

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 13.04.2023 11:47:52

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d3e91c1eabb73e543d444891da36d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

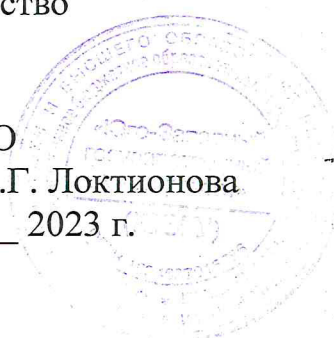
Кафедра промышленное и гражданское строительство

УТВЕРЖДАЮ

«11» 04

О.Г. Локтионова

2023 г.



ИСПЫТАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ БАЛКИ НА ИЗГИБ С РАЗРУШЕНИЕМ ЕЕ ПО НОРМАЛЬНОМУ 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 нормальному 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. Марков, Д.С. Волкова - Курск, 2023. - 11 с.: ил. 1, табл. 2. – Библиогр.: с. 12.

Содержат сведения о характере и возможных случаях разрушения железобетонных балок по нормальному сечению. Указывается порядок выполнения работ и обработки результатов испытаний. Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки – Строительство всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать

Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 0,70. Уч.-изд.л. 0,63. Тираж 30 экз. Заказ *260* . 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 нормальному сечению, изучение напряженно-деформированного состояния в сечении на всех стадиях работы.

ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ И ОЖИДАЕМЫЙ ХАРАКТЕР РАЗРУШЕНИЯ БАЛКИ

Если к конструкции приложить нагрузку, то в ней возникнут следующие усилия: изгибающий момент и перерезывающая сила, под действием которых образец получит некоторый прогиб. От действия изгибающего момента образуется сжатая зона (сверху) и растянутая (внизу). Так как предельные относительные деформации бетона на растяжение малы (порядка $1,5 \times 10^{-4}$), то даже при небольшой нагрузке в растянутой зоне появятся трещины (первая стадия напряженно-деформированного состояния - стадия образования трещин), что приведет к исключению бетона растянутой зоны из работы. Тогда происходит разделение функций между бетоном и арматурой: арматура будет работать на растяжение, а бетон - на сжатие.

При увеличении нагрузки напряжения в арматуре и бетоне увеличиваются. В бетоне сжатой зоны проявляются неупругие свойства. Это вторая стадия напряженно-деформированного состояния конструкции, которая и характеризуется проявлением неупругих свойств бетона. Арматура при этом будет работать в упругой стадии.

При дальнейшем увеличении нагрузки наступает третья стадия напряженно-деформированного состояния конструкции, которая называется стадией разрушения и характеризуется разрушением одного из материалов - бетона или арматуры.

Согласно ГОСТ 8829-94, признаками разрушения конструкции по нормальному сечению, т. е. от действия изгибающего момента, являются:

а) текучесть стали растянутой арматуры в нормальном сечении, проявляющаяся ранее раздробления бетона сжатой зоны, что в конструкциях с арматурой классов А240, А300, А400 характеризуется прогибом, более чем в 1,5 раза превышающим прогиб от контрольной нагрузки по проверке жесткости, при

ширине раскрытия трещин в бетоне 1,5 мм и более; при испытании конструкций посредством установок с гидравлическими домкратами текучесть арматурной стали характеризуется непрерывным возрастанием прогибов при сохранении нагрузки практически на одном уровне;

б) раздробление бетона сжатой зоны в нормальном сечении, возникающее ранее достижения предела текучести (условного предела текучести) стали растянутой арматуры, что характеризуется прогибом конструкции, менее чем в 1,5 раза превышающим прогиб от контрольной нагрузки при проверке жесткости.

Прочность конструкции оценивают по значению нагрузки, вызывающей одно из этих состояний, которые свидетельствуют, что сопротивление конструкции действию нагрузки исчерпано.

Если напряжения в арматуре достигнут величины σ_y , то разрушение произойдет по растянутой зоне вследствие текучести арматуры (при условии применения арматуры не выше кл. А400).

Такое разрушение классифицируется как пластическое разрушение.

В этом случае наблюдается увеличение прогиба конструкции при постоянной нагрузке и ширина раскрытия трещин достигает величины 0,8 - 1,0 мм (рис. 1, а).

Если же деформации сжатого бетона ранее достигли предельной величины 2×10^{-3} , то разрушение будет происходить по сжатой зоне бетона.

Такой характер разрушения называется хрупким.

В этом случае будет наблюдаться раздробление бетона сжатой зоны и отслоение его (рис. 1, б).

Возможен и третий случай разрушения образца, когда разрушение по сжатой и растянутой зоне происходит одновременно. Однако при натуральных испытаниях он встречается весьма редко (рис. 1, в).

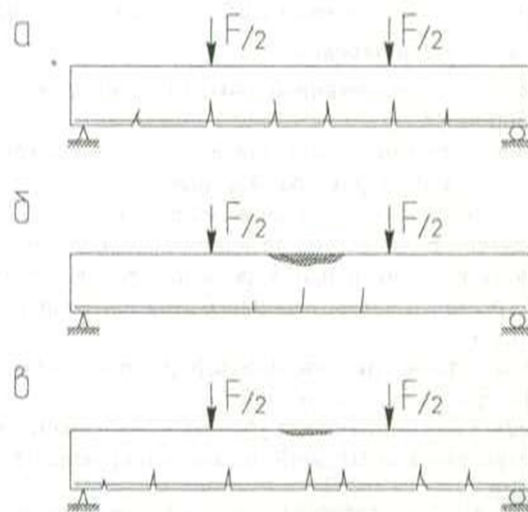


Рис 1. Возможные варианты разрушения конструкций по нормальному сечению:

- а - пластический (по арматуре); б - хрупкий (по бетону);
в - по арматуре и бетону одновременно

При расчете конструкций эти возможные случаи разрушения разграничиваются величиной ξ_r (предельной относительной высотой сжатой зоны бетона). Если $\xi < \xi_r$, то разрушение образца произойдет по арматуре, при $\xi > \xi_r$ - образец разрушится по бетону. При $\xi = \xi_r$ разрушение должно происходить одновременно по арматуре и бетону.

Конструкцию признают отвечающей установленным требованиям по прочности, если ее разрушение произошло при нагрузке, равной или превышающей контрольную.

Контрольная нагрузка по проверке прочности будет равна нагрузке, вызвавшей разрушение конструкции, принятой с коэффициентом C , значение которого должно быть больше единицы. Коэффициент C принимается по обязательному приложению 3 ГОСТ 8829-94 (ГОСТ 8829-85) и зависит от характера разрушения конструкции. При разрушении конструкции по нормальному сечению коэффициент C будет равен следующей величине:

- в случае разрушения конструкции из-за текучести продольной растянутой арматуры до наступления раздробления бетона сжатой зоны - 1,25 (при классе арматуры не выше А-400);

6. Назначить величины нагрузок и время выдержки на каждом этапе нагружения. Определить этапы, на которых следует ожидать появление первых трещин и разрушение балки.

7. Провести испытание балки, увеличивая нагрузку по назначенным величинам на этапах. После каждой ступени нагрузки следует:

- снять отсчеты по приборам и записать их в табл. 1;
- внимательно осмотреть боковую поверхность образца и очертить образовавшиеся трещины карандашом;
- с помощью микроскопа замерить ширину раскрытия трещины.

8. При достижении нагрузки $(0,7+0,8)P_{и}$ все механические приборы снять.

9. Определить и описать процесс трещинообразования, характер деформирования и разрушения опытного образца.

10. По данным табл. 1 вычислить относительные деформации арматуры (ϵ_s), относительные деформации бетона сжатой (ϵ_b) и прогиб балки. По вычисленным величинам построить графики зависимостей «P- ϵ_s », «P- ϵ_b », «P-f».

11. Сравнить экспериментальные и теоретические величины нагрузки трещинообразования и разрушающей нагрузки, а также прогиба балки по формуле:

$$\frac{P_{\text{exp}} - P_{\text{crct}}}{P_{\text{exp}_s}} 100\% \quad (1)$$

$$\frac{P_{\text{exp}} - P_{\text{dest}}}{P_{\text{exp}_s}} 100\% \quad (2)$$

Определение расчетной несущей способности элемента по нормальному сечению.

1. Определение расчетной нагрузки.

Определяем относительную высоту сжатой зоны бетона:

$$\xi = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b \cdot h_0} \quad (3)$$

Значение ξ_R (граничное значение относительной высоты сжатой зоны бетона) может быть вычислено по формуле 6.11 [СП 52-101-2003]

$$\xi_R = \frac{0,8}{1 + 0,001429R_s}$$

(4)

$$A_R = \xi_R(1 - 0,5 \xi_R) \quad (5)$$

В практике проектирования железобетонных конструкций используют табулированные значения ξ_R , A_R , ξ , η и A_0 (ξ_R и A_R - см. табл. 2).

Таблица 2

Значения коэффициентов ξ_R и A_R

| Коэффициент | Класс арматуры | | | |
|-------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | (A400) $R_s = 355$ МПа | (A300) $R_s = 270$ МПа | (A240) $R_s = 215$ МПа | (B500) $R_s = 415$ МПа |
| ξ_R | 0,531 | 0,577 | 0,612 | 0,502 |
| A_R | 0,390 | 0,410 | 0,425 | 0,376 |

При $\xi < \xi_R$ несущую способность балки с одиночной арматурой определяют по формуле

$$M_u = A R_b b h_0, \quad (6)$$

где $A = \xi(1 - 0,5\xi)$

При $\xi > \xi_R$ - $M_u = A_R R_b b h_0$.

Расчетную нагрузку на балку (в соответствии с испытательной схемой – см. рис. 1) определяют по формуле

$$P = 3M/l_0 \quad (7)$$

2. Определение предполагаемой разрушающей нагрузки.

Предполагаемая величина разрушающей нагрузки зависит от характера возможного разрушения балки:

- при $\xi < \xi_R$ вероятнее всего разрушение будет носить пластичный характер, и тогда, согласно ГОСТ 8829-94 разрушающая нагрузка должна составить примерно $1,25 M_u$;

- при $\xi > \xi_R$ разрушение будет носить хрупкий характер.

В лабораторной работе при нагрузке равной M_u следует установить страховочные опоры или прекратить испытание.

3. Определение прогиба балки в середине пролета при величинах изгибающего момента $M \leq M_{cr,c}$.

Для схемы нагружения, показанной на рис. 1, прогиб определяют по формуле:

$$f = 0,0355 Pl_0^3 / B, \quad (8)$$

где $B = 0,85EJ_{red}$ – жесткость сечения железобетонной балки без трещин.

J_{red} – момент инерции приведенного сечения.

Контрольные вопросы

До проведения лабораторной работы студент должен подробно ознакомиться с методикой ее проведения. Он будет допущен к испытаниям после опроса и положительных ответов на следующие вопросы:

1. Сформулировать цель и задачи данной лабораторной работы.
2. Указать зону образца, которая подлежит изучению в этой работе.
3. Описать предполагаемые варианты разрушения балки.
4. Обосновать схему расстановки приборов.
5. Перечислить контрольно-измерительные приборы, установленные на образце, и их назначение.
6. Изобразить схему нагружения образца и эпюры усилий, возникающих в балке.
7. Перечислить факторы, влияющие на трещиностойкость и прочность образца.
8. Изложить порядок приложения нагрузки к образцу.
9. Изложить методику анализа результатов испытаний.
10. Пояснить характер образования трещин.
11. Описать характер и признаки разрушения образца.
12. С помощью графиков определить нагрузку при образовании трещин и при разрушении балки.
13. На графике прогибов балки указать участки, соответствующие трем стадиям напряженно-деформированного состояния железобетонных элементов.
14. Обосновать выводы по результатам экспериментальных и теоретических исследований.
15. Перечислить возможные причины расхождения экспериментальных и теоретических значений.
16. Сделать общий вывод о состоянии конструкции.

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

Перед проведением лабораторной работы №3 должна быть в рабочем состоянии:

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

Подготовлены:

3. Тензорезисторы (для 8-ми подгрупп в количестве - 20шт.);
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. ГОСТ 8829-94;
2. СП 52-101-2003.