

УДК: 681. 3.06

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА – ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ст. преп. Н.В.Дремова

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности

*Ushbu maqolada Mathcad dasturi kompyuter texnologiyalaridan foydalangan holda nazariy mexnika b'yiicha masalalarni baxsariish usullari batafsil ba'n qilingan.*

*V dannoj stat'ye predstavlena metodika resheniya zadach po Teoreticheskoy mexanike s primeneniem programmy «Mathcad» s ispol'zovaniem kompyuternoj texniki*

*In the given paper the technique of a solution of problems on the Theoretical mechanics with program application «Mathcad» with use of computer technics is presented.*

Теоретическая механика первой из учебных дисциплин естественно-научного профиля использует математические знания студентов, позволяя составить расчетную модель технического устройства или явления, выбрать метод решения и определить искомые зависимости.

В связи с широким внедрением компьютерной техники и компьютерных технологий в учебный процесс возникла необходимость в разработке циклов задач по теоретической механике (статика, кинематика, динамика) и методики их решения с использованием современных персональных компьютеров (ПК). Умение работать с ПК – необходимый элемент современной инженерной деятельности, поэтому использование их в учебном процессе высшей школы весьма актуально [1]. Цель применения ПК для решения учебных задач – интенсификация учебного процесса, приобретение студентами навыков работы с ПК, активизация и организация учебной работы, улучшение качества выполнения курсовых работ и расчетно-графических заданий. При решении этих задач используются программы «MathCAD», «MathLAB» и др., которая позволяет преодолеть технические трудности при вычислениях и сосредоточить внимание на главной задаче – выделении существенных черт изучаемых явлений, представлении их в виде достаточно простой схемы, подлежащей количественному и качественному анализу [2].

Решение задач статики, в основе которых лежат законы равновесия твёрдого тела или системы тел, часто связано с громоздкими вычислениями. Стремление получить правильный конечный результат зачастую приводит к тому, что на первый план выдвигается вычислительная работа, а не исследование решаемой задачи. Без приобретения навыков анализа и решения этих задач невозможно усвоения курсов сопротивления материалов, теории механизмов и машин, детали машин и т.д.

Задача статики по определению реакций связей при равновесии системы тел с использованием программы «MathCAD» состоит в следующем:

1. Разделить составное тело на отдельные его части, проведя сквозные сечения по внутренним связям.
2. Изобразить активные силы.
3. На основании принципа освобождаемости от связей заменить внешние и внутренние связи для каждого отдельного тела соответствующими реакциями.
4. В случае плоской системы сил для каждого из тел составить три уравнения равновесия.
5. Исследовать поведение реакций опор и давлений в соединительных шарнирах в зависимости от угла наклона одной из заданных сил.

В качестве примера рассматривается равновесие конструкции, состоящий из двух соединенных друг с другом шарниром С [3] (рис. 1).

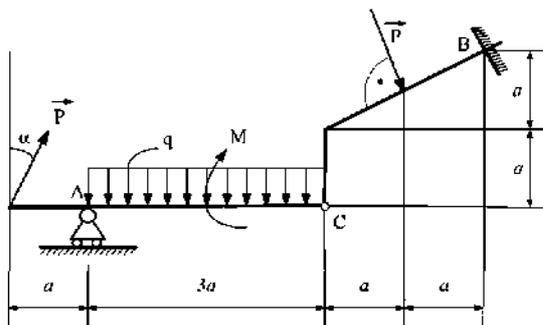


Рис. 1. Модель составной конструкции

Расчленим систему в шарнире  $C$  и рассматриваем равновесие каждой части отдельно. К каждой части конструкции, кроме заданных сил и сил реакций связей, прикладываются также реакции внутренних связей  $X_C, Y_C$  шарнира  $C$ . (рис.2, рис. 3)

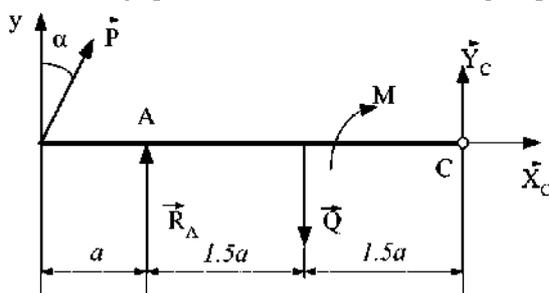


Рис. 2. Расчетная схема

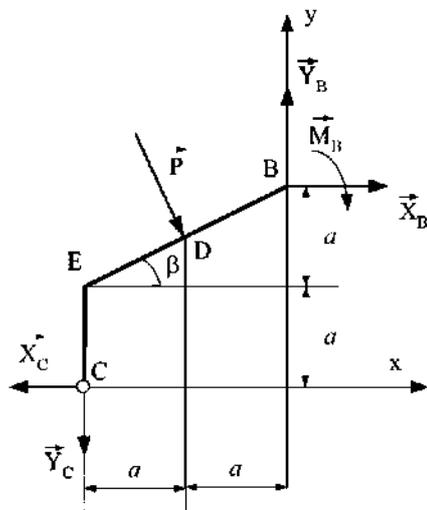


Рис.3. Расчетная схема

Составляем уравнения равновесия:

а) из рис. 2

$$\begin{aligned} \sum F_{kx} = 0; & \quad P \cdot \sin \alpha + X_C = 0; \\ \sum F_{ky} = 0; & \quad P \cdot \cos \alpha + R_A - Q + Y_C = 0; \\ \sum m_C(F_k) = 0; & \quad -P \cdot \cos \alpha \cdot 4a - R_A \cdot 3a + Q \cdot 1,5a - M = 0. \end{aligned}$$

б) из рис. 3.

$$\begin{aligned} \sum F_{kx} = 0; & \quad P \cdot \sin \beta + X_B - X_C = 0; \\ \sum F_{ky} = 0; & \quad -P \cdot \cos \beta + Y_B - Y_C = 0; \\ \sum m_B(F_k) = 0; & \quad P \cdot \frac{5}{2} a - M_B - X_C \cdot 2a + Y_C \cdot 2a = 0. \end{aligned}$$

Из геометрии рис. 3 видно, что

$$FB = \sqrt{4a^2 + a^2} = a \cdot 5; \quad \cos\beta = \frac{2a}{a\sqrt{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}}; \quad \sin\beta = \frac{a}{a\sqrt{5}} = \frac{1}{\sqrt{5}}.$$

Решение в системе *Mathcad*.

$P := 9 \quad q := 1.6 \quad M := 16 \quad a := 1 \quad \alpha := \frac{\pi}{6}$       **Ввод исходных данных**

$Q := q \cdot 3 \cdot a \quad Q = 4.8000$       **Сосредоточенная сила**

$\sin\beta := \frac{1}{\sqrt{5}} \quad \cos\beta := \frac{2}{\sqrt{5}} \quad bd := \frac{\sqrt{5}}{2}$

Given

$P \cdot \sin(\alpha) + Xc = 0$

$P \cdot \cos(\alpha) + Ra - Q + Yc = 0$

$-P \cdot \cos(\alpha) \cdot 4 \cdot a - Ra \cdot 3 \cdot a + Q \cdot 1.5 \cdot a - M = 0$

$P \cdot \sin\beta + Xb - Xc = 0$

$-P \cdot \cos\beta + Yb - Yc = 0$

$P \cdot bd \cdot a - Mb - Xc \cdot 2 \cdot a + Yc \cdot 2 \cdot a = 0$

$$\begin{pmatrix} Ra \\ Xc \\ Yc \\ Xb \\ Yb \\ Mb \end{pmatrix} := \text{Find}(Ra, Xc, Yc, Xb, Yb, Mb) \rightarrow \begin{pmatrix} -13.325638178746597094 \\ -4.5000000000000000000 \\ 10.331409544686649274 \\ -8.5249223594996214535 \\ 18.381254263685892181 \\ 39.725124988122352181 \end{pmatrix}$$

$Ra = -13.3256$

$Xc = -4.5000 \quad Yc = 10.3314 \quad Rc := \sqrt{Xc^2 + Yc^2} \quad Rc = 11.2689$

$Xb = -8.5249 \quad Yb = 18.3813 \quad Rb := \sqrt{Xb^2 + Yb^2} \quad Rb = 20.2619$

$Mb = 39.7251$

**Проверка - уравнение моментов сил относительно точки D**

$P \cdot \sin(\alpha) \cdot 1.5 \cdot a - P \cdot \cos(\alpha) \cdot 5 \cdot a - Ra \cdot 4 \cdot a + Q \cdot 2.5 \cdot a - M + Yb \cdot a - Xb \cdot \frac{a}{2} - Mb = 0.00$

**Решение:**

$Ra = -13.3256 \quad Rb = 20.2619$

$Rc = 11.2689 \quad Mb = 39.7251$

Использование программы «MathCAD» дает возможность расширить рамки решаемых задач, оценить влияние в некоторой области изменения отдельных параметров на получаемый результат, что способствует более глубокому пониманию изучаемого материала.

#### Использованная литература

1. Н.В.Дремова, Т.Мавлянов. Выполнение курсовых работ по теоретической механике с использованием программных продуктов типа «Mathcad». ТГТУ международная научно-практическая конференция «Инновация 2009» Сборник научных статей. 22-24 октября 2009 г. С.53-54
2. В.Д.Бертяев. Теоретическая механика на базе Mathcad. Учебное пособие. Санкт-Петербург. «БХВ-Петербург» 2005.840 с.
3. В.С.Доев, Ф.А.Доронин. Сборник заданий по теоретической механике на базе Mathcad. Учебное пособие. ЛАНЬ 2010. 586 с.