

**Бурак О. Ю., Ярохович А.И., Гурвич Ю.А.**

*Белорусский Национальный Технический Университет*

## Анализ возможностей критерия СТ

В статике существует несколько способов решения задачи, но необходимо найти рациональное решение, которое позволит быстрее достичь желаемого результата.

Рациональное решение задач статики с помощью критерий СТ

Введём понятие критерия СТ – степень статической определимости-неопределимости.

$$СТ = N - \sum_{i=1}^n Y_i \quad (1)$$

где: СТ – целые числа; N – суммарное количество неизвестных составляющих реакции 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 СТ = 0, то необходимо указать работоспособна данная конструкция или нет.

Методика рационального решения задач статики составных конструкций с применением критерия СТ

Для выбора рационального решения задач статики составных конструкций необходимо:

1. Определить СТ составной конструкции в целом:

1.1 Если СТ > 0, то такая конструкция статически неопределима, задача не решается методами статики;

1.2 Если СТ < 0, то такая конструкция статически неопределима, задача не решается методами статики

1.3 Если СТ = 0, то такая система статически определима, задача имеет решение.

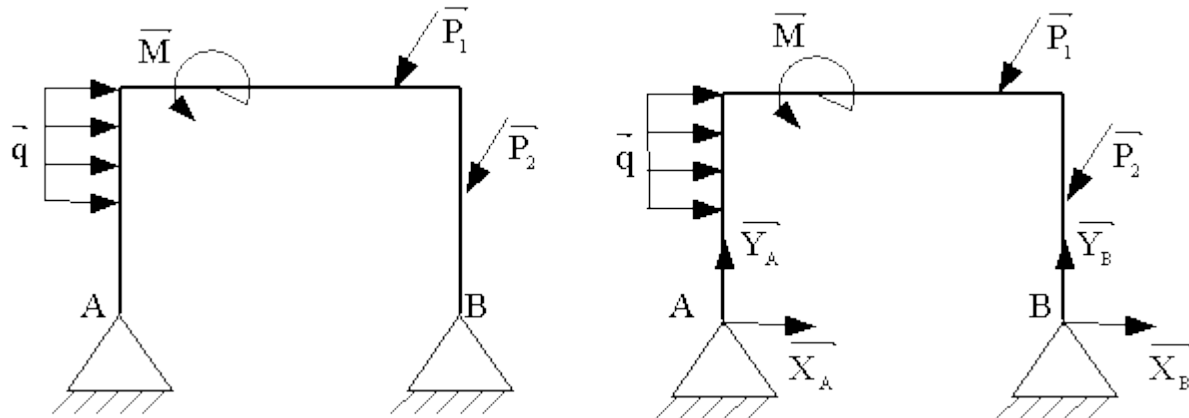
2. Разделить конструкцию по шарнирам на составные части и определить СТ каждой части в отдельности.

При этом могут иметь место следующие варианты:

– по крайней мере у одной из нескольких частей конструкции СТ = 0. В данном случае решение задачи следует начинать с рассмотрения равновесия этой части. А затем, используя формулы перехода от одной части к другой ( $\overline{X}_A = -X'_A$

,  $\bar{Y}_A = -\bar{Y}'_A$ ), приложить определенные ранее составляющие реакций шарнира к следующей части, что сделает ее статически определимой (с  $CT = 0$ );

– если  $CT$  всех частей не равны 0, то решение задачи следует начать с рассмотрения равновесия всей конструкции в целом, и определить составляющие реакций приложенных к ее частям. Это сделает обе части конструкции статически определимыми. Далее следует рассмотреть равновесие более простой части.



Продemonстрируем возможности критерия  $CT$  на примере бес шарнирной конструкции (рис. 1).

Рис.1

Определим критерий  $CT$  конструкции по формуле (1):

1. Число составных частей конструкции ( $i$ ) равно единице.
2. Число неизвестных составляющих

реакции конструкции  $N$  равно четырём ( $\bar{X}_A, \bar{Y}_A, \bar{X}_B, \bar{Y}_B$ ).

3. Определим число линейно независимых уравнений равновесия конструкции  $U$ .

Так как реакции и внешние силы образуют плоскую произвольную систему сил, то для её равновесия необходимо, чтобы главный вектор  $R^*$  и главный момент  $M_0$  системы сил, были равны нулю.

Отсюда вытекают три скалярных равенства:

$$\begin{cases} \sum m_i = 0 \\ \sum X_i = 0 \\ \sum Y_i = 0 \end{cases} \Rightarrow \acute{O} = 3$$

Подставив значения в формулу (1), получим:

$$CT = 4 - 3 = 1.$$

Следовательно, конструкция статически неопределима.

Рассмотрим различные варианты преобразования конструкции, позволяющие привести эту систему к статически определимой.

Проведём в системе некоторые изменения, чтобы СТ равнялось нулю.

Для этого нам необходимо либо уменьшить количество неизвестных  $H$  (изменяя виды опор), либо увеличить число линейно независимых уравнений  $U$  (вводя в конструкцию шарнир).

*Вариант А.*

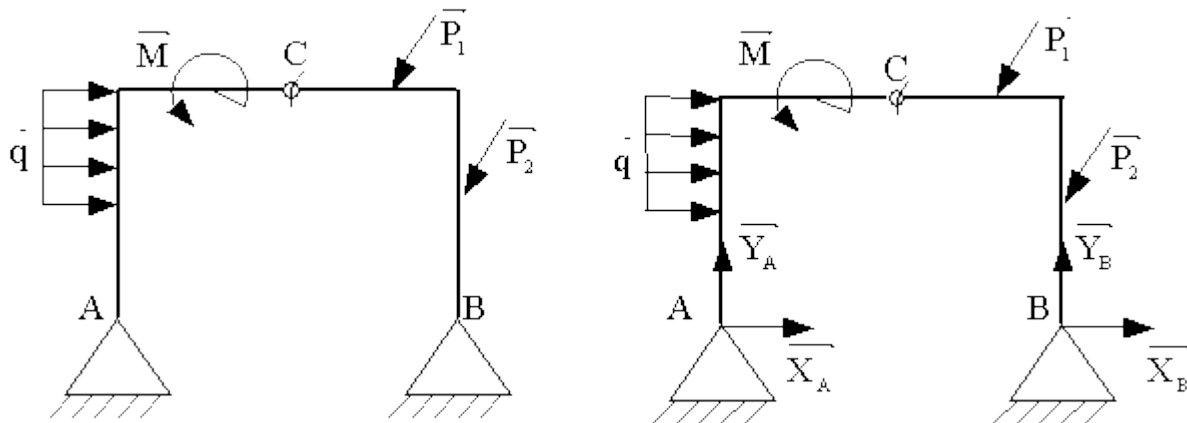
Например введём в систему шарнир.

Например введем в систему шарнир С.

Проверим статическую определимость системы с помощью критерия СТ.

Мысленно расчленим полученную конструкцию (рис. 2) (составляющие реакции  $\bar{X}_C, \bar{Y}_C$  не показаны) по шарниру и определим критерий СТ:

Рис.2



6; 
$$i = 2; \quad H = (\bar{X}_A, \bar{Y}_A, \bar{X}_B, \bar{Y}_B, \bar{X}_C, \bar{Y}_C) =$$

$$\begin{cases} \sum m_i = 0 \\ \sum X_i = 0 \\ \sum Y_i = 0 \end{cases} + \begin{cases} \sum m_i' = 0 \\ \sum X_i' = 0 \\ \sum Y_i' = 0 \end{cases} \Rightarrow \sum_{i=1}^2 Y = Y_1 + Y_2 = 3 + 3 = 6,$$

$$CT = 6 - 6 = 0.$$

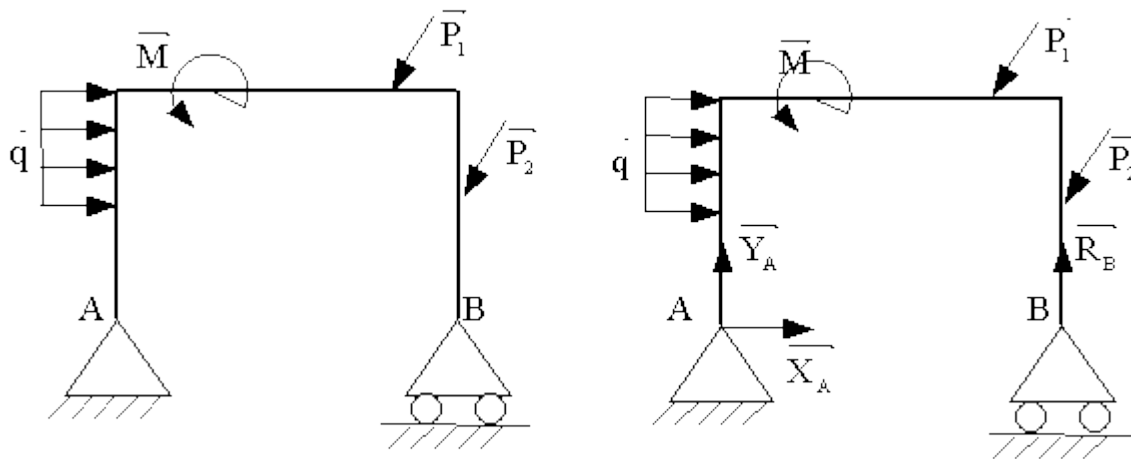
Следовательно, с введением в систему шарнира, конструкция стала статически определимой.

*Вариант В.*

Заменим неподвижную опору В подвижной, уменьшив тем самым число неизвестных реакций на единицу (рис. 3).

Определим критерий СТ полученной конструкции:

$$i = 1;$$



$$H = (\bar{X}_A, \bar{Y}_A, \bar{R}_B) = 3;$$

$$\begin{cases} \sum m_i = 0 \\ \sum X_i = 0 \\ \sum Y_i = 0 \end{cases} \Rightarrow \acute{O} = 3$$

Рис. 3

$$CT = 3 - 3 = 0.$$

Следовательно, уменьшение числа неизвестных реакций, за счет замены одного вида связи другим, позволяет сделать конструкцию статически

определимой.