

Министерство образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный
университет» (ННГАСУ)

Кафедра конструкций из дерева, древесных композитов и пластмасс

Измерение деформаций механическими приборами

Методические указания

к выполнению лабораторной работы по дисциплинам:
«Обследование и испытание зданий и сооружений»;
«Методы анализа и диагностики объектов»;
«Методы и средства измерений, испытаний и контроля»
для студентов по направлениям:
270100.65 «Строительство» специальности
270102.65 «Промышленное и гражданское строительство»;
271101.65 «Строительство уникальных зданий и сооружений»;
200500.62 «Метрология, стандартизация и сертификация»
специальности 200503.65 «Стандартизация и сертификация».

Нижегород, 2013

УДК 624.042.075.8

Измерение деформаций механическими приборами.

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплинам: «Обследование и испытание зданий и сооружений»; «Методы анализа и диагностики объектов»; «Методы и средства измерений, испытаний и контроля» для студентов по направлениям: 270100.65 «Строительство» специальности 270102.65 «Промышленное и гражданское строительство»; 271101.65 «Строительство уникальных зданий и сооружений»; 200500.62 «Метрология, стандартизация и сертификация» специальности 200503.65 «Стандартизация и сертификация». – Нижний Новгород: Издание ННГАСУ, 2013 г. – 24 с.

Настоящие методические указания посвящены вопросам измерения деформаций механическими приборами и определению модуля деформаций материала балки при изгибе.

Указания предназначены для студентов направлений 270100.65 «Строительство» и 200500.62 «Метрология, стандартизация и сертификация».

**Составители: доц., канд. техн. наук О.Б. Кондрашкин,
асс. Д.М. Лобов**

**Рецензенты: ст.пр., канд. техн. наук В.В. Ермолаев,
ст. пр. А.С. Торопов**

Содержание

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Задачи работы..... | 4 |
| 2. Лабораторная установка..... | 4 |
| 3. Применяемые измерительные приборы..... | 7 |
| 3.1 Индикатор часового типа ИЧ10..... | 7 |
| 3.2 Механический тензомер (Гугенбергера)..... | 8 |
| 3.3 Динамометр | 10 |
| 4. Проверка установки перед проведением эксперимента и контроль качества выполнения эксперимента..... | 11 |
| Задание. Измерение деформаций механическими приборами и определение модуля деформаций материала балки при изгибе. | 12 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А | 18 |
| Литература | 23 |

1. Задачи работы

В процессе выполнения лабораторной работы студенты на практике знакомятся с устройством и работой наиболее распространенных механических приборов для измерения сил, перемещений и местных деформаций, приобретают навыки работы с ними и обработки результатов измерений, а так же закрепляют теоретические знания по соответствующим разделам курса.

Перед выполнением лабораторной работы необходимо повторить раздел курса «Методы и средства измерения перемещений и деформаций».

Работа выполняется на специальных лабораторных установках, позволяющих практически ознакомиться с работой различных приборов для измерения перемещений и деформаций.

2. Лабораторная установка

Лабораторная установка (рисунок 1) состоит из жесткой Г-образной станины (1), на которой закреплена консольная балка (2) и установлено нагрузочное винтовое устройство (винтовой домкрат) (3).

Консольные балки выполнены в нескольких вариантах, которые отличаются формой и размерами поперечного сечения, а так же материалом балки, вылет всех балок одинаковый.

Нагрузочное устройство, винтовой домкрат, позволяет создать нагрузку на балку в виде одной сосредоточенной силы P до 1000 Н, приложенной к концу консоли и направленной снизу вверх. Нагружение балки производится путем вращения подъемной гайки (4) по направлению часовой стрелки, разгрузка осуществляется вращением той же гайки в обратном направлении (против часовой стрелки). Для удобства работы гайка снабжена съемным воротком (5).

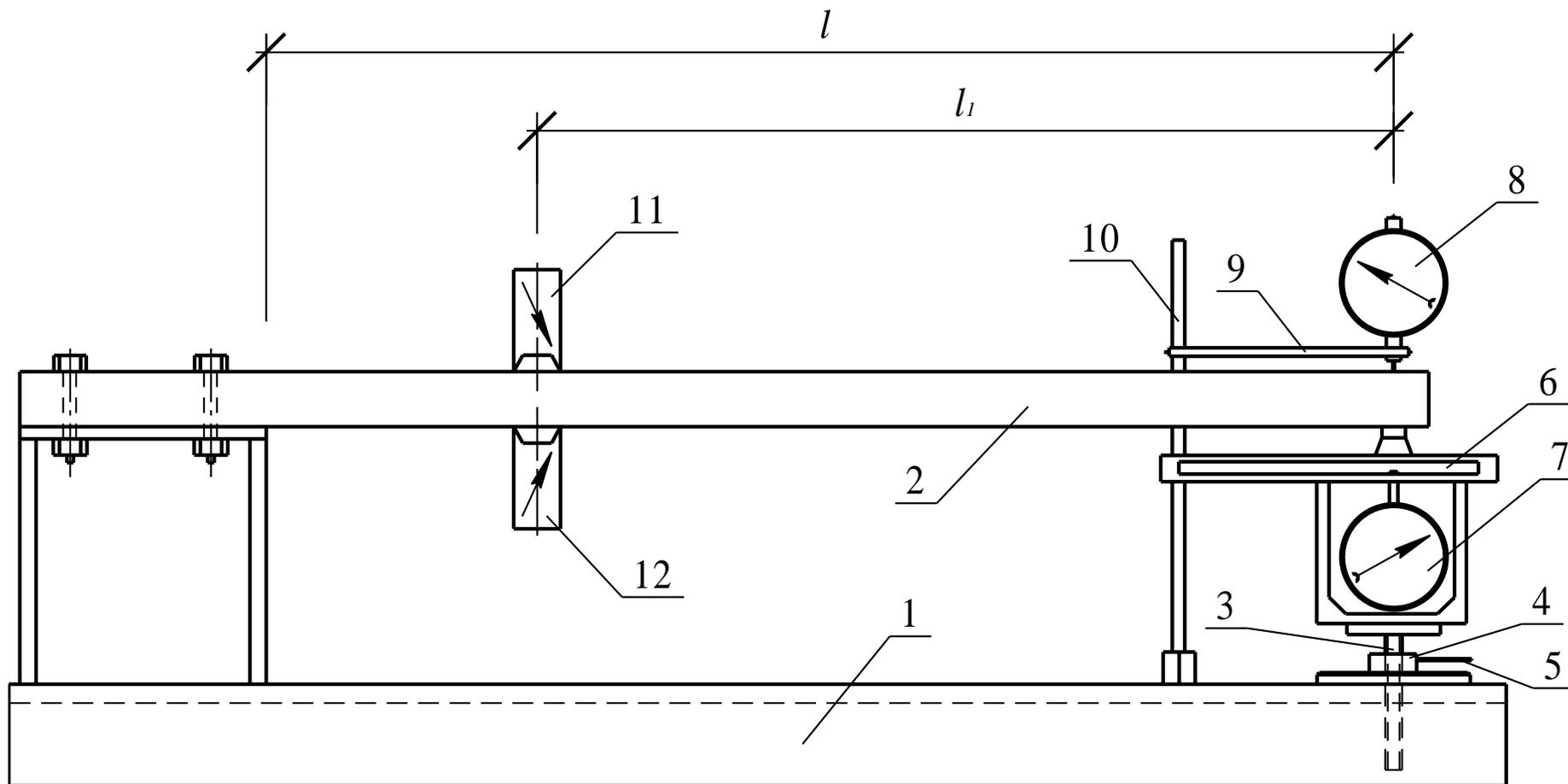


Рисунок 1 – Общий вид лабораторной установки.

Величина нагрузки измеряется образцовым пружинным динамометром (6) системы Токаря. Деформации упругих элементов (плоских пружин) динамометра, характеризующие величину действующей силы, измеряются стандартным индикатором часового типа (7). Показания индикатора (7) динамометра переводятся в величину силы N по тарировочной таблице закрепленной на станине установки.

Прогиб консольной балки измеряется индикатором часового типа (8), закрепленным на кронштейне (9) и штанге (10).

Измерение местных фибровых деформаций балки производится механическими рычажными тензометрами (11, 12).

Описание особенностей различных установок и измерительных приборов, используемых на них, будет дано в соответствующих разделах методического указания.

Технические характеристики лабораторной установки.

| | | |
|----|-----------------------------|--------------------------|
| 1. | Вылет консольной балки | 500 мм |
| 2. | Максимальная ширина балки | 120 мм |
| 3. | Максимальная нагрузка | 1000 Н |
| 4. | Минимальная нагрузка | 20 Н |
| 5. | Точность измерения нагрузки | $\pm 2,0$ Н |
| 6. | Максимальный прогиб консоли | 10,0 мм |
| 7. | Точность измерения прогиба | $\pm 0,001$ см (0,01 мм) |

3. Применяемые измерительные приборы

3.1 Индикатор часового типа ИЧ10

Для определения перемещений применяется контактный прибор – индикатор часового типа ИЧ10 (Рисунок 2), представляющие собой стрелочный прибор, действующие при упоре штифта. Индикатор состоит из металлического корпуса, передняя часть которого закрыта стеклом. Под стеклом имеется большая шкала, в центре которой закреплена стрелка. В пределах большой шкалы находится малая шкала с центральной стрелкой. Через корпус проходит металлический упорный штифт, который может перемещаться. При деформировании конструкции упорный штифт перемещается вместе с исследуемой точкой и через систему передач, размещенных в корпусе, приводит в движение стрелки. Цена деления большой шкалы составляет 0,01 мм для индикаторов часового типа модели ИЧ10. Число делений большой шкалы равно 100, следовательно полному обороту стрелки соответствует прогиб, равный в зависимости от вида индикатора 1мм. Полный оборот большой стрелки отмечается перемещением на одно деление центральной стрелки на малой шкале. Максимальная величина измеряемого прогиба (ход упорного штифта) составляет 10 мм для индикатора ИЧ10. К достоинствам индикатора относятся высокая точность измерений, небольшие габариты и масса (150гр), недостаток – невозможность измерения без перестановки перемещений более 10 мм.

Обработка показаний индикатора выполняется по формуле:

$$f = (C_2 - C_1) \cdot C_{\text{пр}}$$

где f – прогиб;

C_1 – начальный отсчет по шкале прибора;

C_2 – последующий отсчет;

$C_{\text{пр}}$ – цена деления прибора.



Рисунок 2 – Общий вид индикатора часового типа ИЧ10.

3.2 Механический тензомер (Гугенбергера)

Для измерения деформаций применен специальный измерительный прибор – рычажный механический тензомер (Гугенбергера) – Рисунок 3.

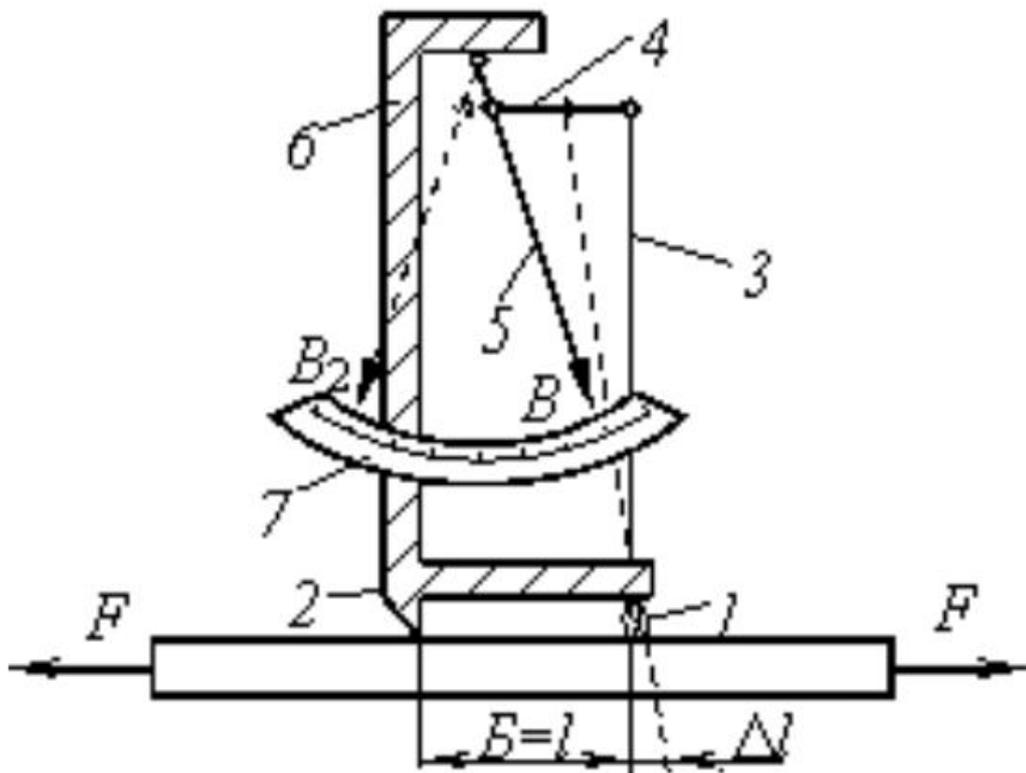


Рисунок 3 – Рабочая схема рычажный механический тензомер (Гугенбергера).

Тензометр состоит из трех основных устройств: воспринимающих деформации, передающих и увеличивающих эффект деформации, регистрирующих показания. При работе прибор прижимается к поверхности испытываемого образца при помощи струбицы. Базой (20мм) прибора является расстояние между ребром призмы 1 и острием ножа 2. Присоединением специального удлинителя база может быть увеличена до 100 мм. Для измерения деформаций острые концы ножей прибора прижимаются к поверхности испытываемого элемента. Жесткая рамка 6 вместе с призмой 1 составляет часть прибора, воспринимающую деформацию образца. Частью прибора, которая увеличивает деформацию, является рычаг 3, жестко соединенный с призмой 1, и стрелка 5, шарнирно соединенная с рычагом тягой 4. Для повышения точности отсчетов шкала 7 снабжена прорезью с зеркалом.

При увеличении длины l (базы тензометра) на величину Δl происходит поворот призмы вокруг ее верхнего ребра на некоторый угол. Вместе с призмой на тот же угол повернется рычаг 3, который при помощи тяги отклонит стрелку 5. Вследствие поворота стрелки нижний ее конец переместится по шкале на величину ΔB с отсчета $B1$ на отсчет $B2$. Перемещение стрелки по шкале позволит определить величину абсолютной деформации по формуле:

$$\Delta l = \frac{C_2 - C_1}{K}$$

где C_1 – первоначальное положение стрелки на шкале 8;

C_2 – положение стрелки после нагружения образца;

K – коэффициент увеличения тензометра.

Коэффициент увеличения тензометра K зависит от соотношения плеч рычагов 3 и 5 и равен $K = \Delta B / \Delta l$.

Относительная деформация определяется по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{0,001 \cdot (C_2 - C_1)}{l}$$

3.3 Динамометр

При испытании строительных конструкций для измерения действующего усилия применен динамометр, основанный на механическом принципе действия, с упругими элементами, соединенными со стрелкой, по положению которой берется отсчет по шкале.



Рисунок 4 – Общий вид динамометра.

4. Проверка установки перед проведением эксперимента и контроль качества выполнения эксперимента

1. Ознакомиться с устройством и работой лабораторной установки и всех приборов используемых совместно с ней.
2. Открыть арретиры приборов (рычажного тензометра).
3. Установить на приборах необходимые пределы измерений.
4. Проверить работу приборов пробным загрузением балки нагрузкой равной $\left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{4}\right)$ от заданной.

Величина пробной нагрузки на установках:

Установка 01 – 150Н

Установка 01,а – 40 Н

Затем балку разгрузить, при этом стрелки всех приборов должны вернуться в исходное положение. Если на установке окажутся не работающие приборы, необходимо проверить их исправность, качество установки, устранить неисправности и повторить пробное загрузение.

5. В ходе выполнения лабораторной работы качество эксперимента, в первом приближении, можно оценить по разностям отсчетов ΔC всех приборов на всех ступенях нагружения:

$$\Delta C = C_n - C_0$$

где: C_0 – начальный отсчет по прибору при $P=0,0$;

C_n – отсчет по прибору n-ой ступени нагрузки.

При удовлетворительном ходе эксперимента разности отсчетов ΔC должны быть примерно пропорциональны нагрузкам. Если указанная закономерность не наблюдается, необходимо проверить установку и приборы, а эксперимент повторить.

Материал балки _____ со следующими основными характеристиками:

| | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Плотность | $\rho =$ | кг/м ³ |
| Предел прочности при изгибе | $\sigma_{нч}^u =$ | Па |
| Расчетный модуль упругости | $E =$ | Па |
| Расчетное сопротивление при изгибе | $R_u =$ | Па |

Задание выполняется на установках № 01 и № 01 а, консольные балки (1) которые выполнены из дерева (сосны) и стеклотекстолита, схема установок показана на рисунке 2. Сила P измеряется динамометром (2), а прогиб консоли f_s , индикатором (3). На расстоянии l_1 от линии действия силы P поставлены механические тензометры для измерения местных фибровых деформаций в сжатой зоне балки ТР-1 (4) и ТР-2 (5) – в растянутой.

Таблица 2. Основные характеристики материала балок.

| Наименование характеристик | Обозн. | Ед.изм. | Установки | |
|------------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | | | № 01 | № 01 а |
| Материал балки | – | – | Сосна | Стеклотекстолит |
| Плотность | ρ | кг/м ³ | 500 | 1850 |
| Предел прочности при изгибе | $\sigma_{нч}^u$ | Па | $80,0 \cdot 10^6$ | $120,0 \cdot 10^6$ |
| Расчетный модуль упругости | E | Па | $1 \cdot 10^{10}$ | $0,8 \cdot 10^{10}$ |
| Расчетное сопротивление при изгибе | R_u | Па | $13,0 \cdot 10^6$ | $90,0 \cdot 10^6$ |

Порядок выполнения задания.

1. Измерить стальной линейкой и штангенциркулем основные размеры консольной балки, записать их в таблицу 1 и вычислить остальные геометрические характеристики.
2. Вписать в журнал основные характеристики материала консольной балки.
3. Записать в таблицу 3 №№ всех используемых измерительных приборов.

4. Используя тарифовочную таблицу динамометра, вписать в таблицу 3 отсчеты по динамометру S^0 для всех ступеней нагрузки (ступени нагрузки в скобках указаны для балки из стеклотекстолита).

5. Проверить работу установки, как было описано ранее.

6. Записать в таблицу 3 отсчеты по приборам при $P=0$.

Загрузить балку до первой ступени нагрузки, снять отсчеты по всем приборам и записать их в таблицу 3. Выполнить то же самое для второй и третьей ступеней нагрузок.

8. Разгрузить балку такими же ступенями, снять отсчеты по индикатору и записать их в таблицу 3 и вычислить ΔC_n .

9. По полученным значениям ΔC_n для всех приборов проверить качество выполнения эксперимента.

10. Используя данные таблицы 3 и расчетные формулы, приведенные в таблице 4 вычислить экспериментальные и теоретические значения прогибов. Полученные результаты записать в таблицу 4.

11. По полученным данным построить графики зависимости прогибов от нагрузки (Рисунок 6).

12. Используя данные таблицы 3 и расчетные формулы, приведенные в таблице 5, вычислить теоретические и экспериментальные значения местных деформаций, напряжений и модуля деформаций материала балки при последней ступени нагрузки $P_3=600(120)$ Н.

13. Сделать выводы по работе, в которых сравнить теоретические и экспериментальные значения прогибов и напряжений, сравнить полученный модуль деформаций с расчетным модулем упругости.

Для сравнения удобно вычислить отношения экспериментальных значений к теоретическим, т.е.

$$\frac{f_n^3}{f_T} = \text{---}; \quad \frac{|\sigma_c^3| + |\sigma_p^3|}{2 \cdot \sigma_T} = \text{---}$$

Выводы по работе:

Таблица 3. Отсчеты по приборам в делениях шкалы.

| Цикл испытаний | Приборы | Обозначения | Отсчеты по приборам в делениях при нагрузках, в Н. | | | | | | | |
|----------------|--------------------|-------------|----------------------------------------------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|----------------|--|
| | | | $P=0$ | | $P_1=200(40)$ | | $P_2=400(80)$ | | $P_3=600(120)$ | |
| | | | C_0 | C_1 | ΔC_1 | C_2 | ΔC_2 | C_3 | ΔC_3 | |
| Загрузка | Динамометр №... | C^d | | | | | | | | |
| | Индикатор №... | C_n^u | | | | | | | | |
| | Тензомер ТР-1 №... | C^{T-1} | | | | | | | | |
| | Тензомер ТР-2 №... | C^{T-2} | | | | | | | | |
| Разгрузка | Динамометр №... | C^d | | | | | | | | |
| | Индикатор №... | C_{ru}^u | | | | | | | | |

$\Delta C_n = C_n - C_0$ – разность отсчетов по прибору при n-ой степени нагрузки;

C_0 – начальный отсчет по прибору при нулевой нагрузке $P_0=0,0$;

C_n – отсчет по прибору при n-ой степени загрузки.

Таблица 4. Определение экспериментальных прогибов балки.

| Вид деформации | Расчетные формулы | Ед. изм. | Прогибы при нагрузках | | |
|----------------------|------------------------------------------------------|----------|-----------------------|---------------|----------------|
| | | | $P_1=200(40)$ | $P_2=400(80)$ | $P_3=600(120)$ |
| Прогиб при загрузке | $f_n^z = \Delta C_n^u \cdot n_n$ | м | | | |
| Прогиб при разгрузке | $f_r^z = \Delta C_{ru}^u \cdot n_n$ | м | | | |
| Теоретический прогиб | $f_m = \frac{P_n \cdot l^3}{2,25 \cdot E \cdot J_x}$ | м | | | |

$n_n = 10^{-5}$ м – цена деления шкалы индикатора

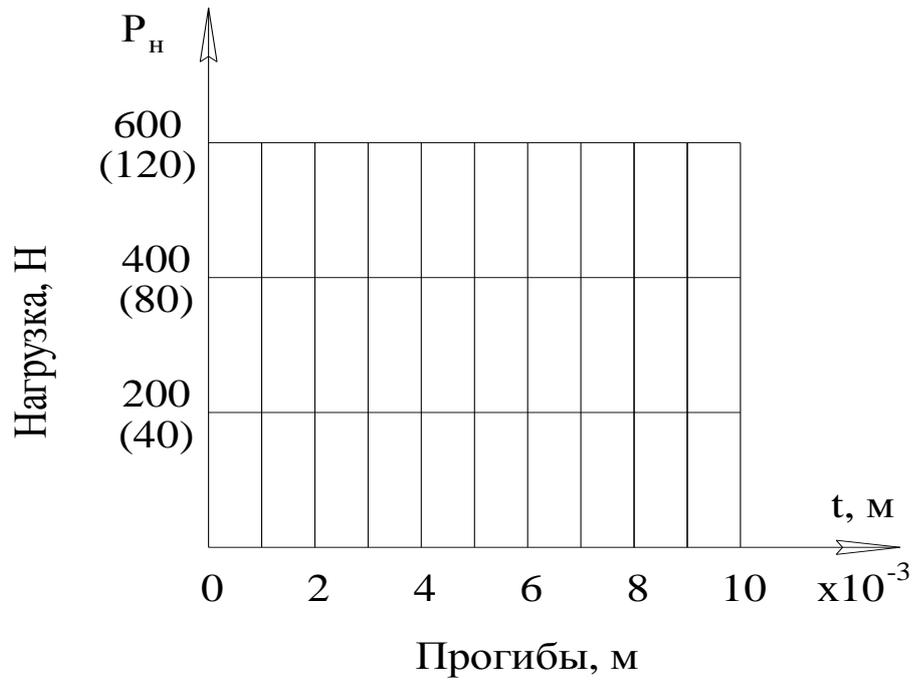


Рисунок 6 – Зависимость прогибов от нагрузки

Таблица 5. Определение модуля деформаций при изгибе балки.

| Определение характеристики | Ед. измерения | Расчетные формулы | Результат |
|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Деформация в сжатой зоне | – | $\varepsilon_c = \frac{\Delta C_3^{T-1}}{l_T \cdot k_1^T \cdot k_2^{T-1}}$ | |
| Деформация в растянутой зоне | – | $\varepsilon_p = \frac{\Delta C_3^{T-2}}{l_T \cdot k_1^T \cdot k_2^{T-2}}$ | |
| Напряжение в сжатой зоне | Па | $\sigma_c = \varepsilon_c \cdot E$ | |
| Напряжение в растянутой зоне | Па | $\sigma_p = \varepsilon_p \cdot E$ | |
| Теоретические напряжения в балке | Па | $\sigma_T = \frac{M}{W'_x} = \frac{P_3 \cdot l_1}{W'_x}$ | |
| Модуль деформаций при изгибе | По результатам местных деформаций | Па | $E'_n = \frac{2 \cdot \sigma_T}{ \varepsilon_c + \varepsilon_p }$ |
| | По результатам измерения прогиба | Па | $E''_n = \frac{P_3 \cdot l^3}{2,25 \cdot J_x \cdot f_3}$ |

$l_T = 100$ мм – база тензометра (подставлять в формулу в мм);

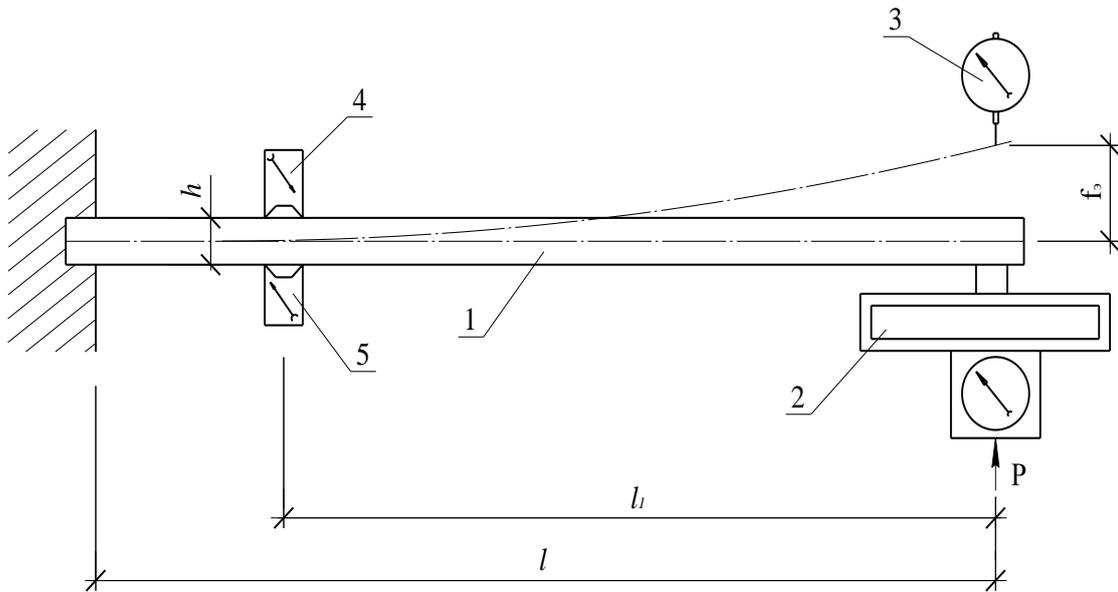
$k_1^T = 1000$ – коэффициент передачи (увеличения) тензометра;

k_2^{T-1} и k_2^{T-2} –тарировочные коэффициенты тензометров принимаются по паспорту прибора (допускается принимать $k_2^{T-1} = k_2^{T-2} = 0,5$).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ



Балка из дерева или пластмассы

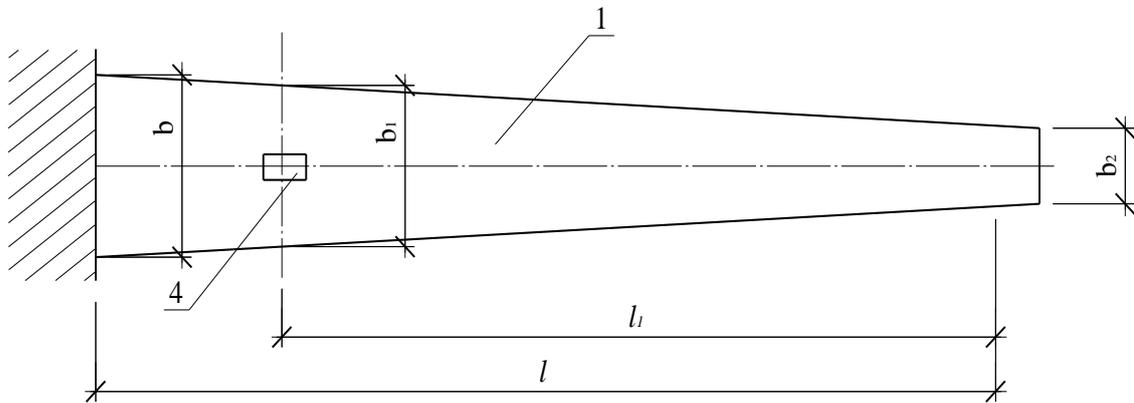


Рисунок А.1 – Схема лабораторной установки №01.

Таблица А-1. Геометрические характеристики балки (в метрах).

| b | b_1 | b_2 | h | l | l_1 | $J_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$ | $W'_x = \frac{b_1 \cdot h^2}{6}$ |
|-------|-------|-------|-------|-----|-------|--------------------------------|----------------------------------|
| 0,175 | 0,135 | 0,050 | 0,032 | 0,5 | 0,33 | $0,478 \cdot 10^{-6}$ | $0,230 \cdot 10^{-4}$ |

Материал балки сосна со следующими основными характеристиками:

| | |
|------------------------------------|----------------------------------------------|
| Плотность | $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$ |
| Предел прочности при изгибе | $\sigma_{нч}^u = 60,0 \cdot 10^6 \text{ Па}$ |
| Расчетный модуль упругости | $E = 1 \cdot 10^{10} \text{ Па}$ |
| Расчетное сопротивление при изгибе | $R_u = 13,0 \cdot 10^6 \text{ Па}$ |

Таблица А-2. Отсчеты по приборам в делениях шкалы.

| Цикл испытаний | Приборы | Обозначения | Отсчеты по приборам в делениях при нагрузках, в Н. | | | | | | | |
|----------------|-------------------|------------------------------|----------------------------------------------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|--|
| | | | P=0 | | P ₁ =150 | | P ₂ =300 | | P ₃ =450 | |
| | | | C ₀ | C ₁ | ΔC ₁ | C ₂ | ΔC ₂ | C ₃ | ΔC ₃ | |
| Загрузка | Динамометр | C ^д | 0 | 84 | 84 | 169 | 169 | 253 | 253 | |
| | Индикатор | C ^и _n | 0 | 197 | 197 | 366 | 366 | 522 | 522 | |
| | Тензомерт ТР-1 | C ^{T-1} | 32 | 22 | -10 | 10 | -22 | 0 | -32 | |
| | Тензомерт ТР-2 | C ^{T-2} | 11 | 21 | 10 | 32 | 21 | 43 | 32 | |
| Разгрузка | Динамометр | C ^д | 0 | 84 | 84 | 169 | 169 | 253 | 253 | |
| | Индикатор | C ^и _{ru} | 14 | 205 | 191 | 370 | 356 | 522 | 508 | |

$\Delta C_n = C_n - C_0$ – разность отсчетов по прибору при n- ой степени нагрузки;

C_0 – начальный отсчет по прибору при нулевой нагрузке $P_0=0,0$;

C_n – отсчет по прибору при n- ой степени загрузки.

Таблица А-3. Определение экспериментальных прогибов балки.

| Вид деформации | Расчетные формулы | Ед. изм. | Прогибы при нагрузках | | |
|----------------------|------------------------------------------------------|----------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | P ₁ =150 | P ₂ =300 | P ₃ =450 |
| Прогиб при загрузке | $f_n^z = \Delta C_n^u \cdot n_n$ | м | $1,97 \cdot 10^{-3}$ | $3,66 \cdot 10^{-3}$ | $5,22 \cdot 10^{-3}$ |
| Прогиб при разгрузке | $f_r^z = \Delta C_{ru}^u \cdot n_n$ | м | $1,91 \cdot 10^{-3}$ | $3,56 \cdot 10^{-3}$ | $5,08 \cdot 10^{-3}$ |
| Теоретический прогиб | $f_m = \frac{P_n \cdot l^3}{2,25 \cdot E \cdot J_x}$ | м | $1,74 \cdot 10^{-3}$ | $3,49 \cdot 10^{-3}$ | $5,23 \cdot 10^{-3}$ |

$n_n = 10^{-5}$ м – цена деления шкалы индикатора

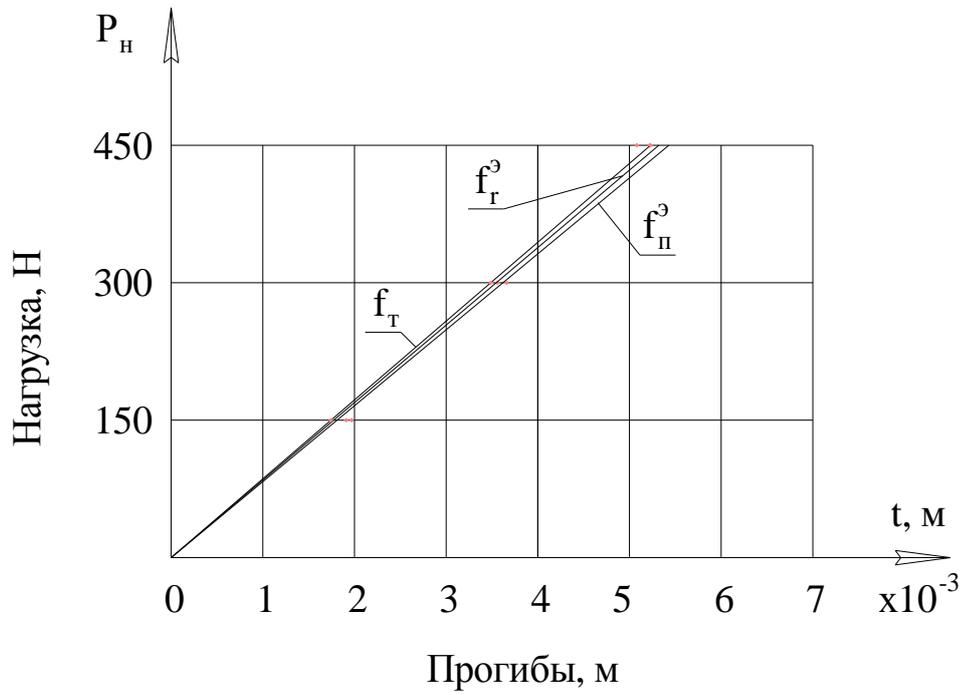


Рисунок А.2 – Зависимость прогибов от нагрузки

Таблица А-4. Определение модуля деформаций при изгибе балки.

| Определение характеристики | Ед. измерения | Расчетные формулы | Результат |
|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Деформация в сжатой зоне | – | $\varepsilon_c = \frac{\Delta C_3^{T-1}}{l_T \cdot k_1^T \cdot k_2^{T-1}}$ | $-0,64 \cdot 10^{-3}$ |
| Деформация в растянутой зоне | – | $\varepsilon_p = \frac{\Delta C_3^{T-2}}{l_T \cdot k_1^T \cdot k_2^{T-2}}$ | $0,64 \cdot 10^{-3}$ |
| Напряжение в сжатой зоне | Па | $\sigma_c = \varepsilon_c \cdot E$ | $64 \cdot 10^5$ |
| Напряжение в растянутой зоне | Па | $\sigma_p = \varepsilon_p \cdot E$ | $64 \cdot 10^5$ |
| Теоретические напряжения в балке | Па | $\sigma_T = \frac{M}{W'_x} = \frac{P_3 \cdot l_1}{W'_x}$ | $64,5 \cdot 10^5$ |
| Модуль деформаций при изгибе | По результатам местных деформаций | $E'_n = \frac{2 \cdot \sigma_T}{ \varepsilon_c + \varepsilon_p }$ | $1,007 \cdot 10^{10}$ |
| | По результатам измерения прогиба | $E''_n = \frac{P_3 \cdot l^3}{2,25 \cdot J_x \cdot f_3}$ | $1,002 \cdot 10^{10}$ |

Отношения экспериментальных значений к теоретическим:

$$\frac{f_n^{\text{э}}}{f_T} = \frac{5,22 \cdot 10^{-3}}{5,23 \cdot 10^{-3}} = 0,99$$

$$\frac{|\sigma_c^{\text{э}}| + |\sigma_p^{\text{э}}|}{2 \cdot \sigma_T} = \frac{64 \cdot 10^5 + 64 \cdot 10^5}{2 \cdot 64,5 \cdot 10^5} = 0,99$$

Выводы по работе:

Сравните теоретические и экспериментальные значения прогибов и напряжений, сравните полученный модуль деформаций с расчетным модулем упругости.

Литература

1. В.А. Цапаев. Обследование и испытание зданий и сооружений: учебное пособие / Н.Новгород: ННГАСА, 2007. – 68 с.
2. Б.В. Якубовский. Испытание железобетонных конструкций и сооружений: Издательство «Высшая школа», Москва, 1965г.
3. Н.А. Крылов. Испытание конструкций сооружений: Издательство «Высшая школа», Москва, 1970г.
4. Р.И. Аронов. Испытание сооружений: Издательство «Высшая школа», Москва, 1974г.
5. Д.Е. Долидзе. Испытание конструкций и сооружений: Издательство «Высшая школа», Москва, 1975г.

Олег Борисович Кондрашкин
Дмитрий Михайлович Лобов

Измерение деформаций механическими приборами:
Методические указания к выполнению лабораторной работы по
дисциплинам: «Обследование и испытание зданий и сооружений»;
«Методы анализа и диагностики объектов»; «Методы и средства
измерений, испытаний и контроля» для студентов по направлениям:
270100.65 «Строительство» специальности 270102.65 «Промышленное и
гражданское строительство»; 271101.65 «Строительство уникальных
зданий и сооружений»; 200500.62 «Метрология, стандартизация и
сертификация» специальности 200503.65 «Стандартизация и
сертификация».

Подписано к печати

Бумага газетная.

Уч. изд. л.

Тираж

Формат

Печать офсетная.

Усл. печ. л.

Заказ №

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет.
603600. Н.Новгород, ул. Ильинская, 65.

Полиграфический центр ННГАСУ,
603950 Н.Новгород, ул. Ильинская, 65.