

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 13.04.2023 11:43:27

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d59e911c7eab073e743d4a4891aa56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра промышленное и гражданское строительство

УТВЕРЖДАЮ



О.Г. Локтионова

2023 г.



## ИСПЫТАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ БАЛКИ НА ИЗГИБ С РАЗРУШЕНИЕМ ЕЕ ПО НАКЛОННОМУ СЕЧЕНИЮ

Методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине  
«Железобетонные и каменные конструкции» для студентов всех форм обучения  
направления подготовки - Строительство

УДК 624.012.4

Составители: Е.Г.Пахомова, Р.А.Марков, Д.С.Волкова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.В. Масалов*

**Испытание железобетонной балки на изгиб с разрушением ее по наклонному сечению:** методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Железобетонные и каменные конструкции» для студентов всех форм обучения направления подготовки - Строительство / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Е.Г. Пахомова, Р.А. Маркова, Д.С. Волкова. - Курск, 2023. - 8 с.: ил. 2, табл. 1. – Библиогр.: с. 8

Содержат сведения об основных показателях свойств арматурной стали. Указывается порядок отбора образцов, выполнения и обработки результатов испытаний. Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки – Строительство очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать

Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 0,47. Уч.-изд.л. 0,42. Тираж 30 экз. Заказ *дв9* . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет. 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: исследование прочности и трещиностойкости железобетонной балки при изгибе с разрушением ее по наклонному сечению.

Задачи работы:

- установить характер образования и раскрытия трещин;
- определить величину нагрузки при образовании первой наклонной трещины;
- измерить ширину раскрытия наклонных трещин;
- установить характер разрушения балки и значение разрушающей нагрузки;
- вычислить теоретических значений главных растягивающих и главных сжимающих напряжений, нагрузки при образовании первой наклонной трещины, ширины раскрытия наклонных трещин;
- сравнить вычисленные величины с аналогичными, полученными при испытании.

Порядок выполнения работы:

- выполнить обмеры балки;
- результаты обмеров занести в табл. 1;
- выполнить предварительные расчеты балки для определения:
  - \* порядка приложения нагрузки;
  - \* величины нагрузки (ориентировочной) при возможном ожидаемом появлении наклонных трещин;
  - \* контролируемых величин напряжений и деформаций при поэтапном приложении нагрузки;
- произвести испытание балки по схеме, показанной на рис. 1;
- выполнить камеральную обработку результатов испытания;
- проанализировать результаты испытания (сравнить результаты предварительных расчетов с полученными опытным путем);
- сформулировать выводы.

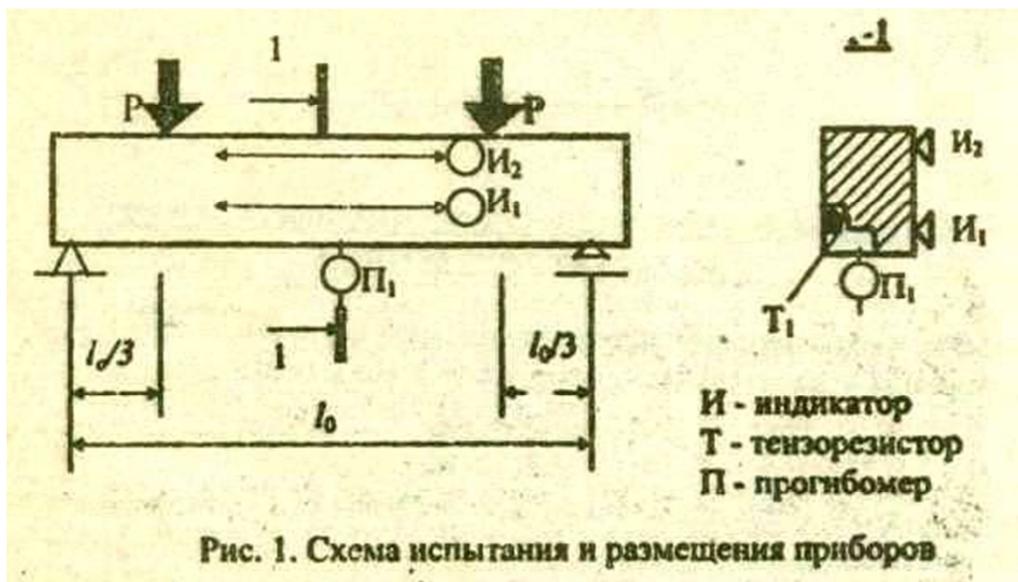
Таблица 1

Основные геометрические характеристики балки

Наименование величин, единицы измерения	Обозначения	Фактические значения
Длина балки, мм		
Ширина балки, мм		
Высота балки, мм		
Рабочая высота сечения, мм		
Диаметр, мм,		

и класс поперечной арматуры		
Площадь сечения поперечного стержня, мм <sup>2*</sup>		
Шаг поперечных стержней, мм*		
Расстояние от опор до точек приложения нагрузок, мм		
Расстояние между опорами, мм		

\* Площадь поперечного сечения и шаг поперечных стержней можно принять чертежам.



1. Предварительно вычислить расчетную поперечную силу, используя характеристики материалов по СП и данные обмеров или чертежа, по которому изготовлена испытываемая балка:

$$Q = Q_b + Q_{sw} = R_{bt}bh_0 + 2R_{sw}A_{sw}h_0/s, \quad (1)$$

где  $R_{bt}$  и  $R_{sw}$  - соответственно расчетные характеристики бетона и поперечной арматуры балки;

$b$  и  $h_0$  - соответственно ширина и рабочая высота сечения,  
 $s$  - шаг поперечных стержней.

По результатам этого расчета, в соответствии с расчетной схемой, назначают величины нагрузок на каждом этапе их приложения (приблизительно 15-20% от вычисленной расчетной).

Величина предполагаемой нагрузки, разрушающей балку по наклонному сечению составляет  $Q_u \approx 2Q$ .

2. Расчет по образованию трещин, наклонных к продольной оси балки, испытываемой по схеме на рис. 1, производят из условия (формула 141 СП)

$$\sigma_{mt} \leq \gamma_{b4} R_{bt,ser} \quad (2)$$

где  $\gamma_{b4}$  – коэффициент условий работы бетона, определяемый по формуле:

$$\gamma_{b4} = \frac{1 - \sigma_{mc} / R_{b,ser}}{0,2 + \alpha B} \leq 1 \quad (3)$$

$\alpha = 0,01$  – для тяжелого бетона,

$B$  – класс бетона.

Значения главных сжимающих и главных растягивающих напряжений  $\sigma_{mc}$  и  $\sigma_{mt}$  определяют по формуле:

$$\sigma_{mt(mc)} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \quad (4)$$

где «+» - для главных растягивающих напряжений;

«-» - для главных сжимающих напряжений;

$\sigma_x = M \cdot y / J_{red}$  - напряжения в бетоне, действующие в направлении продольной оси балки;

$M = P \cdot x$  - изгибающий момент, действующий в рассматриваемом сечении;

$J_{red} \approx J_b = bh^3/12$  - приведенный момент инерции сечения;

$\sigma_y = v_y P / (bh)$  - напряжения в бетоне, действующие в вертикальном направлении, от опорной реакции и силы  $P$  (учитывают на участках балки длиной, равной  $0,7 h$  от точек приложения сосредоточенных сил);  $v_y$  – см. табл. 39 (пособие к СП);

$\tau = QS / (bJ_{red})$  - касательные напряжения в балке;

$S = bh^2/8$  - для волокон на нейтральной оси.

Так как главные напряжения при испытании балки определим на нейтральной оси ( $y = 0$ ) на расстоянии  $x = 0,7h$  от опор, то  $\sigma_x = \sigma_y = 0$ .

Тогда

$$\sigma_{mt(mc)} = \pm \tau_{xy} = \pm 1,5Q / (bh) \quad (5)$$

Используя формулу (2), в первом приближении можно получить приближенную формулу для расчета по образованию трещин

$$Q_{crc} = 1,5R_{bt}bh_0 \quad (6)$$

При данной схеме нагружения (принятой для испытания балки, см. рис. 1)  $Q = P$ . Нетрудно вычислить значение предполагаемой нагрузки, вызывающей появление наклонных трещин.

3. Ширину раскрытия наклонных трещин в мм определяют по формуле (СП):

$$a_{\text{сгс}} = \varphi \frac{0,6\sigma_{\text{св}}d_w\eta}{E_s d_w / h_0 + 0,15E_b(1 + 2\alpha\mu_w)} \quad (7),$$

где  $\nu_1 = \eta = 1$ ,  $\alpha = E_s / E_b$ ,  $\mu_w = A_w / bs_1$ ;

$\sigma_{\text{св}} = (Q - Q_{\text{bt}})s_1 / (A_{\text{св}}h_0)$  - напряжения в поперечных стержнях;

$Q = P$  - поперечная сила;

$Q_{\text{bt}} = 1,2 R_{\text{bt}}bh_0^2/c$  - поперечная сила, воспринимаемая балкой без поперечного армирования;

для  $Q_{\text{bt}}$  должно выполняться условие:

$$2,5R_{\text{bt}}bh_0 \geq Q_{\text{bt}} \geq 0,6R_{\text{bt}}bh_0;$$

$c = l_0/4$ ;

$d_w$  - диаметр поперечных стержней в мм.

## **Подготовка к лабораторной работе** (Ответственные – зав. лабораторией и лаборант)

Перед проведением лабораторной работы должна быть в рабочем состоянии:

1. Испытательная установка;
2. АИД-4 , кабели.

Подготовлены:

3. Тензорезисторы (для 8-ми подгрупп в количестве - 32 шт.);
4. Наждачная бумага;
5. Ацетон;
6. Эпоксидный клей с растворителем;
7. Паяльник;
8. Олово;
9. Стальная линейка(желательно длиной 500 мм);
10. Опытные балки - 8 шт (это могут быть несущие перемычки).

## **Библиографический список**

1. СП 63.13330.2012.