

Подставляя в (6)  $\mu_0 = 1$ , получим формулу для определения коэффициента приведения длины стержня большой гибкости при других способах закрепления концов

$$\mu_i = \sqrt{\frac{F_{кpo}}{F_{кpi}}} . \quad (7)$$

В дальнейшем проводим сравнение экспериментальных значений критических сил, коэффициентов приведения длины стержня с их теоретическими значениями, оцениваем расхождения и их причины.

Очевидно, что полученный результат по оценке критической силы и коэффициента приведения длины возможен лишь в случае достаточной проработки студентом теоретического материала по лекциям и учебной литературе, а также приобретения навыков решения задач на практических занятиях.

#### **Список использованных источников**

1. Подскребко, М. Д. Сопrotивление материалов : учебник / М.Д. Подскребко. – Минск : Вышэйшая школа, 2007. – 797 с.
2. Механика материалов. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / сост.: О. И. Мисуно, Д. Н. Колоско. – Минск : БГАТУ, 2019. – 108 с.

**УДК 531.2**

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕАКЦИЙ ОПОРНЫХ УСТРОЙСТВ**

*Студенты – Матусевич А.В., 8 от, 2 курс, ИТФ;  
Макуцкий П.А., 24 мо, 2 курс, ФТС;  
Зыков Н.Д., 24 мо, 2 курс, ФТС*

*Научные  
руководители – Основин В.Н., к.т.н., доцент;  
Сергеев К.Л., ст. преподаватель;  
Драгун С.Н., ст. преподаватель*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** В статье представлено описание конструкции установки для определения величины реакций опорных устройств. Показана методика определения величины опорных реакций опытным путем.

**Ключевые слова:** экспериментальная установка, опорная реакция, балка, шарнир, сосредоточенная сила, пара сил, распределенная нагрузка.

Лабораторные работы играют важную роль в процессе преподавания технических дисциплин. Выполнение лабораторных работ позволяет студентам не только самостоятельно запоминать совокупность всех знаний, но и успешно познавать методы самостоятельного получения их в ходе проведения работы, проводить исследования по исследуемой тематике, осваивать технику, детально изучать приборы для измерений и знакомиться с методами обработки и способами проведения анализа полученных результатов.

Нахождение сил реакций связей является одной из важнейших практических задач, которые решаются в механике. Это объясняется тем, что знание этих сил необходимо для создания прочных и работоспособных конструкций [1].

Сила реакции, как и любая другая сила, является величиной векторной, т.е. характеризуется численным значением (модулем) и направлением. Направлена реакция связи в сторону, противоположную той, куда связь не дает перемещаться. Во многих случаях направление силы реакции связи удастся определить заранее, в зависимости от характера закрепления тела.

Существует общее правило, характеризующее взаимодействие рассматриваемого тела и связи: направление силы реакции связи противоположно тому, в котором связь препятствует перемещению тела. Для плоского тела, в частности для балки, основными видами опорных связей (опор) являются: шарнирно-подвижная, шарнирно-неподвижная и защемляющая неподвижная (жесткая заделка).

Целью данной работы является определение опытным путем опорных реакций в элементе конструкции (балке), рисунок 1, *а*.

Действие активных сил и опорных реакций на элемент конструкции (балку) представлено на рисунке 1, *б*.

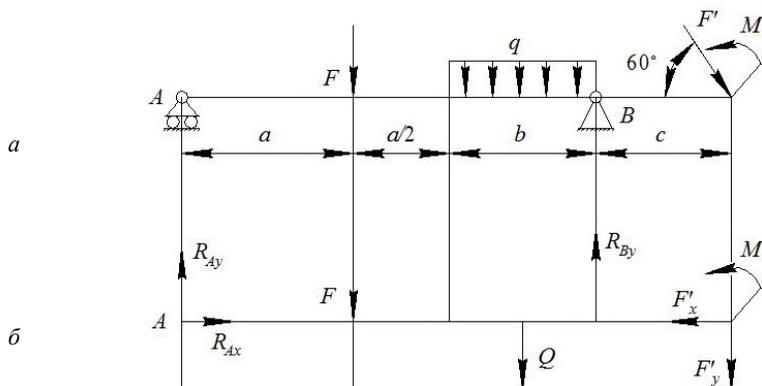


Рисунок 1 – Действие активных сил на элемент балки

Вертикальная сосредоточенная сила  $F$  вызывает в опорах только вертикальные реакции; наклонная сила  $F'$  в шарнирно-неподвижной опоре и защемлении вызовет наклонные реакции. Для их определения следует применить разложение сил и реакций на составляющие по горизонтальной ( $F'_x$ ) и вертикальной ( $F'_y$ ) осям.

Распределенная нагрузка интенсивностью  $q$  сводится к равнодействующей сосредоточенной силе  $Q = q \cdot b$  – для случая равномерно распределенной нагрузки; линия действия равнодействующей  $Q$  будет проходить через центр тяжести той фигуры, которая образует на схеме распределённая нагрузка (в указанном случае это прямоугольник). Действие вращающего момента  $M$  полностью определяется его модулем и направлением (знаком момента) и учитывается только в уравнениях моментов.

Теоретически опорные реакции можно определить составлением уравнений равновесия для плоской системы сил:

– сумма проекций всех сил на координатную ось  $x$  равна нулю:

$$\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0; \quad (1)$$

– сумма проекций всех сил на координатную ось  $y$  равна нулю:

$$\sum_{i=1}^n F_{iy} = 0; \quad (2)$$

– сумма моментов всех сил вокруг какой-либо точки равна нулю:

$$\sum_{i=1}^n M_A(F_i) = 0. \quad (3)$$

В настоящее время распространенным методом проведения лабораторной работы является демонстрация на лабораторно-испытательных установках, сопровождаемая разъяснением преподавателя. Для этих целей на кафедре «Механика материалов и детали машин» собрана такая установка по определению опорных реакций для проведения лабораторной работы «Исследование связей и их реакций (определение реакций опорных устройств)».

Экспериментальная установка (рис. 2), конструктивно выполнена в виде жесткого основания (рамы) 1 с тензометрическими опорами 2, позволяющими определять величины горизонтальной и вертикальной составляющих опорных реакций. Консольная балка 3 жестко закреплена на данных опорах. Равномерно распределенная нагрузка на балке создается посредством брусков 4, свободно устанавливаемых сверху. Нагружение балки сосредоточенными силами осуществляется с помощью грузов 5. Для приложения к балке пары сил служит поперечная 6, к которой также можно подвешивать грузы 7 через блоки 8. Для

отображения показаний значений вертикальной и горизонтальной составляющих реакций опор служит измерительный прибор 9.

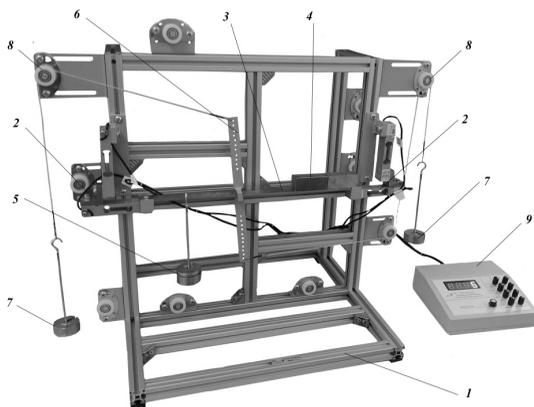


Рисунок 2 – Экспериментальная установка для определения опорных реакций двухопорной балки

Приведенная ниже методика позволяет определить опорных реакций опытным путем.

1. Включить измерительный прибор.
2. Нагрузить балку брусками и подвесным грузом, а также приложить к балке момент пары сил для определения опорных реакций балочных систем согласно расчетной схемы.
3. Записать значение вертикальной и горизонтальной составляющих реакций опор с экрана измерительного прибора.

Теоретическим путем определить опорные реакции (формулы (1–3)), приняв за основу аналогичные значения действующих активных сил и расчетных схем нагружения балки, реакции которой были найдены опытным путем. Сравнить результаты полученные расчетом и результаты определенные опытным путем, сделать вывод.

Занятия с применением демонстрационных установок способствуют интенсификации процесса обучения, формированию самостоятельной работы студентов и более глубокого освоения учебной дисциплины «Прикладная механика».

#### Список использованных источников

1. Прикладная механика. В 2 ч. Часть 1 : учебно-методическое пособие для студентов вузов группы специальностей 74 06 Агроинженерия / БГАТУ, кафедра механики материалов и деталей машин ; [сост. : В.Н. Основин и др.]. – Минск, 2011. – 225 с.