



**Министерство образования и науки
Российской Федерации
Рубцовский индустриальный институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова»**

Э.С. МАРШАЛОВ, И.А. СОРОКИНА

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

Методические указания по выполнению лабораторных работ
студентами всех форм обучения направления подготовки
«Электроэнергетика и электротехника»

Рубцовск 2016

УДК 621.01

Маршалов Э.С., Сорокина И.А. Прикладная механика: Методические указания по выполнению лабораторных работ студентами всех форм обучения направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника»: Рубцовский индустриальный институт. - Рубцовск, 2016. - 15 с.

Предназначены в качестве руководства при выполнении студентами направления «Электроэнергетика и электротехника» лабораторных работ по дисциплине «Прикладная механика».

Рассмотрены и одобрены
на заседании каф. СиМ
Рубцовского индустриального
института.
Протокол № 1 от 21.01.16

Рецензент:

к.т.н., доцент Н.И. Черкасова

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение | 4 |
| 1. Основные положения по проведению лабораторных работ..... | 5 |
| 2. Лабораторные работы | 6 |
| 2.1. Лабораторная работа №1. Определение модуля продольной упругости E и коэффициента Пуассона μ | 6 |
| 2.2. Лабораторная работа №2. Определение перемещений в балке при изгибе..... | 8 |
| 2.3. Лабораторная работа №3. Определение напряжений и перемещений в балке при косом изгибе | 10 |
| 2.4. Лабораторная работа №4. Измерение расстояния между осями отверстий с помощью штангенинструмента | 12 |
| 2.5. Лабораторная работа №5. Идентификация подшипников качения | 13 |
| Список рекомендуемой литературы | 14 |
| Приложение А. Образец титульного листа отчета о лабораторной работе | 15 |

Введение

Настоящие методические указания представляют собой сборник заданий к лабораторным работам по дисциплине «Прикладная механика» направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника».

Основной целью проведения лабораторных работ по дисциплине «Прикладная механика» является расширение, углубление, закрепление знаний, полученных на теоретических и практических занятиях, приобретение практического опыта, умение самостоятельно получать показатели, необходимые для инженерных расчетов.

В методические указания включены следующие лабораторные работы:

1. Определение модуля продольной упругости E и коэффициента Пуассона μ .
2. Определение перемещений в балке при изгибе.
3. Определение напряжений и перемещений в балке при косом изгибе.
4. Измерение деталей между осями отверстий с помощью штангенциркуля.
5. Идентификация подшипников качения.

Образец титульного листа приведен в приложении А.

1. Основные положения по проведению лабораторных работ

1.1. Подготовка к выполнению лабораторных работ.

1.1.1. К выполнению лабораторных работ допускаются студенты, прошедшие инструкции по ТБ и ПБ в условиях лаборатории с отметкой в журнале по ТБ и ПБ.

1.1.2. Студентам необходимо ознакомиться с заданием, порядком выполнения работы и указаниями к составлению отчета.

1.2. Общий порядок выполнения лабораторной работы.

1.2.1. Используя плакаты, учебную литературу и конспекты лекций, изучить назначения, конструкции, устройство, работу, регулировки механизмов, систем, приборов, указанных в задании к лабораторным работам.

1.2.2. Составить отчет по лабораторной работе.

1.2.3. Ответить на контрольные вопросы.

1.3. Общие указания к составлению отчета по лабораторной работе.

1.3.1. В отчете указать цель и задания к работе.

1.3.2. Образец титульного листа отчета о лабораторной работе приведен в приложении А.

2. Лабораторные работы

2.1. Лабораторная работа №1. Определение модуля продольной упругости E и коэффициента Пуассона μ

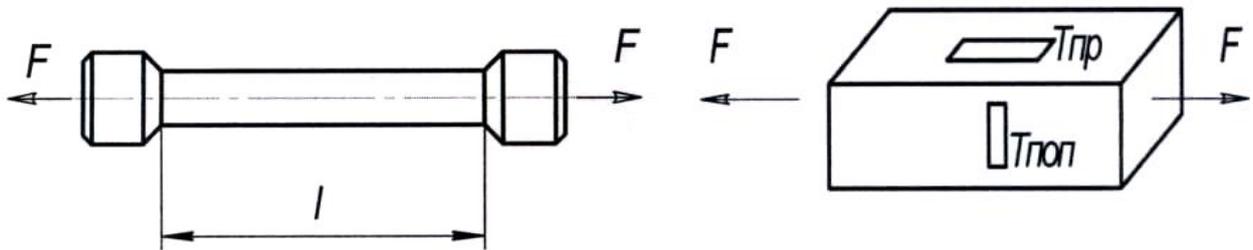
I. Задачи испытания

Определение модуля продольной упругости E и коэффициента Пуассона μ стали и сравнение их с табличным значением.

II. Оборудование, технические средства, инструмент

Стенд СМ-1, тензометры.

III. Данные опыта и его результаты



а) Определение модуля продольной упругости стали

| Нагрузка F, кН | Приращение нагрузки ΔF , кН | Левый тензометр | | Правый тензометр | |
|----------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------|------------------|----------------------|
| | | n^l , мм | Δn^l , мм | n^{np} , мм | Δn^{np} , мм |
| 1.5 | | | | | |
| 2.5 | 1 | | | | |
| 3.5 | 1 | | | | |
| 4.5 | 1 | | | | |

Геометрические характеристики:

Материал образца - сталь;

Длина – $l =$. Диаметр – $d =$. Площадь поперечного сечения $A = \frac{\pi d^2}{4}$

Среднее приращение по обеим шкалам $\Delta_{cp} = \frac{\Delta_{cp}^l + \Delta_{cp}^{np}}{2}$.

Средняя относительная продольная деформация на интервале нагрузки

$$\Delta F = 1 \text{ кН} \quad \varepsilon_{cp} = \frac{\Delta_{cp}}{B \cdot K}.$$

Среднее приращение напряжения $\Delta \tau = \frac{\Delta F}{A}$.

Модуль продольной упругости $E = \frac{\Delta \tau}{\varepsilon_{cp}}$.

б) Определение коэффициента Пуассона стали

Геометрические характеристики образца

Длина $l =$. Ширина $a =$. Толщина $b =$.

Характеристики тензочувствительных датчиков:

Коэффициент увеличения $K =$; База $B =$

$$\varepsilon_{cp}^{non} = \frac{\Delta_{cp}^{non}}{B \cdot K} ; \quad \varepsilon_{cp}^{np} = \frac{\Delta_{cp}^{np}}{B \cdot K} .$$

Коэффициент Пуассона стали $\mu = \frac{\varepsilon_{cp}^{non}}{\varepsilon_{cp}^{np}}$

Сравнить результаты с табличными данными.

| Нагрузка F, кН | Приращение нагрузки ΔF , кН | Поперечный тензочувствительный датчик | | Продольный тензочувствительный датчик | |
|-------------------|--|--|-----------------------|--|----------------------|
| | | n^{pop} , мм | Δn^{pop} , мм | n^{pp} , мм | Δn^{pp} , мм |
| 1,5 | | | | | |
| 2,5 | 1 | | | | |
| 3,5 | 1 | | | | |
| 4,5 | 1 | | | | |

IV. Выводы

V. Контрольные вопросы

1. Что называется модулем продольной упругости E ?
2. Как влияет величина E на деформацию стержня?
3. Как формулируется закон Гука?
4. Напишите формулы абсолютной и относительной продольных деформаций стержня.

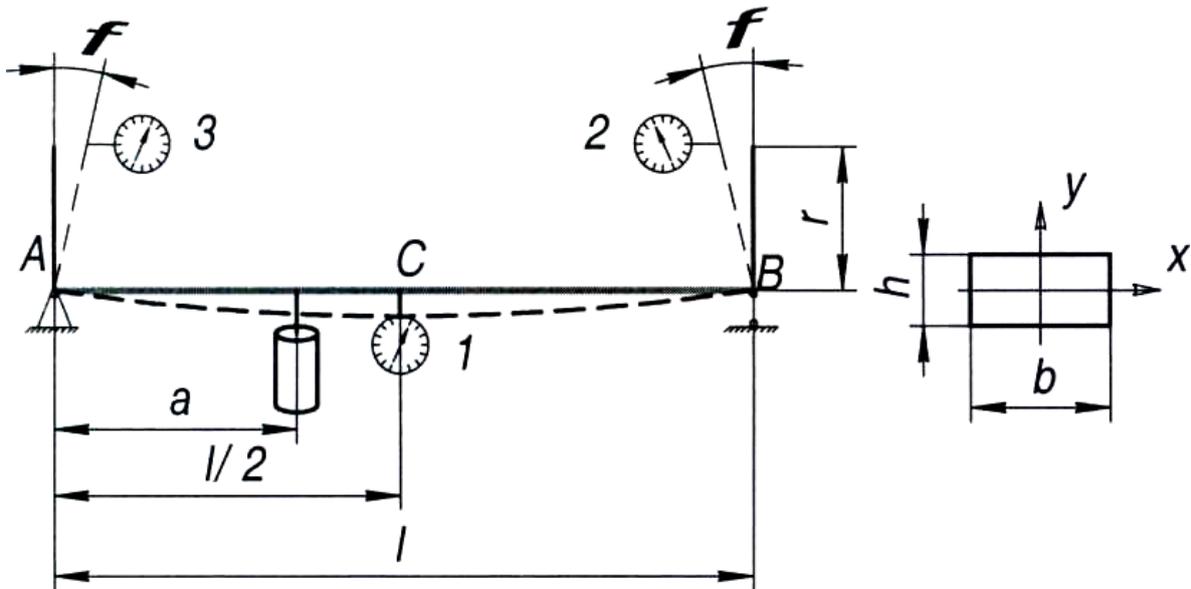
2.2. Лабораторная работа №2. Определение перемещений в балке при изгибе

I. Задачи испытания

Определение экспериментальным путем величин прогибов и углов поворота некоторых сечений балки и сравнение полученных величин перемещений с их теоретическими значениями.

II. Оборудование, технические средства, инструмент

Применяется специальная установка, схема которой показана ниже.



Лабораторная установка

III. Данные опыта и его результаты

Геометрические и механические характеристики балки

| Длина балки | Длина участка балки | Длины тяг | Размеры поперечного сечения |
|-------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| $l =$ | $a =$ | $r_1 =$ $r_2 =$ | $b =$ $h =$ |

Осей момент инерции $J_x = \frac{bh^3}{12}$.

Материал балки – сталь $E = 2 \cdot 10^5$ Мпа.

Цена деления приборов – 0.01 мм.

| Нагрузка F, Н | Приращение нагрузки ΔF , Н | Показатели прогибомеров, деления | | | | | |
|------------------|--|----------------------------------|-----------------|------------|-------------------|------------|-------------------|
| | | n_1 , мм | Δn_1 мм | n_2 , мм | Δn_2 , мм | n_3 , мм | Δn_3 , мм |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Опытное значение прогиба сечения С от нагрузки $\Delta F=10$ Н $w_C^{\text{оп}} = \Delta n_{1,\text{сп}}$.

Опытное значение углов поворота торцевых сечений балок от нагрузки $\Delta F=10$ Н:

$$\varphi_A^{\text{оп}} = \frac{\Delta n_{2\text{сп}}}{r_1}; \quad \varphi_A^{\text{оп}} = \frac{\Delta n_{3\text{сп}}}{r_2}.$$

Теоретический расчет перемещений.

$$w_C^{\text{теор}} = -\frac{Fa^2(l-a)^2}{3EJ_x l}; \quad \varphi_A^{\text{теор}} = \frac{Fa(l-a)(2l-a)}{6EJ_x l}; \quad \varphi_B^{\text{теор}} = \frac{Fa^2(l-a)}{6EJ_x l}.$$

Расхождение опытных и расчетных результатов:

$$\frac{w_C^{\text{теор}} - w_C^{\text{оп}}}{w_C^{\text{теор}}} \cdot 100\% \quad \frac{\varphi_A^{\text{теор}} - \varphi_A^{\text{оп}}}{\varphi_A^{\text{теор}}} \cdot 100\% \quad \frac{\varphi_B^{\text{теор}} - \varphi_B^{\text{оп}}}{\varphi_B^{\text{теор}}} \cdot 100\%.$$

IV. Выводы

V. Контрольные вопросы

1. Какие перемещения получают поперечные сечения балок при прямом изгибе?
2. Что представляет собой уравнение метода начальных параметров и почему они так называются?
3. Как определяются значения известных начальных параметров?

2.3. Лабораторная работа №3. Определение напряжений и перемещений в балке при косом изгибе

I. Задачи испытания

Сравнение теоретических значений напряжений в заданном сечении и прогиба свободного конца балки с экспериментальными данными.

II. Оборудование, технические средства, инструмент

Стенд СМ - 1, тензорезисторы, индикаторы.

III. Данные опыта и его результаты

Длина $l =$.

Размеры поперечного сечения

$b =$. $h =$.

Осевые моменты инерции

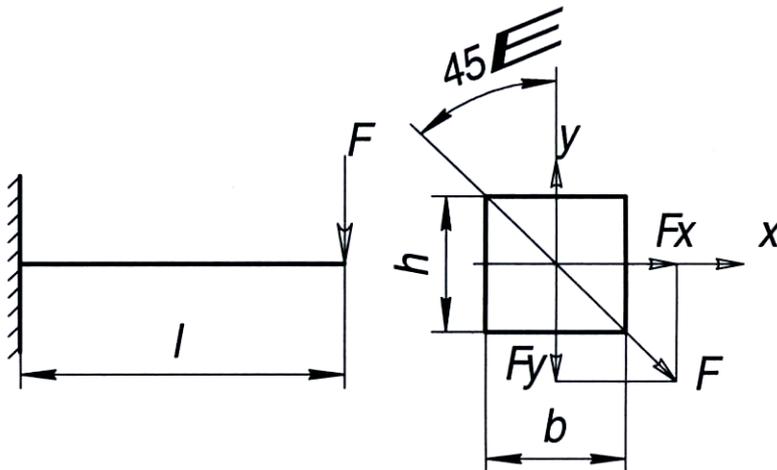
$$W_x = \frac{bh^2}{6}; \quad W_y = \frac{hb^2}{6}.$$

Модуль упругости материала балки (сталь): $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Характеристики тензометров:

Коэффициент увеличения $K =$.

База $B =$.



| Нагрузка F, Н | Приращение нагрузки ΔF , Н | Показатели тензометров | | | | | | | | Показатели индикаторов | |
|------------------|--|------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|
| | | n_1 , мм | Δn_1 мм | n_2 , мм | Δn_2 , мм | n_3 , мм | Δn_3 , мм | n_4 , мм | Δn_4 мм | $\delta^{\text{верт}}$ | $\delta^{\text{гор}}$ |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 20 | 10 | | | | | | | | | | |
| 30 | 10 | | | | | | | | | | |
| 40 | 10 | | | | | | | | | | |

Прогиб $\delta = \sqrt{\delta_{\text{гор}}^2 + \delta_{\text{верт}}^2}$. Относительная деформация $\varepsilon = \frac{\Delta n_{\text{ср}}}{KB}$.

Приращение напряжений $\Delta \tau = E \cdot \varepsilon$.

Теоретические расчеты напряжений и перемещений.

Расхождение опытных и расчетных результатов:

$$\Delta = \frac{\Delta \tau^{\text{теор}} - \Delta \tau^{\text{оп}}}{\Delta \tau^{\text{теор}}} \cdot 100\% .$$

IV. Выводы

V. Контрольные вопросы

1. Какой изгиб называется косым?
2. Может ли балка круглого поперечного сечения испытывать косой изгиб?
3. Сочетанием каких видов изгибов считается косой изгиб?
4. Какие точки в сечении считаются опасными и как определяется их положение при косом изгибе?
5. Как определяется перемещение точек оси балки при косом изгибе?

2.4. Лабораторная работа №4. Измерение расстояния между осями отверстий с помощью штангенинструмента

I. Задачи испытания

Измерить расстояние между осями отверстий детали с помощью штангенциркуля.

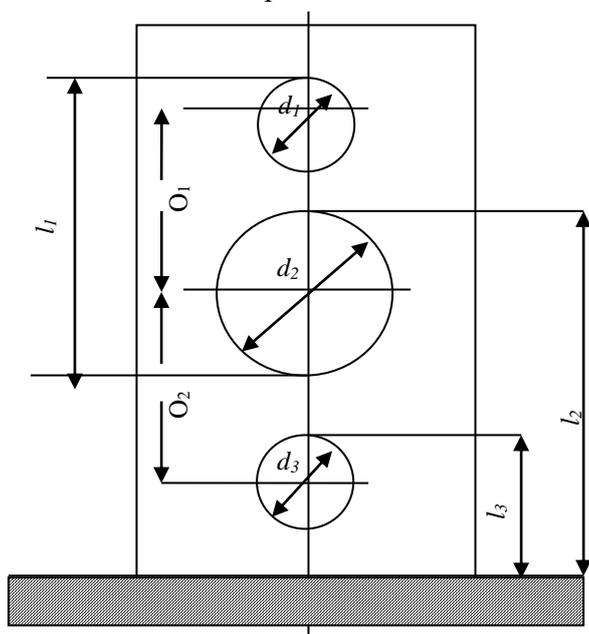
II. Оборудование, технические средства, инструмент

Штангенциркуль (марка, пределы измерения, точность отсчета по нониусу).

III. Данные опыта и его результаты

Выполнить эскиз детали. Результаты измерений занести в таблицу.

Эскиз измеряемой детали



| Размеры | Результаты измерений в мм | Расстояние между осями отверстий в мм |
|---------|---------------------------|---------------------------------------|
| d_1 | | $O_1 =$ |
| d_2 | | |
| d_3 | | |
| l_1 | | $O_2 =$ |
| l_2 | | |
| l_3 | | |

IV. Выводы

V. Контрольные вопросы

1. Устройство штангенинструментов, их назначение.
2. Назначение нониуса, его использование.
3. Основные технические характеристики штангенинструментов.

2.5. Лабораторная работа №5. Идентификация подшипников качения

I. Задачи испытания

Ознакомление с подшипниками качения (конструктивные особенности, область применения).

II. Оборудование, технические средства, инструмент

Подшипники качения, штангенциркуль, справочник по подшипникам качения.

III. Данные опыта и его результаты

Выполнить эскиз подшипника, указать его размеры.

Основные сведения подшипника поместить в таблицу.

| | |
|---|--|
| Тела качения и число их рядов | |
| Внутренний диаметр, мм | |
| Наружный диаметр, мм | |
| Ширина В, мм | |
| Тип подшипника | |
| Конструктивные особенности | |
| Воспринимаемые нагрузки и область применения, необходимость регулирования | |
| Формулы для определения С и Р | |

IV. Выводы

V. Контрольные вопросы

1. Как распределяется нагрузка между телами качения?
2. Возможные повреждения подшипников.
3. Подбор подшипников по статической и динамической грузоподъемности.

Список рекомендуемой литературы

1. Бегун, П.И. Прикладная механика: учебник / П.И. Бегун, О.П. Кормилицын. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб : Политехника, 2012. - 467 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=124008&sr=1>
2. Сурин, В.М. Прикладная механика: [текст] Учеб. пособие/ В.М. Сурин. - 2-е изд., испр. и доп. - Минск: Новое знание, 2008. - 388 с. – 55 экз.
3. Демидов А.С. Дерюга И.Ф., Сорокина Н.А., Кутумов А.А. Техническая механика. Учебное пособие для студентов всех форм обучения специальности «Электроснабжение»/Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2011. – 427 с. - 100 экз.
4. Марченко, С.И Прикладная механика: [текст] Учеб. пособие/ С.И Марченко, Е.П. Марченко, Н.В. Логинова. - Ростов н/Д: Феникс, 2006. - 541 с. - 12 экз.
5. Белоусов, Б.Н. Прикладная механика наземных тягово-транспортных средств с мехатронными системами: [текст]/ Б.Н. Белоусов. – М.: Агроконсалт, 2013. - 612 с. – 3 экз.
6. Справочник для студентов технических вузов: высшая математика, физика, теоретическая механика, сопромат: [текст]. - М.: АСТ; Астрель, 2008. - 735 с. – 10 экз.
7. Яблонский, А.А. Курс теоретической механики: Учеб. пособие[текст]/ А.А. Яблонский, В.М. Никифорова. - М.: Интеграл-Пресс, 2007. - 608 с. – 20 экз.
8. Тарг, С.М. Краткий курс теоретической механики [Электронный ресурс]: [текст]: Учебник/ С.М. Тарг. - Электрон. дан. - М.: Высш. шк., 2007. – 416. -10 экз.

Приложение А**Образец титульного листа отчета о лабораторной работе**

Министерство образования и науки РФ
Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО
«Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова»

Технический факультет
Кафедра «Строительство и механика»

Отчет
о лабораторной работе № _____

Работу выполнил
студент группы

подпись, дата

и.о. фамилия

Работу принял

должность
ученое звание

подпись
дата

и.о. фамилия

Маршалов Эдуард Сергеевич
Сорокина Ирина Алексеевна

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

Методические указания по выполнению лабораторных работ студентами всех форм обучения направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника»

Редактор Е.Ф. Изотова

Подписано к печати 01.07.16. Формат 60X84 1/16.
Усл. печ. л. 0,94. Тираж 100 экз. Зак. 161555. Рег № 8.

Отпечатано в ИТО Рубцовского индустриального института
658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6.