отрыву.

В стандарте учтены рекомендации СЭВ по стандартизации РС 279—63 в части определения прочности бетона методами упругого отскока и пластической деформации.

Определение прочности бетона методом отрыва со скалыванием — по ГОСТ 21243—75.

2. Прочность бетона определяют по предварительно установленным экспериментально градуировочным зависимостям между прочностью бетонных образцов, испытанных по ГОСТ 10180—78, и косвенными характеристиками прочности бетона (величина отскока, размер отпечатка, усилие скалывания ребра конструкции, условное напряжение при отрыве), установленными неразрушающими испытаниями тех же образцов.

3. Для построения градуировочной зависимости используют образцы-кубы, отвечающие требованиям ГОСТ 10180—78 и имеющие размеры, см:

15×15×15 — для методов отскока и пластической деформации;

20×20×20 — для методов скалывания ребра конструкции и отрыва.

**Издание официальное** **Перепечатка воспрещена**

*Переиздание. Ноябрь 1981 г.*

© Издательство стандартов, 1982

Градуировочную зависимость для контроля прочности бетона одной марки устанавливают по результатам испытания не менее 20 серий, каждая из которых состоит из трех образцов-близнецов. Образцы должны иметь одинаковый состав, а также продолжительность и условия твердения с бетоном, применяемым для изготовления контролируемых конструкций. Изготовляют образцы в течение двух недель (не менее) в разные смены. Для получения градуировочной зависимости в более широком диапазоне изменения прочностей следует изготовлять до 40% образцов с отклонением по цементноводному отношению до ±0,4. Отбраковку анормальных результатов испытаний образцов проводят по обязательному приложению 1.

4. При контроле прочности бетона в возведенных конструкциях из различных участков вырезают не менее 20 образцов-кубов, при этом результат испытания одного образца приравнивают к результату испытания серии образцов.

Допускается устанавливать градуировочную зависимость испытанием кубов со стороной не менее 7,07 см или кернов диаметром не менее 7,14 см. При этом должен быть следующий порядок испытания. На участке конструкции проводят неразрушающие испытания, затем вырезают образец и испытывают его на сжатие. Границы зон испытания неразрушающим методом и вырезки образца должны быть друг от друга на расстоянии не более 100 мм.

5. Градуировочную зависимость следует устанавливать не реже двух раз в год, а также при изменении материалов, применяемых для приготовления бетона, и технологии изготовления конструкций.

Методика расчета уравнения градуировочной зависимости приведена в рекомендуемом приложении 2, а пример ее построения — в справочном приложении 3.

6. Оценку погрешности градуировочной зависимости проводят по ГОСТ 17624—78.

7. Эксперты специализированных научно-исследовательских организаций могут проводить ориентировочную оценку прочности бетона, используя градуировочную зависимость, установленную для бетона, отличающегося от испытываемого (по составу, возрасту и условиям твердения), с уточнением ее по результатам испытания не менее трех вырезанных образцов или трех испытаний методом отрыва со скалыванием по ГОСТ 21243—75.

8. Приборы, применяемые для определения прочности бетона, должны проходить ведомственную поверку не реже одного раза в два года, а также после каждого ремонта или замены деталей. Результаты поверки должны быть оформлены актом.

9. Участки для испытания бетона следует выбирать на поверхностях конструкции, соприкасавшихся при изготовлении с металлической, строганой деревянной или другой гладкой опалубкой. Ес-

ли поверхность конструкции имеет отделку, то перед испытанием ее необходимо снять.

10. Прочность следует определять при положительной температуре бетона.

11. Прочность бетона на участке конструкции определяют по среднему значению косвенной характеристики прочности бетона на данном участке, пользуясь установленной градуировочной зависимостью, с учетом отбраковки анормальных результатов, произведенной по обязательному приложению 1.

Результаты испытаний следует заносить в журнал, форма которого приведена в рекомендуемом приложении 4.

12. Контроль и оценка прочности бетона на сжатие и ее однородности в конструкциях — по ГОСТ 18105.0-80—ГОСТ 18105.2-80.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 1*
*Обязательное*

## ПРАВИЛА ОТБРАКОВКИ АНОРМАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

1. Отбраковку анормальных результатов испытаний ($X_i$) проводят при числе результатов не менее 3 по формуле (1):

а) для результата испытания на прессе одного образца в серии;

б) для единичного результата испытания неразрушающим методом в одном образце;

в) для единичного результата испытания неразрушающим методом на участке конструкции.

2. Результат испытания признают анормальным и не учитывают при расчете, если величина $T$, определенная по формуле (1), превышает допустимое значение $T_к$, приведенное в табл. 1.

$$T = \frac{|X_i - \overline{X}|}{S}, \qquad (1)$$

где $\overline{X}$ — средняя прочность бетона в серии образцов, средний результат испытания неразрушающим методом одного образца или участка конструкции;

$S$ — среднее квадратичное отклонение, определяемое при расчете градуировочной зависимости по формуле (2).

Таблица 1

**Значение $T_к$**

| Количество результатов испытаний $n$ | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $T_к$ | 1,74 | 1,94 | 2,08 | 2,18 | 2,27 | 2,33 | 2,39 | 2,44 |

$$S = \frac{\sum_{i=1}^{V} (X_{i\max} - X_{i\min})}{N \cdot d}, \qquad (2)$$

где $d$ — коэффициент, принимаемый по табл. 2;

$X_{i\,max}$ и $X_{i\,min}$ — максимальный и минимальный результаты испытаний в серии образцов или в отдельном образце;

$N$ — число серий (случай *а*) или число отдельных образцов (случай *б*), использованных при построении градуировочной зависимости.

При оценке анормальности отдельных результатов испытаний в участках конструкций значение $S$ принимают равным рассчитанному для отдельных образцов при построении градуировочной зависимости.

Таблица 2

**Значение коэффициента $d$**

| $n$ | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $d$ | 1,13 | 1,69 | 2,06 | 2,33 | 2,53 | 2,70 | 2,85 | 2,97 | 3,08 |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 2*
*Рекомендуемое*

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА УРАВНЕНИЙ ГРАДУИРОВОЧНОЙ ЗАВИСИМОСТИ «КОСВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА — ПРОЧНОСТЬ»

Уравнение зависимости «косвенная характеристика — прочность» принимают:

при диапазоне колебания прочности бетона до 200 кгс/см² — линейным:

$$R = a_0 + a_1 H; \quad (1)$$

при диапазоне колебания прочности бетона свыше 200 кгс/см² экспоненциальным:

$$R = b_0 \cdot l^{b_1 H}. \quad (2)$$

Коэффициенты $a_0$; $a_1$; $b_0$; $b_1$ рассчитывают по формулам.

$$a_0 = \overline{R} - a_1 \cdot \overline{H}; \quad (3)$$

$$a_1 = \frac{\sum\limits_{i=1}^{N} (H_i - \overline{H})(R_i - \overline{R})}{\sum\limits_{i=1}^{N} (H_i - \overline{H})^2}; \quad (4)$$

$$b_1 = \frac{\sum\limits_{i=1}^{N} (H_i - \overline{H})(\ln R_i - \overline{\ln R})}{\sum\limits_{i=1}^{N} (H_i - \overline{H})^2}; \quad (5)$$

$$b_0 = e^{\overline{\ln R} - b_1 \overline{H}}. \quad (6)$$

Средние значения прочности $\overline{R}$ и косвенных характеристик $\overline{H}$, необходимые для определения этих коэффициентов, рассчитывают по формулам:

$$\overline{R} = \frac{\sum\limits_{i=1}^{N} R_i}{N}; \quad (7)$$

$$\overline{H} = \frac{\sum\limits_{i=1}^{N} H_i}{N}; \quad (8)$$

$$\overline{\ln R} = \frac{\sum\limits_{i=1}^{N} \ln R_i}{N}; \quad (9)$$

Величины $R_i$ и $H_i$ являются соответственно значениями прочностей и косвенных характеристик для отдельных серий из трех образцов (или одного образца), а $N$ — число серий (или отдельных образцов), использовавшихся для построения градуировочной зависимости.

Допускается использовать уровнение вида (1) (или графическое построение) градуировочной зависимости в случаях, когда погрешность и коэффициент эффективности зависимости, определяемые по ГОСТ 17624—78 находятся в допускаемых пределах.

Оценку погрешности градуировочной зависимости проводят по ГОСТ

*ПРИЛОЖЕНИЕ 3*
*Справочное*

## ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЯ ГРАДУИРОВОЧНОЙ ЗАВИСИМОСТИ И ОТБРАКОВКИ АНОРМАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

Пример 1
Построение градуировочной зависимости

Прочность бетона проектной марки М250 контролируют методом отскока прибором КМ. Для построения зависимости между величиной отскока ($H$) и прочностью на сжатие контрольных образцов на прессе ($R$) были испытаны 29 серий образцов ($N=29$). Средние результаты по каждой серии приведены в табл. 1.

Таблица 1

| Номер серии | $H$, деления | $R$, кгс/см² | Номер серии | $H$, деления | $R$, кгс/см² |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 18,2 | 274 | 16 | 19,1 | 244 |
| 2 | 17,5 | 227 | 17 | 17,6 | 204 |
| 3 | 17,7 | 187 | 18 | 19,2 | 313 |
| 4 | 18,6 | 267 | 19 | 18,4 | 249 |
| 5 | 17,8 | 240 | 20 | 18,8 | 262 |
| 6 | 18,1 | 236 | 21 | 17,2 | 258 |
| 7 | 16,0 | 160 | 22 | 17,3 | 210 |
| 8 | 19,2 | 276 | 23 | 18,2 | 281 |
| 9 | 17,8 | 253 | 24 | 18,8 | 241 |
| 10 | 19,6 | 322 | 25 | 19,2 | 274 |
| 11 | 18,8 | 265 | 26 | 17,9 | 266 |
| 12 | 17,8 | 222 | 27 | 19,5 | 330 |
| 13 | 16,4 | 184 | 28 | 18,8 | 246 |
| 14 | 19,2 | 318 | 29 | 17,8 | 287 |
| 15 | 16,5 | 235 | | | |

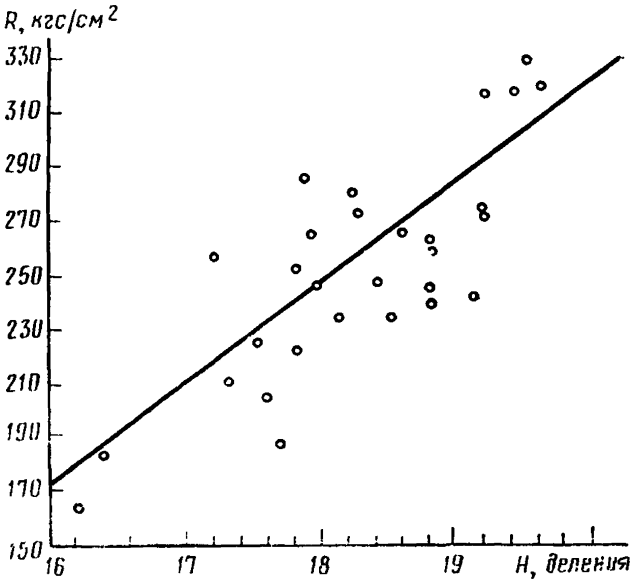
Поскольку диапазон измерения прочности бетона 330—160=170 кгс/см² меньше 200 кгс/см², то в соответствии с методикой изложенной в рекомендуемом приложении 2, уравнение искомой зависимости принято линейным: $R=a_0+a_1 \cdot H$. Коэффициенты уравнения рассчитывают, подставляя данные таблицы в формулы (3) и (4) рекомендуемого приложения 2.

$\overline{R}=252{,}9$ кгс/см²; $\overline{H}=18{,}24$; $a_1=36{,}76$; $a_0=-417{,}79$.

Градуировочная зависимость «величина отскока — прочность» выражается уравнением $R=36{,}76\ H-418$.

График зависимости приведен на чертеже.

Зависимость «Косвенная характеристика (величина отскока) — прочность»




Пример 2

Расчет средних квадратичных отклонений по прочности в серии из 3 образцов и по величине отскока в 5 измерениях на одном образце.

При построении градуировочной зависимости (см. пример 1) были испытаны 29 серий по 3 образца. В каждом образце величину отскока определяли в 5 точках. Выборка из таблицы результатов испытаний приведена в табл. 2.

Таблица 2

| Номера серий $i$ | Номера образцов $j$ | Номера точек испытаний $k$ | $H_к$, дел. | $R_j$, кгс/см² | $\frac{R_{i\,max}}{R_{i\,min}}$ | $\frac{H_{i\,max}}{H_{i\,min}}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 16,0 | | | |
| | | 2 | 18,4 | | | |
| | | 3 | 20,1 | | | |
| | | 4 | 18,0 | 264 | | 4,1 |
| | | 5 | 19,2 | | | |
| | | | Ср. 18,3 | | | |
| | 2 | 1 | 17,1 | | 24 | |
| | | 2 | 20,0 | | | |
| | | 3 | 18,2 | 270 | | 2,9 |
| | | 4 | 18,6 | | | |
| | | 5 | 17,4 | | | |
| | | | Ср. 18,3 | | | |

*Продолжение*

| Номера серий $i$ | Номера образцов $j$ | Номера точек испытаний $k$ | $H_к$, дел. | $R_j$, кгс/см² | $R_{i\,max} - R_{i\,min}$ | $H_{i\,max} - H_{i\,min}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 | 16,9<br>17,0<br>18,3<br>18,9<br>19,4 | 228 | 24 | 2,5 |
| | | | Ср. 18,1 | Ср. 274 | | |
| 2 | 1 | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 | 17,0<br>15,8<br>16,3<br>18,3<br>19,1 | 222 | 45 | 3,3 |
| | | | Ср. 17,3 | | | |
| | 2 | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 | 16,9<br>17,5<br>18,8<br>19,0<br>18,2 | 207 | | 2,1 |
| | | | Ср. 18,1 | | | |
| | 3 | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 | 16,8<br>18,2<br>17,4<br>18,7<br>14,5 | 252 | | 1,9 |
| | | | Ср. 17,1 | Ср. 227 | | |
| 3<br>. . . | 1<br>. . . | 1<br>. . . . . | . . .<br>. . . | . . .<br>. . . | . . .<br>. . . | . . .<br>. . . |

Среднее квадратичное отклонение прочности бетона в сериях образцов, определенное по формуле (2) и табл. 2, составит

$$S = \frac{24+45+\ldots}{29 \cdot 1,69} = 18 \text{ кгс/см}^2.$$

По той же формуле рассчитывают среднее квадратичное отклонение высоты отскока на приборе КМ в образцах

$$S = \frac{4,1+2,9+2,5+3,3+2,1+1,9+\ldots}{29 \cdot 3 \cdot 1,69} = 1,5 \text{ дел.}$$

Пример 3

Во второй серии (см. пример 2) прочность третьего образца существенно отличается от средней в серии. Для проверки анормальности этого результата по формуле (1) обязательного приложения 1 вычисляют величину

$$T = \frac{|252-227|}{18} = 1,38,$$

что меньше значения, определенного по таблице $T_к=1{,}74$ для трех образцов в серии. Следовательно, результат 252 кгс/см$^2$ не следует исключать при определении прочности бетона во второй серии образцов.

Пример 4

В первом образце первой серии (см. пример 2) результат 16,0 дел. существенно отличается от среднего значения по образцу. Для проверки анормальности этого результата по формуле (1) обязательного приложения 1 вычисляют величину

$$T=\frac{|16{,}0-18{,}3|}{1{,}5}=\frac{2{,}3}{1{,}5}=1{,}54,$$

что меньше значения, определенного по таблице $T_к=2{,}08$ для пяти результатов испытаний на одном образце. Следовательно, результат 16,0 дел. не следует исключать при определении средней величины отскока на этом образце.

Пример 5

При контроле прочности бетона на участке конструкции было проведено 7 испытаний прибором КМ и получены следующие результаты (в делениях прибора): 18,1, 17,4, 20,5, 24,8, 21,0, 22,0, 19,0. Среднее значение 20,4 дел.

Для проверки анормальности максимального результата 24,8 дел. по формуле (1) обязательного приложения 1 вычисляют величину

$$T=\frac{|24{,}8-20{,}4|}{1{,}5}=2{,}94,$$

что превышает значение, определенное по таблице для 7 измерений $T_к=2{,}27$. Следовательно, результат 24,8 дел. является анормальным и его следует исключить. Пересчитанное среднее значение результатов испытаний на данном участке составит 19,7 дел.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 4*
*Рекомендуемое*

## ФОРМА ЖУРНАЛА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА В КОНСТРУКЦИЯХ

1. Объект испытания _____

2. Дата испытания _____

3. Наименование конструкции (для сборных конструкций — марка, серия рабочих чертежей) _____

_____

4. Вид бетона и его проектная прочность _____

5. Метод испытания, прибор, параметры испытания (энергия удара, размер индентора или площадь диска, материал эталона и т. п.).

_____

6. Результаты испытаний (см. таблицу)

| Номер конструкции | Дата изготовления | Номер участка испытания | Величины косвенной характеристики прочности бетона | | Прочность бетона на сжатие, кгс/см² | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | частные значения $H_i$ | средние значения для участка $\overline{H}$ | | |
| | | | | | | |

**Цена 5 коп.**

| Величина | Единица | | |
|---|---|---|---|
| | Наименование | Обозначение | |
| | | международное | русское |
| **ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ** | | | |
| Длина | метр | m | м |
| Масса | килограмм | kg | кг |
| Время | секунда | s | с |
| Сила электрического тока | ампер | A | А |
| Термодинамическая температура | кельвин | K | К |
| Количество вещества | моль | mol | моль |
| Сила света | кандела | cd | кд |
| **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ** | | | |
| Плоский угол | радиан | rad | рад |
| Телесный угол | стерадиан | sr | ср |

**ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ, ИМЕЮЩИЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ**

| Величина | Единица | | | Выражение через основные и дополнительные единицы СИ |
|---|---|---|---|---|
| | Наименование | Обозначение | | |
| | | международное | русское | |
| Частота | герц | Hz | Гц | $с^{-1}$ |
| Сила | ньютон | N | Н | м кг $с^{-2}$ |
| Давление | паскаль | Pa | Па | $м^{-1}$ кг $с^{-2}$ |
| Энергия | джоуль | J | Дж | $м^2$ кг $с^{-2}$ |
| Мощность | ватт | W | Вт | $м^2$ кг $с^{-3}$ |
| Количество электричества | кулон | C | Кл | с А |
| Электрическое напряжение | вольт | V | В | $м^2$ кг $с^{-3}$ $А^{-1}$ |
| Электрическая емкость | фарад | F | Ф | $м^{-2}$ $кг^{-1}$ $с^4 \cdot А^2$ |
| Электрическое сопротивление | ом | Ω | Ом | $м^2$ кг $с^{-3}$ $А^{-2}$ |
| Электрическая проводимость | сименс | S | См | $м^{-2}$ $кг^{-1}$ $с^3 \cdot А^2$ |
| Поток магнитной индукции | вебер | Wb | Вб | $м^2$ кг $с^{-2} \cdot А^{-1}$ |
| Магнитная индукция | тесла | T | Тл | кг $с^{-2}$ $А^{-1}$ |
| Индуктивность | генри | H | Гн | $м^2$ кг $с^{-2}$ $А^{-2}$ |
| Световой поток | люмен | lm | лм | кд ср |
| Освещенность | люкс | lx | лк | $м^{-2}$ кд ср |
| Активность радионуклида | беккерель | Bq | Бк | $с^{-1}$ |
| Поглощенная доза ионизирующего излучения | грэй | Gy | Гр | $м^2$ $с^{-2}$ |
| Эквивалентная доза излучения | зиверт | Sv | Зв | $м^2$ $с^{-2}$ |

gost.e-ecolog.ru