$$F_4 = \frac{F_1}{2l}\left(2x - 2l + \frac{l^2}{x}\right) = \frac{F_1}{2l}\left(\sqrt{2}l - 2l + \frac{l^2\sqrt{2}}{l}\right) = \frac{F_1}{2l}\left(2\sqrt{2}l - 2l\right) = F_1\left(\sqrt{2} - 1\right).$$

Литература

Никитин, Н.Н. Курс теоретической механики: учебник / Н.Н. Никитин. – СПб.: Лань, 2021. – 720 с.

УДК 531.2

РАВНОВЕСИЕ СИСТЕМЫ ТЕЛ

Студент гр. 10705123 А. П. Буйвид
Научный руководитель – ст. преподаватель Мышковец М. В.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Рассмотрим решение задачи (рисунок 1): при каком минимальном количестве одинаковых труб нижнего ряда система не раскатится, если не учитывать трение? Угол α = 2º.

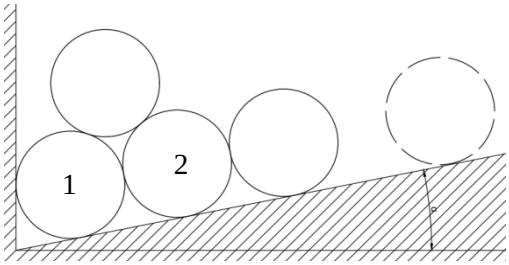

Рисунок 1 – Схема

Пусть нижний ряд состоит из (k+1) трубы.

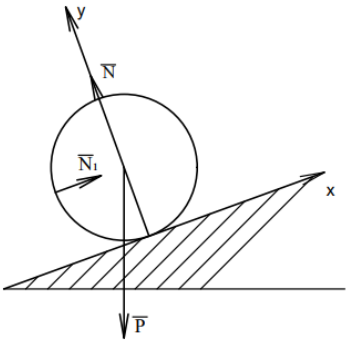

Рисунок 2

Рассмотрим крайнюю трубу (тело 1, рисунок 2). На неё действуют силы: вес трубы $\vec{P}$; реакция опоры $\vec{N}$; реакция предыдущей трубы $\overrightarrow{N_1}$. Составим уравнение равновесия, выбрав направление оси x вдоль наклонной поверхности:

$$\sum F_{kx} = N_1 - P\sin\alpha = 0; \quad (1)$$

$$\sum F_{ky} = N - P\cos\alpha = 0. \quad (2)$$

Из (1) $N_1 = P\sin\alpha$. Из (2) $N = P\cos\alpha$.

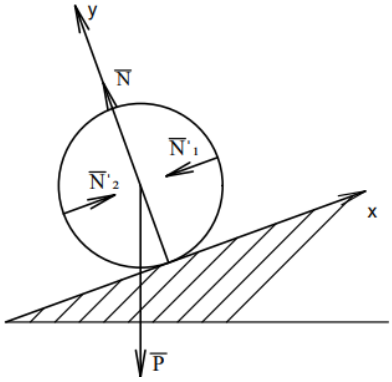

Рисунок 3

Рассмотрим тело 2 (рисунок 3). Покажем силы, действующие на тело, и составим уравнение равновесия:

$$\sum F_{kx} = N_2 - N_1^{'} - P\sin\alpha = 0; \qquad (3)$$

$$\sum F_{ky} = N - P\cos\alpha = 0. \qquad (4)$$

Анализируя уравнения (2) и (4) можно заметить, что $N = P\cos\alpha$, для всех труб, кроме k и (k–1).

Из (3) выразим N_2, учитывая, что $N_1^{'} = N_1$:

$$N_2 = N_1^{'} + P\sin\alpha = P\sin\alpha + P\sin\alpha = 2P\sin\alpha.$$

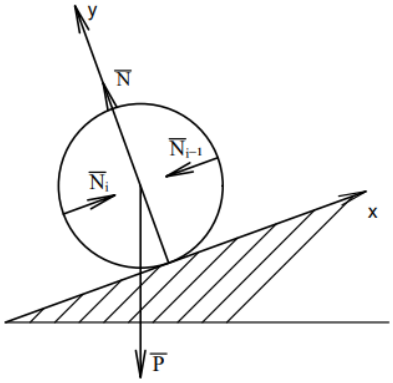

Рисунок 4

Рассмотрим тело i (рисунок 4), покажем силы действующие на тело и составим уравнение равновесия:

$$N_{i-1}^{'} = N_{i-1}^{'} = (i-1)P\sin\alpha;$$

$$\sum F_{kx} = N_i^{'} - N_{i-1}^{'} - P\sin\alpha = 0.$$

Отсюда

$$N_i^{'} = N_{i-1}^{'} - P\sin\alpha = iP\sin\alpha.$$

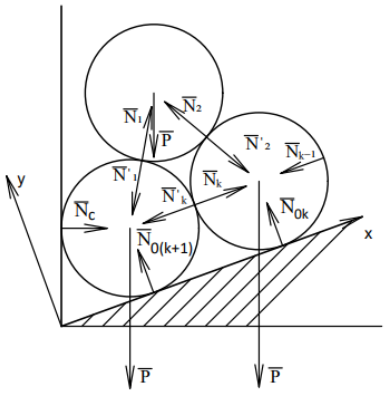

Рисунок 5

Рассмотрим равновесие труб k, (k–1) и верхней трубы. Силы $N_1 = N_1^{'}$, $N_2 = N_2^{'}$, $N_k = N_k^{'}$ внутренние.

Рассмотрим равновесие тела k (рисунок 5).

$$\sum F_{kx} = N_k^{'} - N_{k-1}^{'} + N_2^{'}\cos 60° - P\sin\alpha = 0. \qquad (5)$$

Рассмотрим равновесие верхней трубы.

$$\sum F_{kx} = N_1\cos 60° - N_2\cos 60° - P\sin\alpha = 0; \qquad (6)$$

$$\sum F_{ky} = -P\cos\alpha + N_1\sin 60° + N_2\sin 60° = 0. \qquad (7)$$

Решая систему (6) и (7), получим

$$N_2 = \frac{P\cos\alpha - 2P\sin\alpha}{2\sin 60°} = \frac{P(\cos\alpha - 2\sin\alpha)}{\sqrt{3}}.$$

В момент начала раскатывания труб $N_k = 0$.

Из (5) выразим N_k:

$$N_k = N_{k-1}^{'} - N_2^{'}\cos 60° + P\sin\alpha,$$

где $N_{k-1} = N_{k-1}^{'} = (k-1)P\sin\alpha$ и $N_2 = N_2^{'}$.

$$(k-1)P\sin\alpha = \frac{P(\cos\alpha - 2\sin\alpha)}{2\sqrt{3}} - P\sin\alpha;$$

$$k = \frac{\cos\alpha - 2\sin\alpha}{2\sqrt{3}\sin\alpha}.$$

При $\alpha = 2°$, $k \approx 7{,}68922$.

Чтобы система не раскатывалась необходимо чтобы в нижнем ряду было девять труб.

Литература

1. Тарг, С.М. Краткий курс теоретической механики: учебник для вузов / С.М.Тарг. – 12-изд., стер. – М.: Высшая школа, 2002. – 416 с.
2. Мышковец, М. В. Теоретическая механика. Статика [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для студентов дневной, заочной и дистанционной форм обучения / М. В. Мышковец, В. Д. Тульев; Белорусский национальный технический университет, кафедра "Теоретическая механика". – Минск : БНТУ, 2013.
3. Сборник олимпиадных задач по теоретической механике: в 3 ч. / А.И. Попов и др. – ТГТУ, 2006, ч. 1. – 95 с.

УДК 531(075.8)

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СИЛ ТРЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА

Студенты гр.10309122 В. И. Черняк, А. О. Бобрович
Научный руководитель – доцент Беляцкая Л.Н.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Силы трения скольжения возникают между шероховатым телом и шероховатой поверхностью, если равнодействующая активных сил $\vec{R}$ не направлена по нормали к поверхности, на которой покоится тело (рисунок 1). При равновесии тела необходимо, чтобы реакция шероховатой поверхности $\vec{S}$ (рисунок 2) равнялась по величине $\vec{R}$ и была направлена в прямо противоположную сторону.