

УДК 531.2 (075.8)

Д. В. КОМНАТНЫЙ

*Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого,
Гомель, Беларусь*

МАТЕРИАЛЫ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО РАЗДЕЛУ «СТАТИКА» ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»

Предлагаются задачи по теоретической механике, которые целесообразно рассматривать студентам специальности «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте». На основе материалов, собранных доцентом БелГУТа к. т. н. А. Н. Дубко при участии автора, создана подборка заданий различной сложности о расчете равновесия рычажных механизмов. Приводятся условия названных задач с целью возможного их использования как при аудиторной, так и самостоятельной работе студентов.

Одной из важнейших составляющих подготовки высококвалифицированного инженера является освоение им курса теоретической механики. При этом будущий инженер во время практических занятий должен приобрести навыки решения задач, в том числе и по разделу «Статика». Весьма желательной является увязка тематики этих занятий с дальнейшей подготовкой студента конкретной специальности. В частности, программа по специальности «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» включает в себя изучение оборудования сортировочных горок, в состав которого входят вагонные замедлители. Значительное число конструкций замедлителей, применяемых на железных дорогах СНГ, представляют собой рычажные механизмы [1], анализ которых осуществляется, в том числе, и методами статики [2]. Следовательно, на практических занятиях студенты этой специальности должны рассматривать задачи о расчете таких механизмов для приобретения навыков их анализа, но в существующих учебных пособиях в основном предлагаются задачи на равновесие конструкций [3].

Известным ученым и методистом в области механики, доцентом Белорусского государственного университета транспорта к. т. н. А. Н. Дубко при участии автора была выполнена подборка задач различной степени сложности о расчете рычажных механизмов. Такие задачи удачно демонстрируют связь учебного теоретического материала с практической деятельностью. Цель представленной работы – ознакомление преподавателей и студентов с их содержанием.

Задача 1. Составить уравнение моментов относительно оси вращения для изображённых на рисунке 1 схем рычагов.

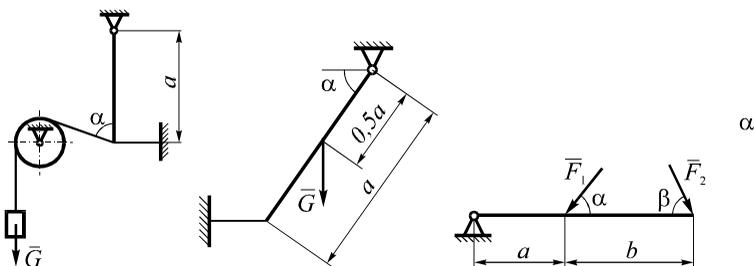


Рисунок 1 – Схемы рычагов

Задача 2. Слесарные клещи предназначены, в частности, для перекусывания пруткового или тонкого листового материала. Их общая схема вместе с зажатым изделием показана на рисунке 2.

Допустим, что сила, необходимая для перекусывания проволоки, обозначена буквой R и имеет линию действия, совпадающую с направлением $m - m$. Основные технологические размеры клещей a и b предполагаются известными, причём, $a < b$.

Определите, какую силу F надо приложить к рукояткам клещей вдоль линии $n - n$ (линия рабочего давления) для получения на режущих кромках клещей силы R .

Задача 3. Для перекусывания пруткового материала диаметром 4–6 мм применяются клещи с системой рычагов. Их общая схема изображена на рисунке 3. Основные размеры клещей a_1 , a_2 , b_1 , b_2 считаются известными. Требуется рассчитать соотношение между силами F и R . Также надо определить, при каком соотношении между размерами рычагов будет получен наибольший силовой эффект.

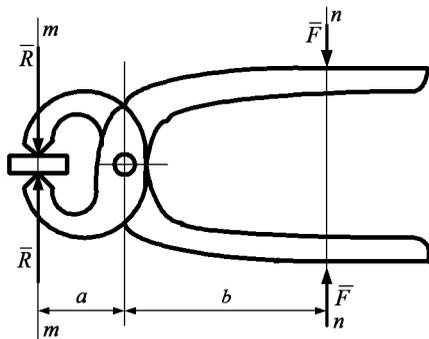


Рисунок 2 – Схема сил, приложенных к простым слесарным клещам

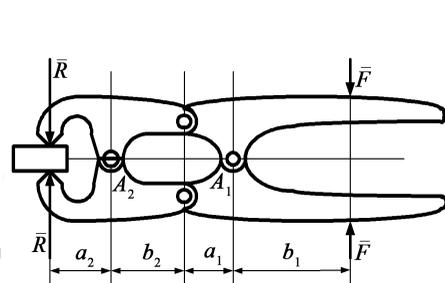


Рисунок 3 – Схема сил, приложенных к слесарным клещам с двумя рычагами

Задача 4. На рисунке 4 показана схема ножниц для кровельных работ. Их геометрические параметры, заточка режущих кромок и основные размеры таковы, что позволяют разрезать тонкий металлический лист.

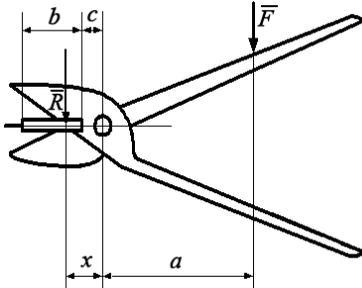


Рисунок 4 – Схема кровельных ножниц с разрезаемым листовым материалом и приложенными силами

Надо установить соотношение между силой F , сжимающей рукоятки ножниц, и силой резания R . В этой задаче ситуация отличается от рассмотренных выше клещей. Кромки ножниц режут лист, имеющий ненулевую длину в направлении резки. Поэтому величина силы R изменяется в процессе резания. Рассматривая отрезки a , b и c как постоянные, а расстояние x – как переменное, определите закон изменения силы R в случае постоянного значения силы F .

Задача 5. Механический привод к колодкам тормозного механизма экипажа может быть выполнен в соответствии со схемой, изображённой на рисунке 5. Крутящий момент M создаётся действием водителя на рычаг или педаль, связанную с ведущим звеном механизма, обозначенным цифрой 5. Вращаясь в указанном на рисунке направлении, оно тянет за собою верхние точки стержней 4, которые поворачивают рычаги 3 и прижимают тормозные колодки 2 к катящемуся колесу. В результате начинается процесс торможения.

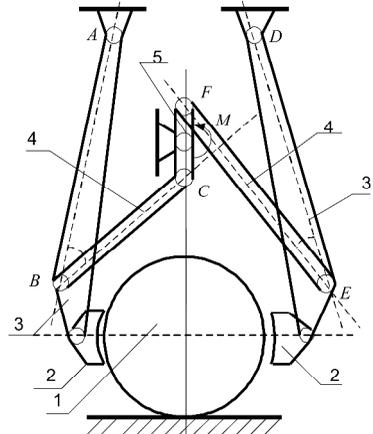


Рисунок 5 – Схема механического рычажного привода к тормозным колодкам колеса экипажа:

- 1 – колесо, 2 – тормозная колодка,
- 3 – приводной рычаг, 4 – тяга,
- 5 – ведущий рычаг механизма

Величина крутящего момента M , длины звеньев AB , BC , DE , EF и углы ABC , DEF предполагаются известными.

Надо рассчитать величины нормальных давлений колодок на колесо, объяснить, почему они неодинаковы, и как это сказывается на подшипниках колеса. Считая известным значение коэффициента трения колодок о колесо, определить значения сил трения.

Задача 6. Плавающим рычагом называется звено механизма, используемое как рычаг, но не имеющее фиксированной неподвижной точки. Именно такими особенностями обладает звено 4 на рисунке 6. Если подействовать на него силой F , как показано на рисунке, то, поворачиваясь в направлении против хода стрелки часов, рычаг прижмёт одну из колодок к колесу. Точка,

связывающая его с соответствующей тягой, остановится, и дальнейшее вращение рычага будет происходить вокруг неё. Оно продолжится до соприкосновения второй колодки с колесом. Далее начнётся процесс торможения. Предполагая силу F , размеры a и b , углы α и β известными, составьте выражения для расчёта сил нормального давления колодок на колесо и объясните, почему они неодинаковы.

Задача 7. Автоматическое поддержание требуемого давления в ёмкости (котле) пара, воздуха или иного газа можно обеспечить с помощью простейшего регулятора давления, показанного на рисунке 7.

Работает этот регулятор следующим образом. Пар, заключённый в котле 1, взаимодействует через горловину 2 с нижним дном клапана 3. Сила давления пара стремится поднять клапан. Этому противодействует сила тяжести груза 6. При увеличении давления внутри котла увеличивается и сила, приложенная снизу к клапану. Когда она достигает некоторого критического значения, равновесие механизма нарушается, и клапан начинает подниматься. Избыток пара при этом истекает из котла в образовавшийся канал между боковой поверхностью клапана и седлом горловины. Давление в котле уменьшается, клапан возвращается в своё седло и момент силы тяжести груза 6 возвращает весь механизм в рабочее положение.

Предполагаем известными следующие параметры механизма: величину предельно допустимого давления в котле p Н/м², размеры участков рычага a и b , диаметр d нижней поверхности клапана, имеющей форму круга. Надо

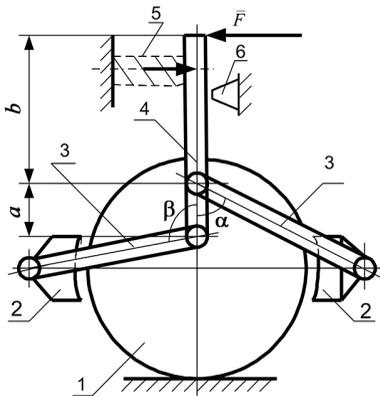


Рисунок 6 – Схема механического привода с плавающим рычагом к тормозным колодкам катящегося колеса:

1 – колесо, 2 – колодка, 3 – тяга, 4 – плавающий рычаг, 5 – возвратная пружина, 6 – ограничитель обратного хода

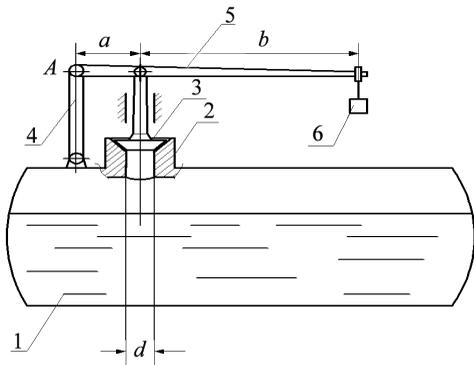


Рисунок 7 – Паровой котел с клапаном автоматического поддержания заданного давления пара:

1 – котёл с паром высокого давления, 2 – горловина котла с коническим седлом для посадки клапана, 3 – клапан в виде усечённого конуса, 4 – серьга, 5 – рычаг, 6 – груз, возвращающий клапан в исходное положение после сброса излишнего пара и снижения его давления

составить выражение для расчёта величины массы груза 6, обеспечивающей устойчивую работу механизма регулятора давления.

Перемещения всех деталей механизма при его срабатывании весьма малы. Поэтому перемещением точки A можно пренебречь.

Задача 8. Чтобы ремень ремённой передачи не проскальзывал относительно шкивов, надо создать дополнительное натяжение его ведомой ветви.

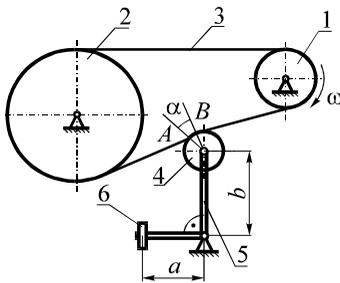


Рисунок 8 – Схема устройства для натяжения ведомой ветви ремня ремённой передачи:
1 – ведущий шкив, 2 – ведомый шкив, 3 – ремень, 4 – ролик натяжного устройства, 5 – двуплечий коленчатый рычаг, 6 – груз

Составить выражение для определения массы груза 6, обеспечивающей равновесие рычага при заданной силе натяжения ремня.

Задача 9. Спецмашина 1, служащая для перевозки раздвижной лестницы 2, имеет общий вид, показанный на рисунке 9.

Поворот лестницы на требуемый угол осуществляется с помощью гидроцилиндра 3, куда специальный гидронасос закачивает жидкость под большим давлением. При этом шток гидроцилиндра, выдвигаясь из него, взаимодействует с лестницей и поворачивает её относительно неподвижной точки.

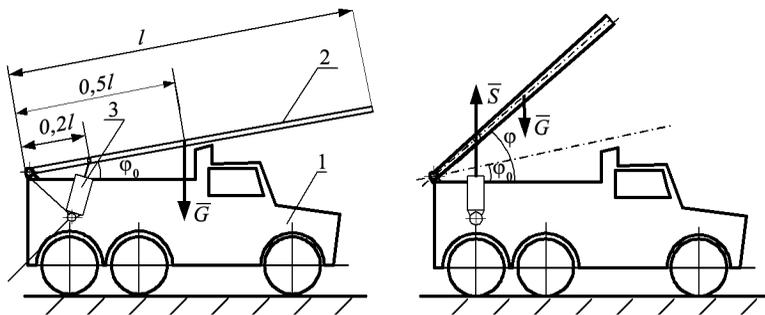


Рисунок 9 – Схема спецмашины с перевозимой раздвижной лестницей:
1 – кузов автомашины, 2 – лестница в транспортном положении, 3 – гидроцилиндр

Известными являются следующие параметры: сила тяжести лестницы G , её длина в сложенном состоянии l , угол наклона лестницы в нерабочем (транспортном) положении φ_0 .

Надо определить зависимость величины силы S от заданных параметров и угла наклона лестницы φ .

Использование приведенных задач позволит приблизить тематику учебных занятий к практике, повысить тем самым уровень подготовки специалистов. Это представляется справедливым не только для инженеров-электромехаников службы централизации и блокировки, но и для других транспортных специальностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Модин, Н. К.** Механизация и автоматизация сортировочных горок / Н. К. Модин, С. М. Зобов. – Гомель : БелГУТ, 2004. – 30 с.

2 **Яковлев, В. И.** Начала аналитической механики / В. И. Яковлев. – Москва-Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2002. – 352 с.

3 **Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике** / А. А. Яблонский [и др.]; под ред. А. А. Яблонского. – М. : Высшая школа, 1985. – 367 с.

D. V. KOMNATNY

Gomel State Technical University named by P. O. Sukhoi, Gomel, Belarus

MATERIALS FOR PRACTICAL STUDIES ON STATICS FOR “RAILWAY AUTOMATICS AND TELEMCHANICS” SPECIALTY

The problems for practical studies on statics are suggested. They are expedient to be solved by students of “Railway automatics and telemechanics on the railway transport” specialty. Based on the materials collected by associated professor A. N. Dubko with the help of the author there was created a couple of problems of different complexity concerning lever mechanisms equilibrium calculations. There are presented the tasks of named problems with the purpose of their possible application for students’ class and home work.

Получено 28.02.2015

ISSN 2519-8742. Механика. Исследования и инновации. Вып. 9. Гомель, 2016

УДК 378.1

Л. П. НАЗАРОВА, Е. В. ФАЛЬКОВА

Сибирский государственный аэрокосмический университет им. академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия

ПРОБЛЕМЫ РЕФОРМИРОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ

Анализируются изменения в инженерном образовании России на пути от плановой экономики к рыночной. Формулируются существующие проблемы подготовки специалистов в технических вузах в условиях реформирования «сверху».