

Дата **18.05.2026 г.** Группа ХКМ 2/1. Курс второй. Семестр IV

Дисциплина: Техническая механика

Специальность: 15.02.06 Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт холодильно-компрессорных и теплонасосных машин и установок (по отраслям)

Тема занятия: Определение стрелы прогиба и угла вращения сечения балки при изгибе

Цель занятия:

- *методическая* - совершенствование методики проведения лабораторного занятия;

- *учебная* – закрепить основные понятия и определения по теме «Линейные и угловые перемещения при изгибе»; способы определения перемещений сечения при изгибе;

- *воспитательная* – развитие познавательного интереса и умственной деятельности; воспитание привычки к самостоятельному труду.

Вид занятия: Лабораторная работа

Форма проведения занятия: эксперимент

Межпредметные связи:

Обеспечивающие: Техническая механика, инженерная графика

Обеспечиваемые: курсовое и дипломное проектирование

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Аркуша А.И. Техническая механика. – Москва, Высшая школа, 2012.
2. Олофинская В.П. Техническая механика. Сборник тестовых заданий. – Москва, Форум, Инфра М, 2014.

Дополнительная литература:

1. Аркуша А.И. Руководство к решению задач по теоретической механике. - М.: Высшая школа, 2012.
2. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин. М.: Высшая школа, 2012.
3. Ицкович Г.М. Минин М.С., Винокуров А.И. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов. – М.: Высшая школа, 2013.

4. <https://www.youtube.com/watch?v=oJZqgCBt2to> Определение перемещений при изгибе балки. Лабораторная работа

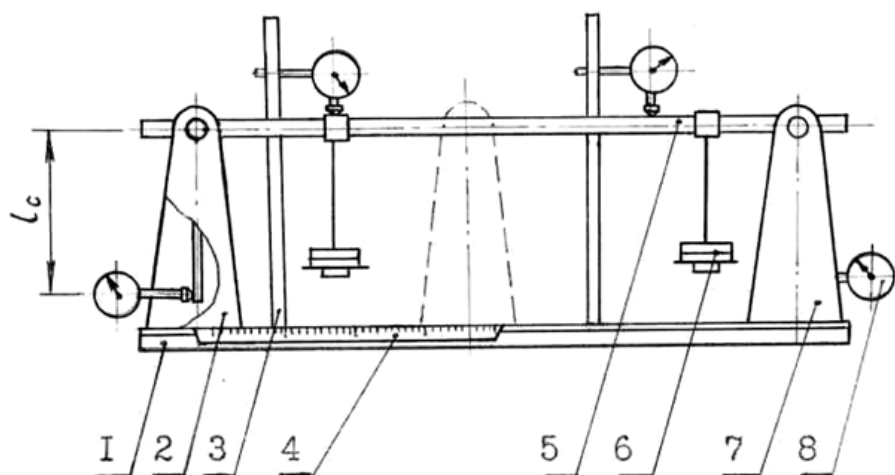
Лабораторная работа №5

Тема: Определение прогиба и угла поворота сечения балки.

Цель работы: ознакомиться с методами определения прогибов и углов поворота сечения балки при испытании на изгиб.

Оборудование: Установка состоит из основания (швеллер №20), к которому уголками прикреплены две стойки. На стойках смонтирована двухопорная балка прямоугольного сечения с делениями через 20мм. Кроме того, к основанию прикреплена направляющая рейка, по которой скользит ползушка с индикатором.

Изгиб балки производится с помощью набора гирь. Прогибы в любом сечении балки измеряют с помощью индикатора, закрепленного на подвижном ползунке.



- 1 – основание; 2 – подвижная стойка; 3 – стержень;
4 – шкала перемещения подвижной стойки;
5 – исследуемый образец, 6 – гиревая подвеска с набором грузов; 7 –
неподвижная стойка; 8 – индикатор

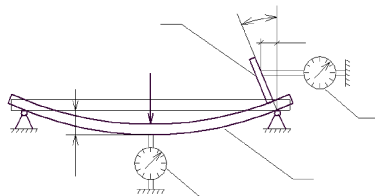
Рисунок 1 - Установка для определения перемещений при изгибе

Угол поворота сечения на левой опоре измеряется индикатором с помощью стрелки, закрепленной на балке. Правая опора закреплена шарнирно-неподвижно.

Порядок выполнения работы

1 часть

Ознакомьтесь с устройством установки для испытания на изгиб. Измерить расстояние между опорами.



Замерить размеры поперечного сечения. Данные записать в таблицу 1.
Таблица 1- Расчетные данные

№	Размеры			Теоретические параметры			Опытные данные			%расхождения	
	b	h	l	f_{\max}	θ_A	θ_B	f_{\max}	θ_A	θ_B	$\rho(f_{\max})$	$\rho(\theta)$
1.											

Выполнить схему нагружения балки, т.е. изобразить схему балки на двух опорах и выбрать точку приложения сосредоточенной нагрузки.

С помощью подвижной ползушки закрепить индикатор на нуль. Затем с помощью гирь нагрузить балку и снять показания индикатора. Это и будет максимальный прогиб. Занести показания в таблицу 1. Для определения угла поворота сечения на конце балки на левой опоре устанавливается индикатор. При нагружении балки стрелка нажимает на шток индикатора. Снять показания индикатора и занести в таблицу 1. Зная длину стрелы и длину дуги окружности (показания индикатора), определить угол поворота сечения θ .

2 часть

Вторая часть работы заключается в определении стрелы прогиба и угла поворота сечения расчетным путем. Для этого пользуются готовыми формулами.

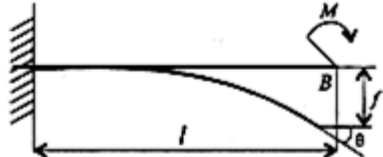
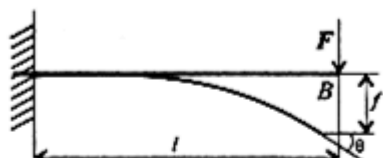
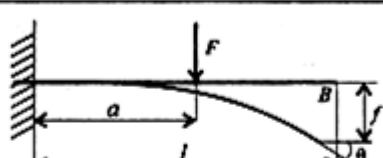
Для выбранной схемы нагружения принимается формула для определения стрелы прогиба и угла поворота сечения.

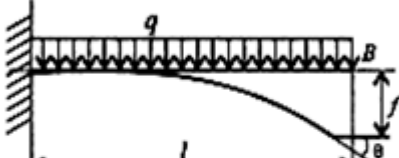
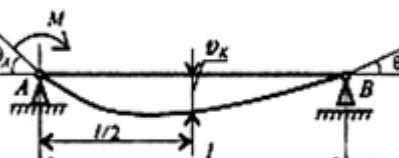
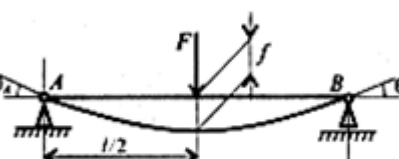
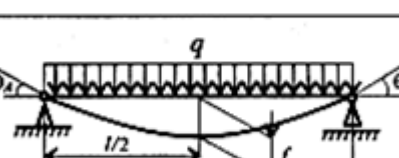
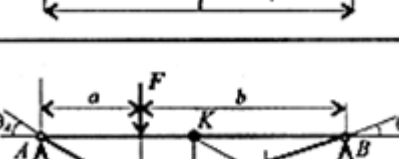
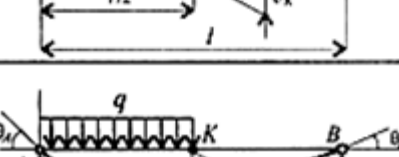
Подставляя в формулы принятые данные, определяют стрелу прогиба и угол поворота сечения. Занести данные в таблицу 1.

Сравниваем полученные данные опытным и расчетным путями и процент расхождения заносим в таблицу 1.

$$\left| (\rho_{\text{теор}} - \rho_{\text{эксп}}) / \rho_{\text{теор}} \right| 100\%$$

Вывод: После выполнения работы необходимо сделать вывод о возможности определения максимального прогиба и угла поворота сечения балки опытным путем.

Схема нагружения балки	Максимальный прогиб f и прогиб v_K в сечении K	Угол поворота θ указанного сечения
	$f = \frac{Ml^2}{2EJ_z}$	$\theta_B = \frac{Ml}{EJ_z}$
	$f = \frac{Fl^3}{3EJ_z}$	$\theta_B = \frac{Fl^2}{2EJ_z}$
	$f = \frac{Fa^2}{2EJ_z} \left(l - \frac{a}{3} \right)$	$\theta_B = \frac{Fa^2}{2EJ_z}$

	$f = \frac{ql^4}{8EJ_z}$	$\theta_B = \frac{ql^3}{6EJ_z}$
	$v_K = \frac{Ml^2}{16EJ_z}$	$\theta_A = \frac{Ml}{3EJ_z}$ $\theta_B = \frac{Ml}{6EJ_z}$
	$f = \frac{Fl^3}{48EJ_z}$	$\theta_A = \theta_B = \frac{Fl^2}{16EJ_z}$
	$f = \frac{5ql^4}{384EJ_z}$	$\theta_A = \theta_B = \frac{ql^3}{24EJ_z}$
	$v_K = \frac{Fa}{48EJ_z} \times$ $\times (3l^2 - 4a^2)$	$\theta_A = \frac{Fab(l+b)}{6EJ_z l}$ $\theta_B = \frac{Fab(l+a)}{6EJ_z l}$
	$v_K = \frac{5ql^4}{768EJ_z}$	$\theta_A = \frac{3ql^3}{128EJ_z}$ $\theta_B = \frac{7ql^3}{348EJ_z}$

Контрольные вопросы

1. Какие перемещения получают точки оси балки при изгибе?
2. Какая зависимость между прогибами и углами поворота сечений?
3. При каких прогибах и углах поворота справедлива теория изгиба балок?
4. Какие гипотезы приняты в теории изгиба балок?
5. Как записывается дифференциальное уравнение упругой линии?
6. Как записывается универсальное уравнение упругой линии?
7. Что такое начальные параметры и из каких условий они определяются?
8. Почему при экспериментальном определении прогиба проводится несколько нагружений?
9. Чем объясняется расхождение между теоретическим и экспериментальным значениями прогиба?

Задание для самостоятельной работы:

1. Оформить лабораторную работу. Ответить на контрольные вопросы письменно

2. Фотографию выполненной работы прислать в личном сообщении ВК <https://vk.com/id139705283>

На фотографии вверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И. И., 18.05.2026 г., группа ХКМ 2/1, Техническая механика»