

«Методика рационального решения задач статистики составных конструкций»

Подготовил: студент группы №101211

Руководитель: к.т.н., доцент

Соловей А.В.

Гурвич Ю.А.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В литературе по теоретической механике в разделе «Статика» приводится описание двух способов определения реакций опор составных конструкций:

при первом рассматривается равновесие всей конструкции в целом, а затем – какой-либо отдельной её части;

при втором способе рассматривается равновесие каждой части конструкции отдельно.

При этом даётся лишь одна рекомендация по их применению: «Целесообразность применения того или иного способа зависит от условия конкретной задачи» .

Недостатки существующих способов определения реакций опор составных конструкций:

Если будем решать задачу об определении реакций опор составной конструкции состоящей из двух тел (рис.1), то возможны шесть вариантов решения:

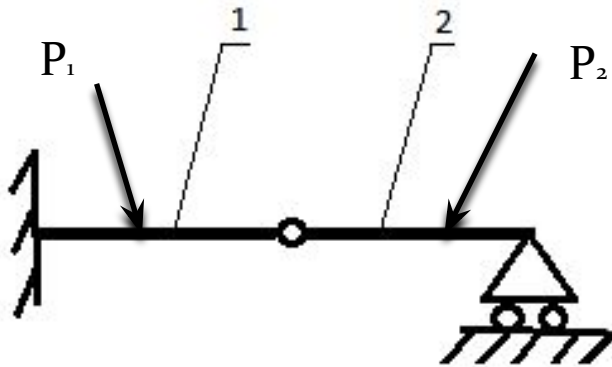


рис.1

1	1+2	3	2+1	5	(1+2)+1
2	(1+2)+2	4	1+(1+2)	6	2+(1+2)

1,2 – линейно независимые уравнения равновесия, составленные для первой или второй части составной конструкции; 1+2 – линейно независимые уравнения равновесия, составленные для первой и второй части составной конструкции; (1+2) – линейно независимые уравнения равновесия, составленные для всей конструкции в целом.

Недостатки существующих способов определения реакций опор составных конструкций:

Для конструкции, состоящей из трёх тел, можно составить **9** линейно независимых уравнений равновесия, приводящих к решению задачи **96** способами. Для конструкций состоящих из четырёх тел – более тысячи.

Таким образом, мы видим, что вопрос о нахождении рационального решения является актуальным.

Критерии:

- Число линейно независимых уравнений равновесия и количество слагаемых в них нужно сводить к минимуму.
- Желательно, чтобы в уравнения равновесия моментов сил относительно точки входила одна неизвестная.
- Желательно, на каждом шаге получать результат.
- Работоспособность конструкции.
- Устойчивость конструкции.
- Решающий критерий СТ.

Решающий критерий СТ

- СТ – степень статической определимости неопределимости.

$$СТ = N - \sum_{i=1}^n Y_i$$

где N – суммарное количество неизвестных составляющих реакций опор и шарниров составной конструкции; Y – количество линейно независимых уравнений равновесия, присущих каждой из шести систем сил; i – количество тел входящих в составную конструкцию.

Если $CT=0$, то необходимо указать работоспособна ли данная конструкция.

Если конструкция работоспособна, то при $CT=0$ – конструкция статически определима и находится в равновесии.

При $CT>0$ – конструкция статически неопределимая и находится в равновесии.

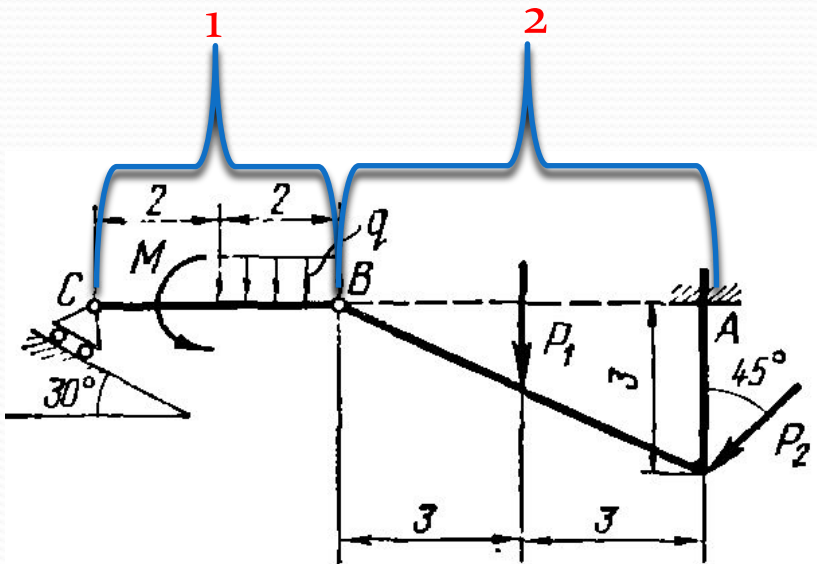
При $CT<0$ – конструкция геометрически изменяема, в равновесии находиться не может.

Критерий СТ показывает:

- Количество лишних ($СТ > 0$) или недостающих ($СТ < 0$) связей.
- Количество шарниров, которые необходимо ввести в конструкцию (при $СТ > 0$) или удалить из неё (при $СТ < 0$), для того чтобы $СТ = 0$.

Описание методики рационального решения задач статики системы двух тел

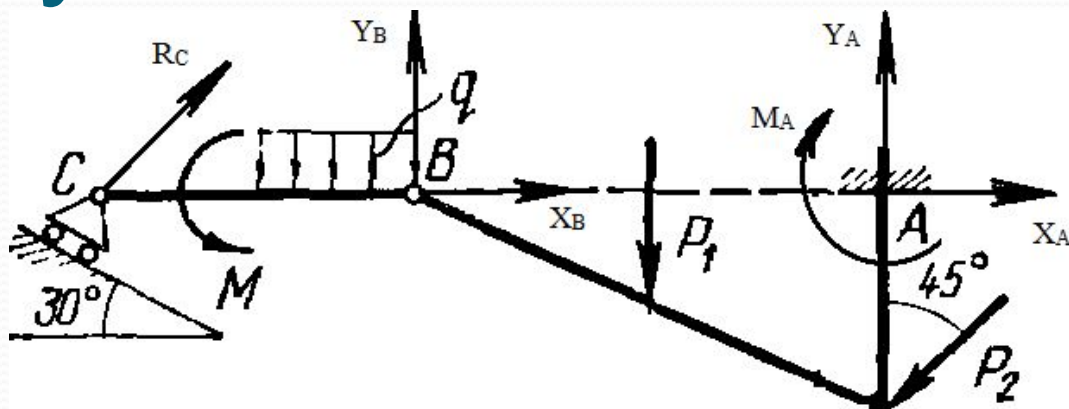
9



Методика
рационального
решения задач
заключается в
использовании
решающего критерия
СТ и состоит из
следующих этапов:

1. Определяем СТ всей конструкции

10



$СТ = Н - (Y_1 + Y_2)$; $Н(X_A, Y_A, M_A, X_B, Y_B, R_C)$; Число неизвестных равно 6;

Y_1 – плоская система произвольных сил. Число линейно независимых уравнений равно 3;

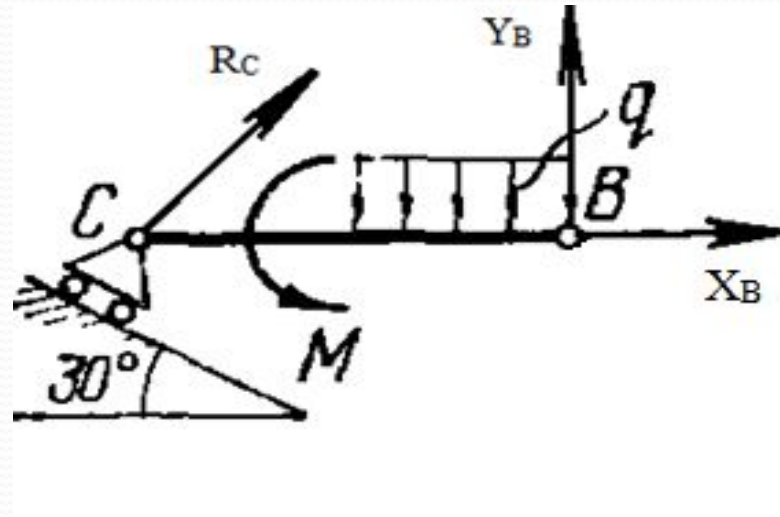
Y_2 – плоская система произвольных сил. Число линейно независимых уравнений равно 3;

Тогда $СТ = Н - (Y_1 + Y_2) = 6 - (3 + 3) = 0$;

Система статически определима, устойчива и работоспособна.

2. Определим СТ левой части

11



Для левой части: $СТ_1 = N_1 - Y_1$;

$N_1(R_C, X_B, Y_B)$;

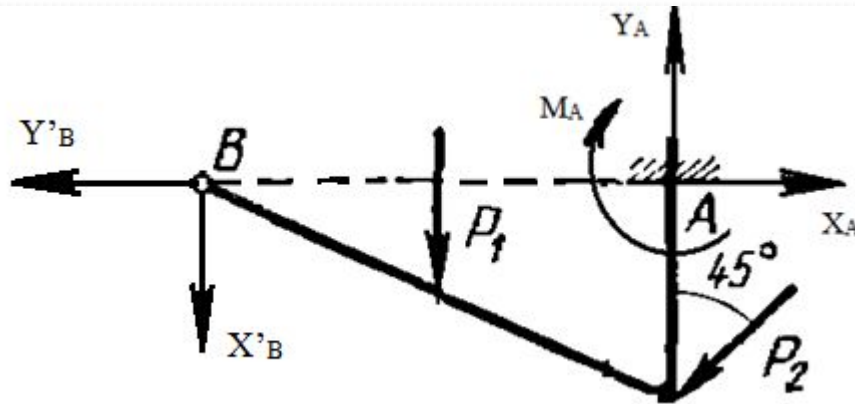
Число неизвестных равно 3;

$СТ_1 = N_1 - Y_1 = 3 - 3 = 0$;

Система статически определима, устойчива и работоспособна.

3. Определим СТ правой части

12



Для правой части: $СТ_2 = N_2 - Y_2$;

$N_2(X_A, Y_A, M_A, X'_B, Y'_B)$;

Число неизвестных равно 5;

$СТ_2 = N_2 - Y_2 = 5 - 3 = 2$;

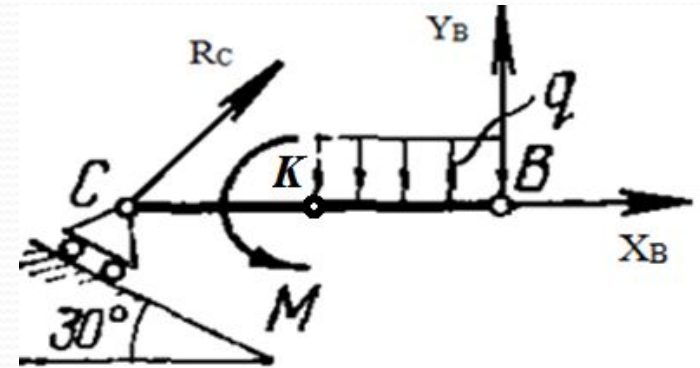
Система дважды статически неопределима, устойчива и работоспособна.

4. Принятие решения:

Так как СТ всей системы в целом равно нулю, то данная задача статически определима.

Проанализировав обе части конструкции с помощью критерия СТ, определили, что в левой части конструкции, степень статической определимости неопределимости равна нулю, соответственно задачу начинаем решать с левой части конструкции.

5. Решение левой части конструкции



$$\bullet \sum X=0; \quad X_B + R_C \cdot \sin 30^\circ = 0 \quad (1)$$

$$\sum Y=0; \quad Y_B - Q + R_C \cdot \cos 30^\circ = 0 \quad (2)$$

$$\sum M_B=0; \quad R_C \cdot BC \cdot \cos 30^\circ - M - Q \cdot \frac{KB}{2} = 0 \quad (3)$$

Решив данные уравнения, мы найдём численные значения реакций опор для левой части конструкции. Используя формулы перехода: $|\overline{X'_C}| = |\overline{X_C}|$, $|\overline{Y'_C}| = |\overline{Y_C}|$

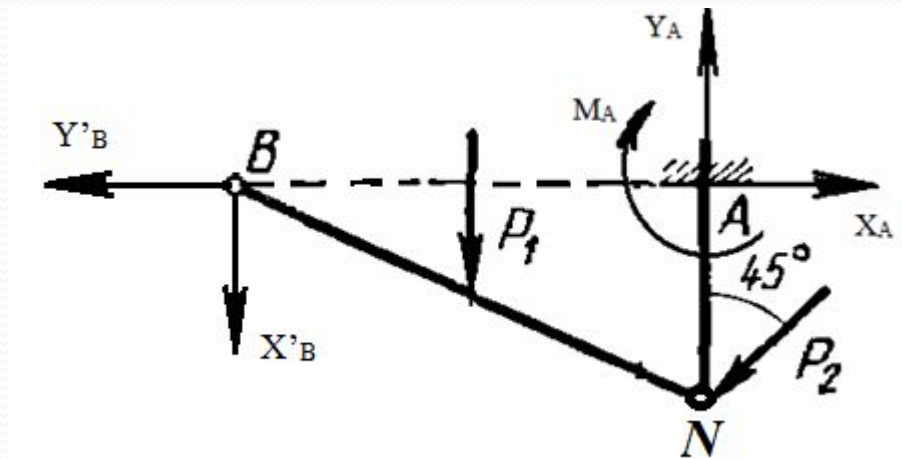
СТ правой части станет статически определимой системой.

6. Решение правой части КОНСТРУКЦИИ

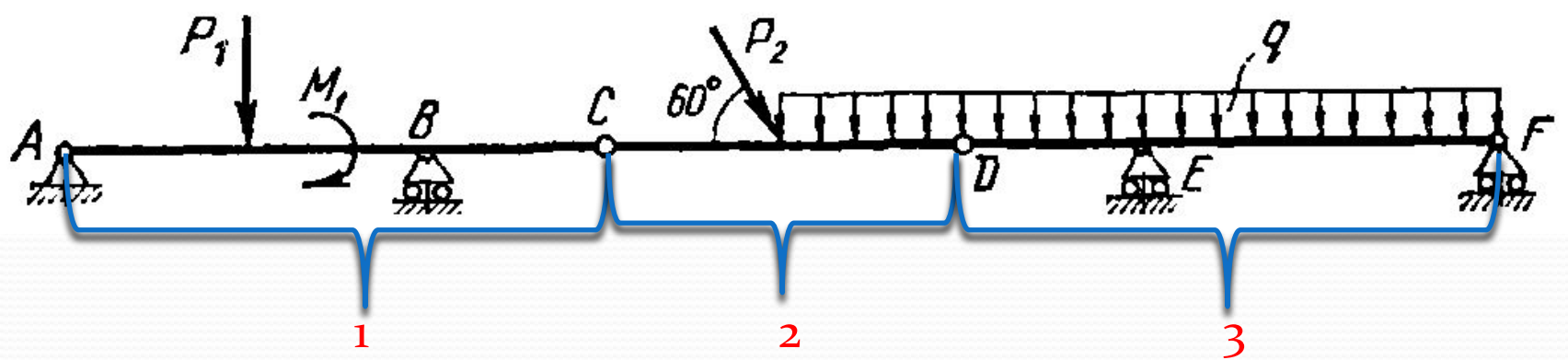
$$\bullet \sum X=0; \quad X_A - P_2 \cdot \sin 45^\circ - X'_B = 0 \quad (4)$$

$$\sum Y=0; \quad Y_A - P_2 \cdot \cos 45^\circ - P_1 - Y'_B = 0 \quad (5)$$

$$\sum M_A=0; \quad -P_2 \cdot NA \cdot \sin 45^\circ + P_1 \cdot \frac{AB}{2} + Y'_B \cdot AB + M_A = 0 \quad (6)$$

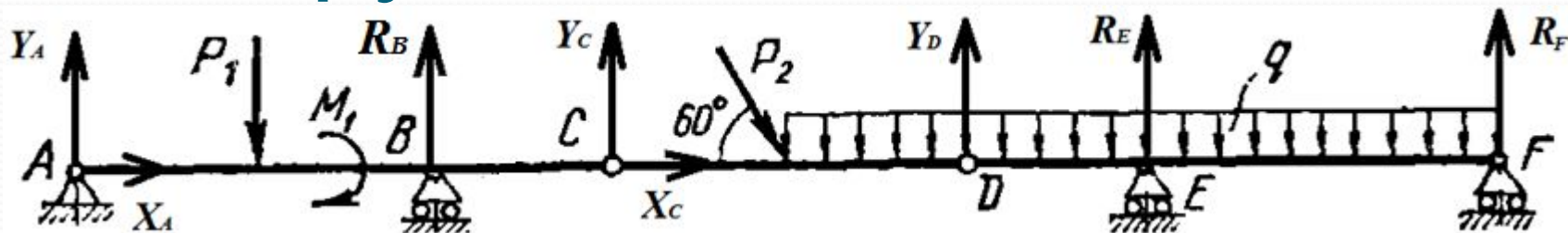


Применение методики рационального решения задач статики для трёх тел



1. Определяем СТ Для всей конструкции в целом:

17



$СТ = Н - (Y_1 + Y_2)$; $Н(X_A, Y_A, X_C, Y_C, R_B, Y_D, R_E, R_F)$; Число неизвестных равно 8;

Y_1 – плоская система произвольных сил. Число линейно независимых уравнений равно 3;

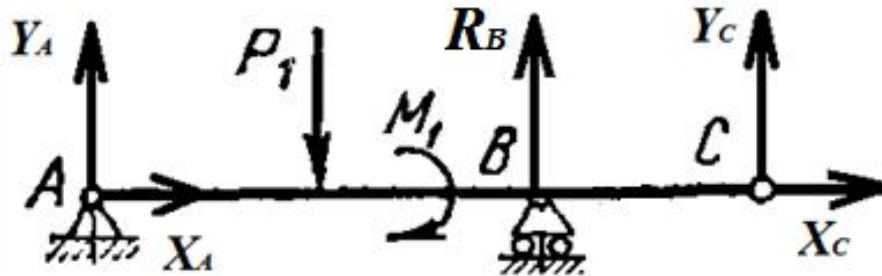
Y_2 – плоская система произвольных сил. Число линейно независимых уравнений равно 3;

Y_3 – плоская система параллельных сил. Число линейно независимых уравнений равно 2;

Тогда $СТ = Н - (Y_1 + Y_2 + Y_3) = 8 - (3 + 3 + 2) = 0$;

Система статически определима, устойчива и работоспособна.

2. Определим СТ 1-ой части



Для 1-ой части: $СТ_1 = H_1 - Y_1$;

$H_2(X_A, Y_A, R_B, X_C, Y_C)$;

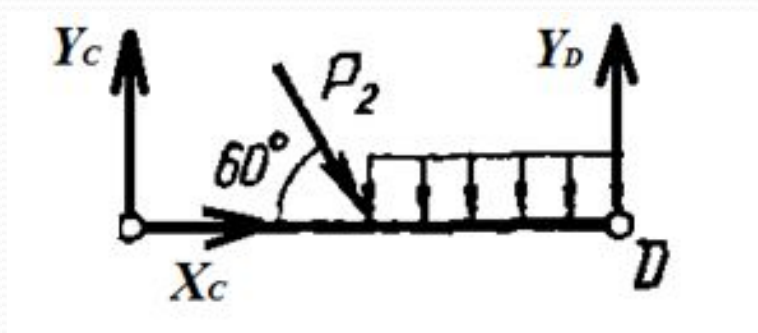
Число неизвестных равно 5;

$СТ_1 = H_1 - Y_1 = 5 - 3 = 2$;

Система дважды статически неопределима, устойчива и работоспособна.

3. Определим СТ 2-ой части

19



Для 2-ой части: $СТ_2 = H_2 - Y_2$;

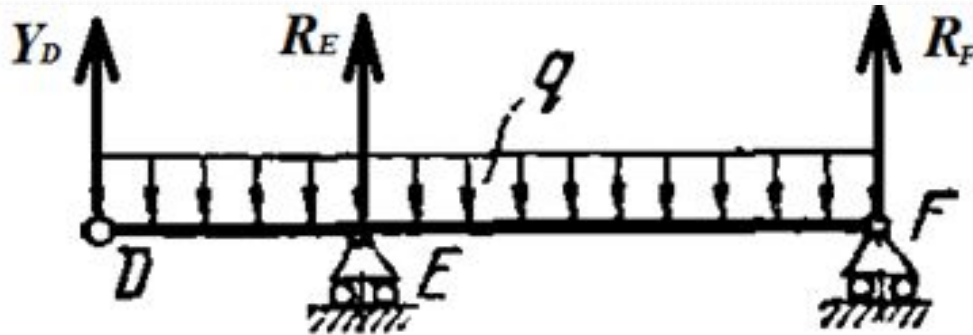
$H_1(X_C, Y_C, Y_D)$;

Число неизвестных равно 3;

$СТ_2 = H_2 - Y_2 = 3 - 3 = 0$;

Система статически определима, устойчива и работоспособна.

4. Определим СТ 3-ей части



Для 3-ей части: $СТ_3 = H_3 - Y_3;$

$H_3(Y_D, R_E, R_F);$

Число неизвестных равно 2;

$СТ_3 = H_3 - Y_3 = 3 - 2 = 1;$

Система единожды статически неопределима, устойчива и работоспособна.

5. Принятие решения:

Так как $CT_2=0$, то задачу начинаем решать со второй части. Затем по формулам перехода приступаем к решению 1-ой и 3-ей частей составной конструкции.

Заключение:

Методика рационального решения задач статики составных конструкций, позволяет нам, не только сократить время затраченное на решение задачи, что является не маловажным фактором, но и получать один способ для решения данной задачи и на каждом шаге получать результат.