

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра строительных конструкций

Р.Г. КАСИМОВ

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЗМЕННОЙ ПРОЧНОСТИ И МОДУЛЯ УПРУГОСТИ БЕТОНА»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе №1

по дисциплине «Железобетонные и каменные конструкции»
для специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство»

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения высшего профессионального
образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2009

УДК 624.012.3: 624.0465(07)

ББК 38.53 7

К-28

Рецензент

кандидат технических наук В.О. Штерн

Касимов Р.Г.

К-28 **Определение призмной прочности и модуля упругости бетона:**
методические указания к лабораторной работе №1/. Р.Г. Касимов –
Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009. –11с.

Методические указания для проведения лабораторной работы по дисциплине «Железобетонные и каменные конструкции» для студентов 4-го курса специальности 270102 (ПГС).

ББК 38.53

3305000000

Н -----

ISBN

♥ Касимов Р.Г.
♥ ГОУ ОГУ, 2009

Содержание

1	Общие положения.....	4
2	Задачи лабораторной работы.	4
3	Методика определения прочности бетона и его деформативности при кратковременном статическом нагружении	4
3.1	Определение прочности на сжатие кубов из бетона.....	4
3.2	Определение призмной прочности и модуля упругости бетона...	5
4	Вопросы для самоконтроля	7
	<i>Приложение А. Определение класса бетона.....</i>	8
	<i>Приложение Б. Таблица Б.1. Результаты статических испытаний для определения прочности на сжатие кубов из бетона.....</i>	9
	<i>Приложение В. Таблица В.2. Деформации бетона при сжатии.....</i>	10
	<i>Приложение Г. Таблица Г.3. Деформации бетона при сжатии.....</i>	11

1 Общие положения

1.1 С целью постановления отдельных результатов испытания при определении прочностных и деформативных свойств необходимо использовать образцы стандартной формы и размеров.

1.2 При определении прочностных и деформативных характеристик всех видов бетона следует использовать следующие образцы:

а) при определении прочности на сжатие и прочности на растяжение при раскалывании: кубы с размером ребра 100 мм, 150 мм или 200 мм;

б) при определении призмной прочности и деформационных характеристик бетона при сжатии призмы 150*150*600 мм и 100*100*400 мм.

1.3 Формы для изготовления образцов должны быть разъемными и сделаны из твердого, не впитывающего воду материала. Внутренние поверхности формы должны быть строганными и шлифованными. Отклонения от прямого угла между гранями собранных форм не должно превышать 0,5 мм на длине 100 мм для форм, находящихся в эксплуатации.

1.4 Испытание на сжатие следует проводить на универсальной испытательной машине ГМС-50.

2 Задачи лабораторной работы

2.1 Определить фактическую призмную прочность и сопоставить с нормативным значением по СНиП.

2.2 Определить фактический коэффициент призмной прочности и сравнить с нормативными значениями по СНиП.

2.3 Определить начальный модуль прочности бетона.

Определить секущие модули упругости $E'_b = (\epsilon_b / \epsilon_b) E_b$ и коэффициенты Пуассона (μ) при напряжениях:

$$\sigma = (0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 8,0)R.$$

Сделать вывод об изменении E' и μ с ростом напряжений.

2.3 Зарисовать картину разрушения.

3 Методика определения прочности бетона и его деформативности при кратковременном статическом напряжении.

3.1 Определение прочности на сжатие кубов из бетона

- Перед испытанием образцы маркируются, производится их визуальный осмотр и устанавливается состояние их поверхности (наличие раковин, крупных пор, выступов). Данные заносятся в таблицу Б.1 (Приложение Б).

- Образцы должны иметь правильную геометрическую форму и параллельные опорные грани.

- Выравнивание граней раствором не допускается.

- До испытания образцы вывешиваются и обмеряются для последующего определения их объемной массы, данные записываются в таблицу Б.1 (Приложение Б).

- Определяется рабочее положение образца – нагрузка должна быть направлена параллельно направлению слоев бетона.

- Необходимо при испытании правильно выбрать шкалу, на которой разрушающая нагрузка должна укладываться в границах от 20 до 80 % от максимального усилия, соответствующего выбранному диаметру.

- Нагрузка на образец должна возрастать по возможности направленно и равномерно до конца разрушения образца. Средняя скорость возрастания напряжения в указанных испытаниях должна быть 0,2 до 1,0.

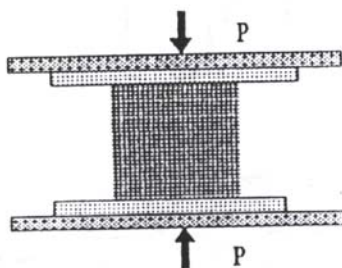


Рисунок 1- Схема испытания куба на сжатие

По максимальной достигнутой нагрузке, вызвавшей разрушение образца, определяют прочность на сжатие по формуле:

$$R = \frac{P}{A}, \text{ данные заносятся в таблицу Б.1 (Приложение Б).}$$

3.2 Определение призмной прочности и модуля упругости бетона

- Определение призмной прочности бетона и начального модуля упругости производить на образцах стандартной формы и размеров: 150*150*600 мм или 100*100*400 мм;

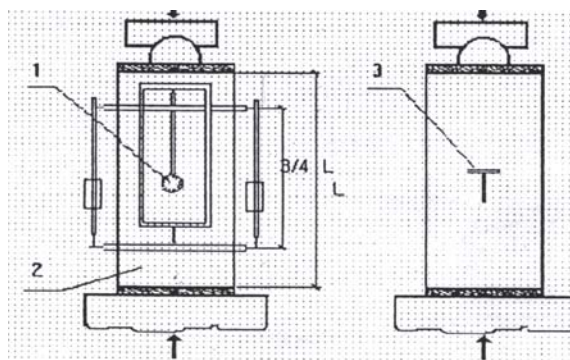
- Перед испытанием проводится визуальный осмотр, устанавливается правильность геометрической формы, состояние поверхности границ призмы;

- До испытания образцы взвешиваются и обмеряются для последующего определения их объемной массы, данные записываются в таблицу Б.1 (Приложение Б).

- Для измерения продольных деформаций бетона и центрирования образцов, на боковых гранях образца крепят индикаторы в количестве четырех – по одному на каждой грани. Индикаторы – устанавливают при помощи съемных металлических рамок.

Из-за стесненных условий деформирования вблизи приопорных участков образца, где приложена нагрузка, максимальная база измерения деформаций в направлении действия осевой нагрузки не должна превышать $\frac{3}{4}$ высоты образца.

- Измерение поперечных деформаций можно проводить с помощью тензорезисторов на базе не менее 50 мм.



1 – тензометры механические; 2 – образец; 3 – тензометры тензометрические

Рисунок 2 - Схема крепления тензометров для измерения линейных деформаций образцов при осевом сжатии

- При испытании призм необходимо добиться центрального сжатия, т.е. добиться совмещения физической и геометрической оси.

Центрирование проводится путем пробных нагрузок (до $0,2P_p$), добиваясь при этом того, чтобы деформации крайних волокон по четырем граням образца не отклонялись от среднего значения более, чем на $\pm 10\%$. Если к моменту разрушения отклонения превысят $\pm 20\%$, результаты испытания бракуются. При этом смещение геометрической оси образца относительно геометрической оси прессы не должно превышать для призм: $150*150*600 - 7,5$ мм, $100*100*400 - 5$ мм.

- Нагрузка на образец должна возрастать ступенями до конца разрушения. Ожидаемая призмная прочность составляет, примерно $0,75 P_p$. Величина первых двух ступеней составляет приблизительно $0,05$ от ожидаемой разрушающей нагрузки P_p , затем величина ступени увеличивается вдвое. Начиная с нагрузки $0,8 P_p$, все последующие ступени целесообразно уменьшить до $0,05 P_p$.

- На каждой ступени производится выдержка нагрузки, которая сохраняется постоянной в продолжении всего испытания. Выдержка на каждой ступени не должна превышать 5 мин, а общая продолжительность испытания не менее 20 мин. Нагрузки и время выдержки на каждой ступени фиксируются в таблице Г.1 (Приложение Г).

- Во время выдержки производится осмотр призмы с целью обнаружения возникших трещин, и снимаются показания с приборов. Следует фиксировать деформации образцов, возникающие в конце приложения ступени нагрузки и в конце ее выдержки. Данные заносятся в таблицу Г.1 (Приложение Г).

- По максимальной нагрузке, вызвавшей разрушение образца, определяют соответствующую прочность $R_b = N_{\text{разгр}} / A$, данные заносятся в таблицу Б.1 (Приложение Б), где фиксируются данные о характере трещинообразования и разрушения образцов и зарисовывается разрушенная призма на развертке.

- Начальный модуль упругости бетона при сжатии определяют на основе измеренных деформаций по формуле:

$$E_b = \frac{\sum \Delta \sigma}{\sum \Delta \varepsilon_t}, \text{ где}$$

$\sum \Delta \sigma$ – сумма приращений напряжений на каждой ступени от 0,05 до 0,03 R_p ;

$\sum \Delta \varepsilon_t$ - сумма приращений относительно упруго–мгновенной деформации на каждой ступени в тех же пределах. При вычислении упруго–мгновенных деформаций необходимо убедиться в закономерности их роста с ростом нагрузки (близко к линейному)

- Коэффициент поперечных упруго–мгновенных деформаций определяют по формуле:

$$V = \frac{\varepsilon_{2b}}{\varepsilon_{1b}}, \text{ где}$$

ε_{2b} , ε_{1b} - относительные упруго–мгновенные поперечные и продольные деформации бетона соответственно для данного этапа нагружения.

В ходе выполнения лабораторных работ изучаются различные методы испытаний железобетонных конструкций, происходит знакомство с устройством измерительных приборов и аппаратуры и методикой их применения. Обрабатываются результаты проведенных испытаний, сопоставляются опытные данные с данными теоретических расчетов. По итогам каждой выполненной работы дают соответствующие заключения, делают выводы.

Все расчеты, запись результатов исследований, обработка и оформление материалов лабораторных работ проводятся каждым студентом самостоятельно.

Все записи и графики должны быть выполнены аккуратно и четко. Каждая проведенная и оформленная работы должна быть сдана студентом до начала следующей работы.

4 Вопросы для самоконтроля

1. Пояснить задачи, которые ставятся в настоящей работе.
2. Как определяется класс бетона.
3. Как определяется призмная прочность.
4. Как определяется модуль упругости бетона.
5. Как определяется нормативное и расчетное сопротивление бетона.
6. Как определяется секущий модуль упругости.
7. Как определяется коэффициент Пуассона.
8. Нарисовать схему разрушения куба при сжатии при наличии и при отсутствии трения в местах контакта грани куба с нагружающей плитой.
9. Как развиваются деформации при ступенчатом нагружении бетонной призмы сжимающей нагрузкой.
10. Факторы, влияющие на прочность бетонных образцов при сжатии.

Приложение А

(справочное)

Определение класса бетона

Учитывая изменчивость прочностных показателей бетона, вводимая в расчет их величина должна обладать необходимой надежностью, что обеспечило бы безопасную работу конструкции. Прочностные характеристики устанавливаются методами теории вероятности.

Изменчивость прочностных свойств подчиняется закону Гаусса и характеризуется кривой распределения.

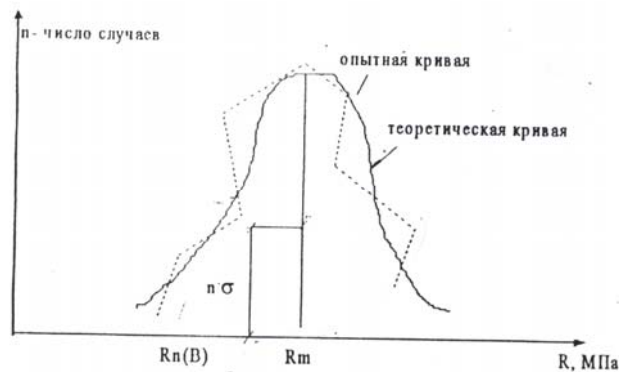


Рисунок А.1

Определяем величину математического ожидания

$$R_m = \frac{n_1 R_1 + n_2 R_2 + \dots + n_k R_k}{n} \quad \text{где}$$

$n_1 n_2 \dots n_k$ — число опытов, показавших прочность R_1, R_2, \dots, R_k

Определяем величину среднеквадратичного отклонения (стандарта)

$$\sigma = \sqrt{\frac{n_1 \Delta_1^2 + n_2 \Delta_2^2 + \dots + n_k \Delta_k^2}{n_1 + n_2 + \dots + n_k}}$$

$$\Delta = R - R_m$$

и коэффициент вариации $V = \frac{\sigma}{R_m}$

Нормативное сопротивление с заданной обеспеченностью определим методами теории вероятности

$$R_n = R_m(1 - v \cdot V), \quad \text{где } v \text{ — показатель надежности}$$

Для получения нормативного сопротивления с обеспеченностью 0,95 необходимо величину v принять равной 1.64, тогда нормативное сопротивление бетона (класс бетона) будет:

$$(B) = R_n = R_m(1 - 1.64V)$$

Приложение Б
(обязательное)

Результаты статических испытаний кубов из бетона

Таблица Б.1 – Результаты статических испытаний для определения прочности на сжатие кубов из бетона

1. Условия твердения и возраст образцов при испытании
2. Дата изготовления образцов.
3. Дата испытания образцов.

№ образцов	Размеры поперечного сечения образца, мм	Высота образца, мм	Площадь поперечного сечения, см ²	Масса образца, Н	Объемная масса образца, средняя, $\frac{H}{м^3}$	Разрушающая нагрузка Р _р , кН	Прочность образца (МПа) средняя	Примечание (состояние поверхности, геометрическая форма, характер разрушения)
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Приложение В
(необязательное)

Результаты определения деформации бетона при сжатии

Таблица В.1 – Деформации бетона при сжатии

Марка образца	Площадь поперечного сечения и высота образца
Условия твердения	Масса образца
Возраст образца	База измерения деформаций
Дата испытания	Наименование прессы

1	2	3	4	5	6	Показания приборов																									
						Продольные деформации												19	Поперечные деформации												
						Д-1			Д-2			Д-3			Д-4				Д-5			Д-6			Д-7			Д-8			
						начало	конец	Δ	начало	конец	Δ	начало	конец	Δ	начало	конец	Δ		начало	конец	Δ	начало	конец	Δ	начало	конец	Δ	начало	конец	Δ	
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32						
Этапы загрузки				Время прил. нагруз.		Текущее (ч.мин.)												ε _{ср} =(ε ₁ +ε ₂ +ε ₃ +ε ₄)/4													
Нагрузка Р (кН)				Продолжит.этапа (мин)		ε _{ср} =(ε ₁ +ε ₂ +ε ₃ +ε ₄)/4												ε _{ср} =(ε ₁ +ε ₂ +ε ₃ +ε ₄)/4													
σ/R _b																															
Напряжение σ=N/A·10 МПа																															

**Приложение Г
(обязательное)**

Результаты определения деформации бетона при сжатии

Таблица Г.1 – Деформации бетона при сжатии

Марка образца
Условия твердения
Возраст образца
Дата испытания

Площадь поперечного сечения и высота образца
Масса образца
База измерения деформаций
Характеристика прибора
Наименование прессы

Этапы загрузки	Нагрузка Р (кН)	Напряжение $\sigma = N^*/A \cdot 10, \text{ МПа}$	$\sigma = R_b$	Время прибл. нагрузки		Показания приборов																Примечание (состояние поверхности, трещино- образование, разрушение образца)
				Текущее (час.мин)	Продолжительность этапа (мин)	М-1				М-2				М-3				М-4				
						отсчет		Δ	$\varepsilon = \Delta/l$	отсчет		Δ	$\varepsilon = \Delta/l$	отсчет		Δ	$\varepsilon = \Delta/l$	отсчет		Δ	$\varepsilon = \Delta/l$	
						начало	конец			начало	конец			начало	конец			начало	конец			
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$\varepsilon_{\text{ср}} = (\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \varepsilon_4) / 4$																						

