***Практическое занятие № 2***

***Тема: «Плоская система произвольно расположенных сил»***

***Тема занятия:*** Определение опорных реакций балок плоской системы произвольно расположенных сил.

***Цель работы.*** Научить:

-приводить произвольную плоскую систему сил к точке,

-определять величины главного вектора и главного момента системы.

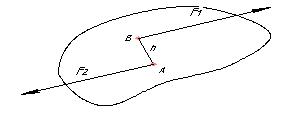
-используя три формы уравнений равновесия, определять реакции в опорах балочных систем.

**Пояснение к работе.**

***1.Пара сил, момент пары сил***

***Парой сил*** называется система двух сил, равных по модулю, параллельных и направленных в противоположные стороны.

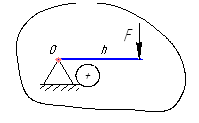
**Вращающий момент пары cил** равен произведению одной из сил пары на плечо:



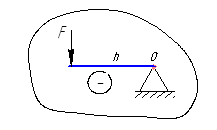
***2. Момент силы*** **относительно точки**

***Момент силы*** относительно точки численно равен произведению модуля силы на расстояние от точки до линий действия силы

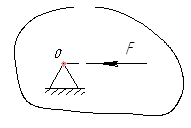
Момент считается ***положительным,*** если сила разворачивает тело по часовой стрелке



Момент считается ***отрицательным,*** если сила разворачивает тело против часовой стрелки.



Момент силы относительно точки равен нулю, когда линия действия силы приходит через данную точку.



***3.Главный вектор***

**Главный вектор равен геометрической сумме** векторов произвольной плоской системы сил.

***4. Главный момент***

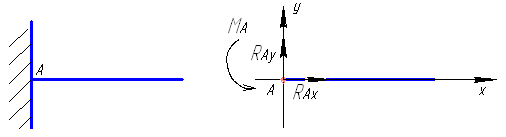
***Главный момент системы сил*** равен алгебраической сумме моментов *сил системы относительно точки приведения.*

***5.Условие равновесия произвольной плоской системы сил***

Для того чтобы твердое тело под действием произвольной плоской системы сил находилось в равновесии, необходимо и достаточно, чтобы алгебраическая сумма проекций всех сил системы на любую ось равнялась нулю и алгебраическая сумма моментов всех сил системы относительно любой точки в плоскости действия сил равнялась нулю.

***Виды опор балок и их реакции.***

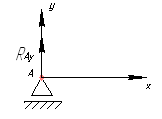
***Жесткая заделка*** *(защемление)-* опора не допускает перемещений и поворотов. Заделку заменяют двумя составляющими силы и парой с моментом

**

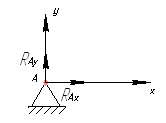
Для определения этих неизвестных Удобно использовать систему уравнений в виде

Для контроля правильности решений дополнительное уравнение моментов относительно любой точки на балке, например *В*

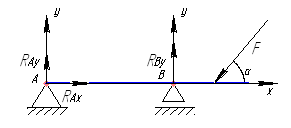
***Шарнирно-подвижная опора*** - допускает поворот вокруг шарнира и опорной поверхности. Реакция направлена перпендикулярно опорной поверхности.



***Шарнирно-неподвижная опора*** - допускает поворот вокруг шарнира и может быть заменена двумя составляющими силы вдоль осей координат



***Балка на двух шарнирных опорах*** – не известны три силы, две из них вертикальные, следовательно, удобнее для определения неизвестных использовать систему уравнений во второй форме:

**

Составляются уравнения моментов относительно точек крепления балки. Поскольку момент силы, проходящей через точку крепления равен нулю, в уравнении останется одна неизвестная сила.

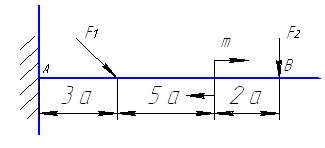
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Из уравнения |  | определяется реакция |  |
| Из уравнения |  | определяется реакция |  |
| Из уравнения |  | определяется реакция |  |

Для контроля правильности решения используется дополнительное уравнение

***Примеры решения задач***

*Пример 1.* Одноопорная (защемленная) балка нагружена сосредоточенными силами и парой сил. Определить реакции заделки.

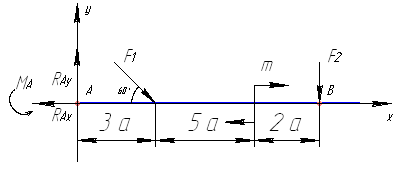
***Дано:***



***Решение:***

1.В заделке может возникнуть реакция, представляемая двумя составляющими

Наносим на схему балки возможные направления реакций (направление произвольное).



2. Для решения удобно использовать систему уравнений равновесия в первой форме. Каждое уравнение будет содержать одну неизвестную.

3. Составляем уравнение проекций относительно оси Х:

4. Составляем уравнение проекций относительно оси У:

5. Составляем уравнения моментов относительно точки крепления А:

3. Для проверки правильности решения составляем уравнение моментов относительно точки В.

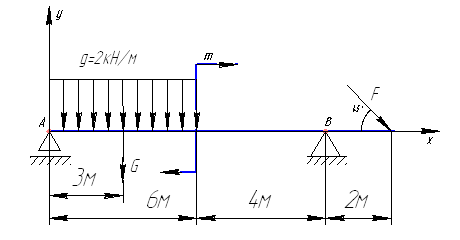
Подставляем значения полученных реакций



Знаки полученных реакций положительны (+),следовательно,направления реакций выбраны, верно.

***Примечание.*** Если направления выбраны неверно, при расчетах получим отрицательные значения реакций. В этом случае реакции на схеме следует направить в противоположную сторону, не повторяя расчета.

***Пример 2.*** Двух опорная балка с шарнирными опорами ***А*** и В нагружена сосредоточенной силой *F*. распределенной нагрузкой с интенсивностью ***q*** и парой сил с моментом ***т.*** Определить реакции опор.



***Решение:***

1.Левая опора (точка ***А)*** — подвижный шарнир, реакция направлена перпендикулярно опорной поверхности

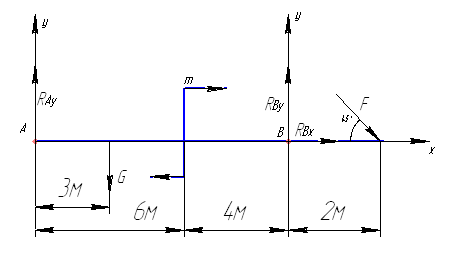
Правая опора (точка ***В)*** — неподвижный шарнир, наносим две составляющие реакции вдоль осей координат.

Ось *х* совмещаем с продольной осью балки.

2.Заменяем распределенную нагрузку сосредоточенной:

Сосредоточенную силу помещаем в середине балки, далее задачу решаем с сосредоточенными силами

3. Наносим возможные реакции в опорах (направление произвольное).



4. Для решения выбираем уравнение равновесия в виде:

4.1 Составляем уравнения моментов относительно точки крепления А:

4.2 Составляем уравнения моментов относительно точки крепления В:

Реакция отрицательная, следовательно, нужно направить её в противоположную сторону

4.3 Составляем уравнение проекций относительно оси Х, получим:

— горизонтальная реакция в опоре В.



Реакция отрицательна, следовательно, на схеме ее направление будет противоположно выбранному.

5. Проверка правильности решения.

Составляем уравнение равновесия относительно оси У.

*.*

*Выполнить задания, согласно своего варианта*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ФИО** | **Номер варианта** |
| 1 | Абдуллин Радик Ринатович | 1 |
| 2 | Аграфенин Максим Владимирович | 2 |
| 3 | Аникин Дмитрий Васильевич | 3 |
| 4 | Аюев Григорий Викторович | 4 |
| 5 | Гарафиев Рамиль Василович | 5 |
| 6 | Головнин Андрей Владимирович | 6 |
| 7 | Данилин Валерий Валентинович | 1 |
| 8 | Демидов Вадим Владимирович | 2 |
| 9 | Демичев Олег Сергеевич | 3 |
| 10 | Жуков Игорь Иванович | 4 |
| 11 | Иванов Роман Олегович | 5 |
| 12 | Кашапов Вильнур Ильясович | 6 |
| 13 | Костина Елена Насирджановна | 1 |
| 14 | Кочеткова Татьяна Викторовна | 2 |
| 15 | Пущен Олег Сергеевич | 3 |
| 16 | Расулов Магомед Магомедгаджиевич | 4 |
| 17 | Рябов Сергей Евгеньевич | 5 |
| 18 | Сайкин Виталий Сергеевич | 6 |
| 19 | Самонов Иван Андреевич | 1 |
| 20 | Семенов Владимир Павлович | 2 |
| 21 | Спиридонов Александр Валерьевич | 3 |
| 22 | Чесалин Александр Сергеевич | 4 |
| 23 | Швецов Александр Николаевич | 5 |
| 24 | Швецова Елена Алижоновна | 6 |
| 25 | Щеголев Василий Михайлович | 1 |

***Задание 1.*** Определить величины реакций в опоре защемлённой балки.

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант 1. |  |
| Вариант 2. |  |
| Вариант 3. |  |
| Вариант 4. |  |
| Вариант 5. |  |
| Вариант 6. |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Параметр** | **Вариант** | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
|  | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 |
|  | 4,4 | 4,8 | 7,8 | 8,4 | 12 | 12,8 | 17 | 18 | 22,8 | 24 |
|  | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 |
| *α, м* | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 |

*Задание 2.* Определить величины реакций для балки с шарнирными опорами.

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант 1 |  |
| Вариант 2 |  |
| Вариант 3 |  |
| Вариант 4 |  |
| Вариант 5 |  |
| Вариант 6 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Вариант | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 |
|  | 5 | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9 | 9,5 |
|  | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 |
| *α, м* | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |