

**МПС РОССИИ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

---

**24/17/10**

Одобрено кафедрой  
«Здания и сооружения  
на транспорте»

**ОБСЛЕДОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ  
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Журнал лабораторных работ  
для студентов VI курса

специальности

**290300 ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ  
СТРОИТЕЛЬСТВО (ПГС)**

Ф.И.О. студента \_\_\_\_\_  
Шифр \_\_\_\_\_



Москва - 2003

Рецензент — канд. техн. наук, проф. ФИЛИППОВ И.И.

© Российский государственный открытый технический  
университет путей сообщения Министерства путей сообщения  
Российской Федерации, 2003

# РАБОТА № 1

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА

### 1.1. Определение прочности бетона эталонным шариковым молотком

Ознакомление с конструкцией эталонного молотка производится в процессе его показа, разборки и сборки.

Эталонный молоток позволяет определять приблизительную прочность бетона по диаметру отпечатка, остающегося на поверхности бетона от удара этим молотком. Удары могут производиться через копировальную бумагу, что дает более четкий отпечаток и возможность обработки результатов опыта вне места испытаний.

С помощью эталонного молотка получают одновременно два отпечатка: диаметром  $d_b$  на поверхности испытываемого бетона и диаметром  $d_s$  на эталонном металлическом стержне, вводимым в прибор для контроля силы удара. Отношение диаметров полученных отпечатков  $d_b/d_s$  зависит от прочности бетона и металла эталонного стержня.

Косвенной характеристикой прочности бетона называют величину отношения  $d_b/d_s$ , по которой с помощью тарировочного графика [ $d_b/d_s = f(R)$ ] определяют прочность бетона при сжатии. Перед испытанием кубика эталонный стержень острым концом вставляют в стакан молотка, преодолевая сопротивление пружины. Эталонные стержни перед употреблением следует протирать досуха обтирочными материалами или бумагой. Необходимо следить, чтобы поверхности шарика и бетона были чистыми, без следов жира и пыли.

В момент нанесения удара ось головки эталонного молотка должна быть перпендикулярна к поверхности конструкции. Расстояния между ближайшими отпечатками на поверхности бетона — не менее 30 мм.

После каждого удара стержень на расстоянии 8–10 мм от края стакана зажимают пальцами и передвигают на это расстояние (до упора пальцев в стакане).

Отпечатки располагаются на одной образующей стержня, после чего стержень поворачивается. Отпечатки на бетоне вслед за каждым ударом обязательно очерчивают цветным или черным карандашом. Количество ударов принимается равным десяти.

Измерение диаметров отпечатков на бетоне и на эталонном стержне выполняют с точностью до 0,1 мм с помощью углового масштаба, прилагаемого к молотку, или с помощью оптической трубки Бринеля. Результаты измерений записывают в табл. 1.1.

Таблица 1.1

№ п/п	dv, мм	ds, мм	dv/ds	R, гкс/см
1	2	3	4	5
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Данные колонки 5 табл. 1.1 обрабатываются по правилам математической статистики.

Вычисляют следующие величины и характеристики:

1) среднее арифметическое значение предела прочности бетона в кгс/см<sup>2</sup>:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} \quad (1.1)$$

2) среднее квадратическое отклонение предела прочности в кгс/см<sup>2</sup>:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n-1}} \quad (1.2)$$

или по упрощенной формуле

$$S = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{k} \quad (1.3)$$

3) среднее квадратическое отклонение среднего значения прочности бетона в кгс/см<sup>2</sup>:

$$\bar{S} = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (1.4)$$

4) наибольшая вероятная ошибка при оценке истинного значения прочности бетона в кгс/см<sup>2</sup>:

$$E_{\beta} = \bar{S} t_{\beta} \quad (1.5)$$

5) границы доверительного интервала для истинного значения прочности бетона в кгс/см<sup>2</sup>:

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= R - E_{\beta} \\ I_2 &= R + E_{\beta} \end{aligned} \right\} \quad (1.6)$$

В этих формулах обозначено:

$R_i$  — отдельный (1-й) частный результат испытания из колонки 5 табл. 1.1;

$R$  — среднее значение предела прочности бетона в данной серии испытаний;

$R_{\max}$   $R_{\min}$  — наибольшее и наименьшее значения предела прочности в серии испытаний;

$n$  — число испытаний в серии,  $n = 10$ ;

$k$  — коэффициент, зависящий от числа испытаний,  $k = 3$  при  $n = 10$ ;

$t_{\beta}$  — параметр, зависящий от доверительной вероятности (при  $\beta = 0,95$   $t_{\beta} = 1.96$ ).

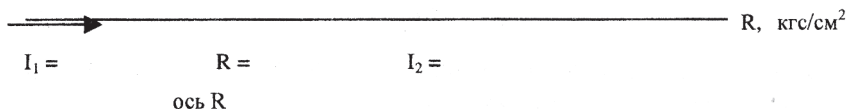
Результаты статистической обработки записывают в табл. 1.2.

Таблица 1.2

$\bar{R}$	S	$\bar{S}$		$t\beta$	$E\beta$	I1	I2

Строят ось  $R$ , на которой отмечают границы доверительного интервала и точку, соответствующую фактической кубиковой прочности  $R_{\phi}$ .

Определение  $R_{\phi}$  проводится в следующем пункте работы. На прессе испытывается тот же кубик, который проверяется эталонным париковым молоток.



## 1.2. Контрольное определение прочности бетона испытанием кубиков на прессе

Кубиковая прочность бетона

$$R_{\phi} = \frac{P_{разр}}{F} k ,$$

где  $P_{разр}$  — разрушающая нагрузка;

$F$  — средняя площадь сечения кубика;

$k$  — переходный коэффициент, равный 1,0 для кубика со сторонами  $a = 20$  см и 0,85 при  $a = 10$  см; для кубиков с иными значениями сторон переходные коэффициенты принимают в соответствии с ГОСТ 10180-67.

Результаты испытаний сведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Номер кубика	Средние размеры в плане, см		Площадь $F = a \times b$ , $\text{см}^2$	Pразр, кгс	Переходный коэффициент k	Кубиковая прочность Rф, $\text{кгс}/\text{см}^3$
	a	b				

**Выводы:**

## РАБОТА № 2

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ И НАПРЯЖЕНИЙ С ПОЩЬЮ МЕХАНИЧЕСКИХ ТЕНЗОМЕТРОВ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ КОНСТРУКЦИИ

2.1. Устройство тензометра. Удлинитель базы тензометра

#### Схема тензометра

2.2. Ознакомление с установкой тензометров на конструкцию (при помощи струбцин малых, средних, больших и двойных; струбцин на засечках; присосов). Особенности установки тензометров на дереве и бетоне.

2.3. Ознакомление с калиброванием тензометров. Определение масштаба (увеличения) тензометра:

$$k_m = \frac{\Delta r}{\Delta k} m = \dots$$

Переходный коэффициент  $m$  устанавливается преподавателем. Определение  $\Delta r$  и  $\Delta k$  сведено в табл. 2.1.



Таблица 2.1

Ступени калибровки	Отсчеты	По шкалам	
		калибраметра	тензометра
1	<u>Начальная</u> Конечная		
2	<u>Начальная</u> Конечная		
Средняя арифметическая разность отсчетов 1,2 ступени калибровки		$\Delta K =$	$\Delta T =$

#### 2.4. Определение деформаций и вычисление напряжений.

Расчетная схема с указанием расположения приборов

Тензомер Т – ..... N .....

Ваза  $\lambda_T =$  ..... мм.

Увеличение (масштаб)  $k =$  .....

Модуль упругости испытываемой балки  $E=2,1 \times 10^6$  кгс/см<sup>2</sup>.

Напряжения, определяемые с помощью тензометров в кгс/см<sup>2</sup>:

$$\sigma_m = \frac{\Delta T}{10 \kappa T \lambda_m} E = \psi \Delta_T$$

где  $\psi = \frac{E}{10 \kappa T \lambda_m}$  кгс/см<sup>3</sup>, а  $\Delta_T$  — разность отсчетов по тензометру (отсчеты брать в десятых долях деления).

Момент инерции расчетного сечения балки относительно оси  $x-x$   $I_{x-x} = 528$  см<sup>4</sup>.

$m = \dots$  — расстояние от нейтральной оси до волокна, на котором поставлен тензометр.

Момент сопротивления волокна, на котором установлен тензометр, в см<sup>3</sup>:

$$W_m = \frac{I_{x-x}}{m} = \frac{528}{m} = \dots$$

Результаты вычислений и измерений сведены в табл. 2.2.

## РАБОТА №3

### ИЗМЕРЕНИЕ АМПЛИТУД ПРОГИБОВ И ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

4.1. Ознакомление с принципом действия, устройством приборов правилами их установки.

4.2. Теоретическое определение периода и частоты собственных колебаний балки.

#### Расчетная схема балки

Характеристики балки:

Сечение  $I_y$ - $y = \dots$  см<sup>4</sup>, вес 1 пог.м балки  $q = \dots$  кгс/пог.м, пролет  $l = \dots$  м.

Нагрузка от собственного веса балки, приведенного к весу сосредоточенного груза, приложенного в середине пролета.

$$G_1 = 0,25 ql,$$

где  $l$  — длина балки.

Нагрузка от веса вибрационной машины  $G_2 = \dots$  кгс.

Нагрузка от дополнительного груза  $G_3 = \dots$  кгс.

Загрузка 1.  $G = G_1 + G_2$ ;

а) статический прогиб

$$f_{cm} = \frac{GI^3}{48EI_y} = \dots$$

б) период собственных колебаний

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{F_{cm}}{g}} = 2\pi \cdot 3,14 \sqrt{\frac{\dots}{981}} = \dots c$$

в) частота

$$\nu = \frac{1}{T} = \dots \text{колеб/с.}$$

Загрузка 2. То же, плюс вес дополнительных грузов:

$$G = G_1 + G_2 + G_3;$$

$$F_{ст} = \dots,$$

$$T = \dots,$$

$$\nu = \dots$$

**4.3.** Снятие диаграмм и обработка опытных данных.

Диаграммы, полученные из опыта (включаются ниже).

## Загружение 1

## Загружение 2

Подготовка к переизданию  
канд. техн. наук, проф. Сазыкин И.А.

**ОБСЛЕДОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ  
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Журнал лабораторных работ

Компьютерная верстка *Н.Ф. Цыганова*

ЛР № 020307 от 28.11.91

---

Тип. зак. <b>340</b>	Изд. зак. 211	Тираж 500 экз.
Подписано в печать 12.05.03	Гарнитура Times.	Офсет
Усл. печ. л. 1,0		Формат 60×90 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>

---

Издательский центр РГОТУПСа,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Типография РГОТУПСа, 107078, Москва, Басманный пер., 6