Эл.почта ЕlenaOKZT@ya.ru

**24.01.22 г. Плоская система сходящихся сил**

Задание должно быть выполнено до 26.01.22 г.

**Тема письма:**

24.01.22 г. Занятие № 2. Фамилия, группа.

**Домашнее задание**

1. Изучить теоретические сведения и законспектировать в тетради.

Источник обучения:

|  |
| --- |
| 1. Техническая механика: учеб. пособие для СПО/ В.М. Зиомковский, И.В. Троицкий; под науч. ред. В.И. Вешкурцева. – М.: Издательство Юрайт,  2019. – 288 с – (серия: профессиональное образование). Режим доступа. https://biblio-online.ru/viewer/tehnicheskaya-mehanika-442528#page |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

[1] стр.13-20

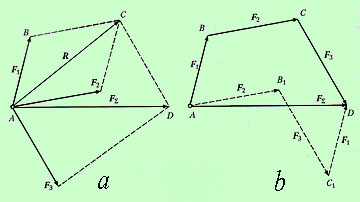
**Краткие теоретические сведения**

### Геометрический способ определения равнодействующей плоской системы сходящихся сил

Система сил, линии действия которых лежат в одной плоскости, и все пересекаются в одной точке, называется ***плоской системой сходящихся сил*.**

###### Теорема. ***Плоская система сходящихся сил в общем случае эквивалентна равнодействующей, которая равна векторной сумме этих сил; линия действия равнодействующей проходит через точку пересечения линий действия составляющих.***

Пусть дана плоская система трех сил F1, F2 и F3, линии действия которых сходятся в точке А (см. рисунок ***а***)*.*



На основании следствия из [аксиом **III** и **IV**](http://k-a-t.ru/tex_mex/11-statika_aksiomy/index.shtml) перенесем эти силы вдоль линий их действия в точку А. Сложив первые две силы F1 и F2 по правилу параллелограмма, получим их равнодействующую R (см. рисунок ***а***)*:*   
 R = F1 + F2.

Пользуясь той же аксиомой параллелограмма, сложим равнодействующую R с силой F3:

FΣ = R + F3 = F1 + F2 + F3,

где FΣ – равнодействующая данной системы трех сил.

Аналогичные рассуждения можно провести для любого количества сходящихся сил, в результате чего получим:   
 FΣ= F1 + F2 + F3 +…+ Fn.   
 Сокращенно это равенство можно записать так:  
 FΣ = ΣFi,

где i – все целые числа от единицы до n.

Очевидно, что построения, выполненные на рисунке ***a****,* можно заменить более простым, как показано на рисунке ***b****.* Многоугольник АВСD называется ***силовым многоугольником***. Сторона AD, соединяющая начало первого с концом последнего вектора, называется замыкающей стороной.

Необходимо помнить, что стрелки векторов слагаемых сил образуют определенное направление обхода по контуру силового многоугольника, а замыкающая сторона, определяющая модуль и направление равнодействующей, имеет стрелку, направленную против обхода (см. рисунок ***b***)*.*

Если определить равнодействующую с помощью геометрии и тригонометрии, то такой способ будет называться ***геометрическим***.

Если сделать чертеж силового многоугольника в определенном масштабе, то равнодействующая определится простым измерением замыкающей стороны с последующим умножением на масштаб. Такой способ нахождения равнодействующей называется ***графическим***.

Порядок сложения векторов при построении силового многоугольника на величину равнодействующей не влияет, так как векторная сумма от перемены мест слагаемых не меняется.

### Геометрическое условие равновесия

### плоской системы сходящихся сил

При построении силового многоугольника возможен случай, когда конец последнего вектора совпадает с началом первого. В этом случае замыкающей стороны не будет, и такой силовой многоугольник называется замкнутым.

Очевидно, что равнодействующая FΣ системы сходящихся сил, образующих замкнутый силовой многоугольник, равна нулю, т. е. система сил находится в равновесии. Отсюда вытекает условие, при котором плоская система сходящихся сил будет находиться в равновесии. Это условие выражается равенством:

FΣ = F1 + F2 + F3 +…+ Fn = ΣFi = 0

и формулируется так: ***для равновесия плоской системы сходящихся сил необходимо и достаточно, чтобы силовой многоугольник был замкнут***.

Условия равновесия, записанные в виде равенств, содержащих неизвестные величины, называются ***уравнениями равновесия***.

Применяя геометрическое условие равновесия, удобно решать задачи, в которых на тело действуют три силы, так как в этом случае замкнутый силовой многоугольник представляет собой треугольник.

Решение большинства задач статики проводят в три этапа:  
- выбирают тело, равновесие которого будет рассматриваться;  
- отбрасывают связи, заменяя их реакциями, и устанавливают, какая система сил действует на тело;  
- пользуясь условиями равновесия, находят неизвестные величины.

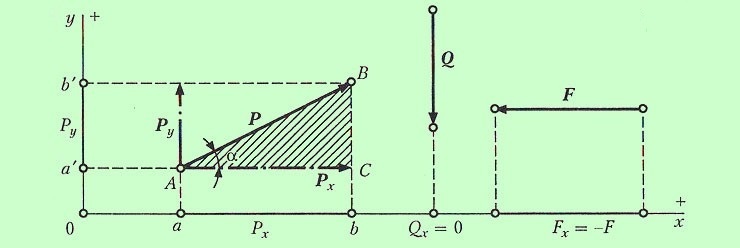
При решении задач статики следует строго соблюдать правило: размерности и единицы величин всех слагаемых и обеих частей равенства должны быть одинаковыми.

### Проекция силы на оси координат

В тех случаях, когда на тело действует более трех сил, а также когда неизвестны направления некоторых сил, удобнее при решении задач пользоваться не геометрическим, а аналитическим условием равновесия, которое основано на методе проекций.

***Проекцией силы на ось называют отрезок оси, заключенный между двумя перпендикулярами, опущенными на ось из начала и конца вектора силы.***

На приведенном ниже рисунке видно, что проекции силы P на оси x и y можно определить при помощи тригонометрических функций:   
Px = P cos α,     Py = P sin α.



Проекция силы на ось есть величина алгебраическая, которая может быть положительной или отрицательной, что устанавливается по направлению проекции - проекция, направленная в положительном направлении оси считается положительной, в противном случае - отрицательной.   
 Возможны два частных случая:  
- если сила перпендикулярна оси, то ее проекция равна нулю (сила проецируется в точку);  
- если сила параллельна оси, то она проецируется на ось в натуральную величину.

Зная проекции силы на координатные оси, можно определить ее величину (модуль), используя теорему Пифагора, учитывая, что проекции являются катетами прямоугольного треугольника, а сама сила - гипотенузой.

Плоская система сходящихся сил  
 Направляющий тангенс угла между вектором силы P и осью x можно определить из отношения:   
 tg α = Py / Px.

Отметим, что силу P можно представить, как равнодействующую двух составляющих сил Px и Py, параллельных осям координат, но эти составляющие не будут являться проекциями силы по определению, поскольку сила (в т. ч. и составляющая силы) есть величина векторная, а проекция - алгебраическая.

### Аналитический способ определения

### равнодействующей плоской системы сходящихся сил

Пусть дана плоская система сходящихся сил F1, F2, F3, F4 .... Fn.  
Равнодействующая этой системы FΣ = ΣFi.

В плоскости действия данной системы сил выберем ось координат и спроецируем данные силы и их равнодействующую на эту ось. Из математики известно свойство проекции векторной суммы, на основании которого можно утверждать, что проекция равнодействующей на ось равна алгебраической сумме проекций составляющих сил на ту же ось, т. е. FΣx = ΣFix.  
Правую часть этого равенства можно представить упрощенно: FΣx = ΣX.

Для того чтобы определить равнодействующую любой плоской системы сходящихся сил, спроецируем их на оси координат x и y, алгебраически сложим проекции всех сил и найдем таким образом проекции равнодействующей:

FΣx = ΣX;     FΣy = ΣY.

Зная проекции, определим модуль и направление равнодействующей:  
Модуль равнодействующей:

FΣ = (FΣx2+ FΣy2)  .

Направляющий тангенс угла между вектором FΣ и осью x:

tg (FΣ, x) = FΣy / FΣx.

Линия действия равнодействующей проходит через точку пересечения линий действия составляющих сил.

### Аналитические условия равновесия

### плоской системы сходящихся сил

Если данная плоская система сходящихся сил находится в равновесии, то равнодействующая такой системы, а значит и проекции равнодействующей на оси координат равны нулю.   
Математически это выражение можно записать так:

FΣ = 0;     Fx = 0;     Fy= 0.

Учитывая, что FΣx = ΣX;     FΣy = ΣY, получаем равенства, выражающие аналитические условия равновесия плоской системы сходящихся сил:

ΣX = 0;     ΣY = 0.

Формулируется это условие следующим образом: ***для равновесия плоской системы сходящихся сил необходимо и достаточно, чтобы алгебраическая сумма проекций этих сил на каждую из двух координатных осей равнялась нулю.***

С помощью уравнений равновесия можно определить два неизвестных элемента данной системы сил, например модуль и направление одной силы или модули двух сил, направления которых известны и т. п.

Выведенные условия равновесия справедливы для любой системы координат, но для упрощения расчетов рекомендуется оси координат по возможности выбирать перпендикулярными неизвестным силам, чтобы каждое уравнение равновесия содержало одно неизвестное.   
Когда направление искомой силы неизвестно, ее можно разложить на две составляющие по заданным направлениям, обычно по направлениям координатных осей; по найденным двум составляющим легко определяется неизвестная сила.

Если при решении задач аналитическим способом искомая реакция получается отрицательной, то это означает, что действительное ее направление противоположно направлению, принятому при расчетах.

