



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2011151858/28, 19.12.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
19.12.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.12.2011

(45) Опубликовано: 10.05.2012 Бюл. № 13

Адрес для переписки:

420066, г.Казань, ул. Красносельская, 51,  
Казанский государственный энергетический  
университет, ПИО

(72) Автор(ы):

**Маркин Юрий Сергеевич (RU),  
Маркин Олег Юрьевич (RU),  
Маркин Константин Олегович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

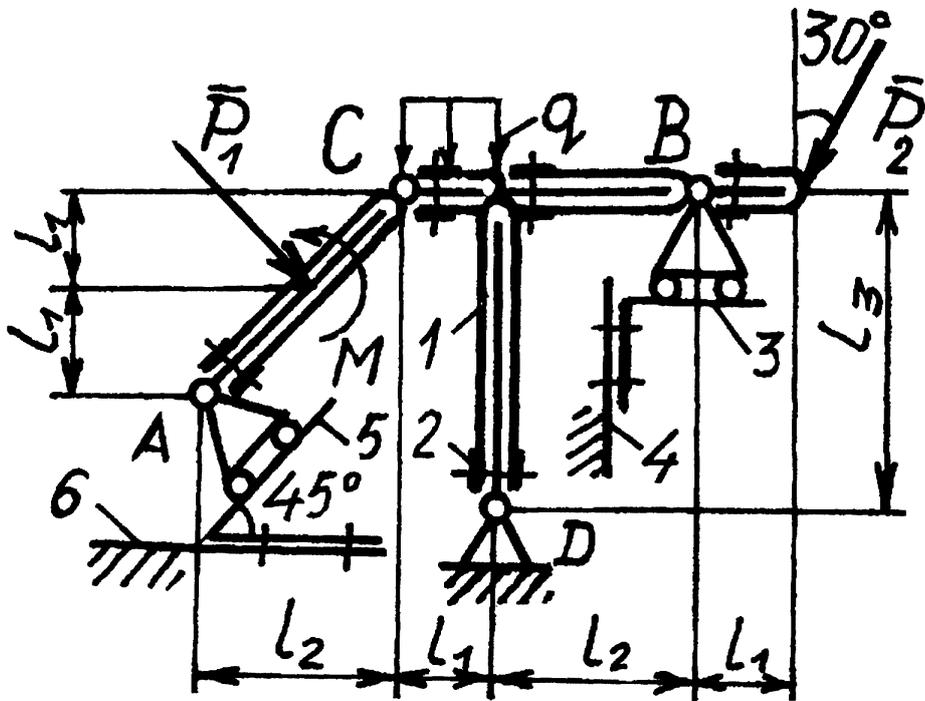
**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования "Казанский  
государственный энергетический  
университет" (ФГБОУ ВПО "КГЭУ") (RU)**

**(54) СОСТАВНАЯ КОНСТРУКЦИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И РЕАКЦИЙ ТРЕХ ОПОР**

**Формула полезной модели**

Составная конструкция устройства для определения сил взаимодействия и реакций трех опор, состоящая из левой и правой частей, связанных между собой вращательным шарниром, при этом левая часть составной конструкции состоит из наклонного стержня с уклоном вверх, нижняя часть которого связана с шарнирно-подвижной опорой с катками, находящимися на наклонной плоскости с левым уклоном, расположенной под углом 45° к горизонту, а правая часть составной конструкции представляет собой Т-образный стержень с асимметричной горизонтальной частью, опирающейся на расстоянии 2/3 длины правой горизонтальной части стержня на шарнирно-подвижную опору с катками, расположенными на горизонтальной площадке, причем вертикальная часть Т-образного стержня внизу шарнирно связана со станиной, отличающаяся тем, что наклонный стержень левой части составной конструкции и все части Т-образного стержня правой части составной конструкции выполнены телескопическими, при этом внешние стержни всех телескопических соединений снабжены клеммами на концах, которые у вертикальной части Т-образного стержня направлены вниз, у остальных телескопических соединений клеммы стержней направлены влево, а горизонтальная площадка, на которой находятся катки правой шарнирно-подвижной опоры, выполнена с возможностью перемещения вдоль вертикальной плоскости станины и жесткого закрепления к ней, причем наклонная плоскость левой части составной конструкции выполнена с возможностью перемещения вдоль горизонтальной плоскости и жесткого закрепления к ней.

RU 115892 U1



RU 115892 U1

Полезная модель относится к лабораторному оборудованию и может найти применение в учебных лабораториях по теоретической и прикладной механике технических вузов, техникумов и технических училищ.

Известна составная конструкция с приложенными к ней внешними силами и моментами (Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие для технических вузов. - 7-е изд., исправленное. - М.: Интеграл-Пресс, 2001, стр.23, рис.17, вар.13), состоящая из левой и правой частей, связанных между собой вращательным шарниром, левая часть состоит из наклонного стержня с уклоном вверх, нижняя часть которого связана с шарнирно-подвижной опорой с катками, находящимися на наклонной плоскости с левым уклоном, расположенной под углом  $45^\circ$  к горизонту, правая часть конструкции представляет собой Т-образный стержень с асимметричной горизонтальной частью, опирающейся на расстоянии  $2/3$  длины правой горизонтальной части стержня на шарнирно-подвижную опору с катками, расположенными на горизонтальной плоскости, а вертикальная часть Т-образного стержня внизу шарнирно связана со станиной.

Основной недостаток известной составной конструкции заключается в том, что она имеет постоянные размеры стержней (застывшую форму), т.е. постоянные линейные параметры стержней, что не позволяет студентам (обучающимся) проводить учебные исследования как теоретические, так и экспериментальные по выявлению зависимости величин реакций связей и сил взаимодействия частей конструкции от линейных размеров стержней.

Задача, на решение которой направлена полезная модель, заключается в том, чтобы у стержней составной конструкции можно было изменять их длину и обеспечить обучающимся проведение учебных исследований.

Технический результат достигается тем, что в составной конструкции устройства для определения сил взаимодействия и реакций трех опор, состоящей из левой и правой частей, связанных между собой вращательным шарниром, при этом левая часть составной конструкции состоит из наклонного стержня с уклоном вверх, нижняя часть которого связана с шарнирно-подвижной опорой с катками, находящимися на наклонной плоскости с левым уклоном, расположенной под углом  $45^\circ$  к горизонту, а правая часть составной конструкции представляет собой Т-образный стержень с асимметричной горизонтальной частью, опирающейся на расстоянии  $2/3$  длины правой горизонтальной части стержня на шарнирно-подвижную опору с катками, расположенными на горизонтальной площадке, причем вертикальная часть Т-образного стержня внизу шарнирно связана со станиной, согласно предлагаемой полезной модели, наклонный стержень левой части составной конструкции и все части Т-образного стержня правой части составной конструкции выполнены телескопическими, при этом внешние стержни всех телескопических соединений снабжены клеммами на концах, которые у вертикальной части Т-образного стержня направлены вниз, у остальных телескопических соединений клеммы стержней направлены влево, а горизонтальная площадка, на которой находятся катки правой шарнирно-подвижной опоры, выполнена с возможностью перемещения вдоль вертикальной плоскости станины и жесткого закрепления к ней, причем наклонная плоскость левой части составной конструкции выполнена с возможностью перемещения вдоль горизонтальной плоскости и жесткого закрепления к ней.

Такое исполнение составной конструкции позволило изменять размеры стержней и проводить учебные исследования обучающимся по выявлению зависимости величин реакций связей (опор) и сил взаимодействия частей конструкции от размеров стержней

и их частей.

На фиг. представлена схема составной конструкции.

Составная конструкция с приложенными к ней внешними силами и моментами состоит из левой АС и правой СВД частей, связанных между собой внутренним вращательным шарниром С. Левая часть состоит из наклонного стержня с уклоном вверх, нижняя часть которого в точке А связана с шарнирно-подвижной опорой с катками, находящимися на наклонной плоскости с левым уклоном, расположенной под углом  $45^\circ$  к горизонту. Правая часть конструкции представляет собой Т-образный стержень с асимметричной горизонтальной частью, опирающейся на расстоянии  $2/3$  длины правой горизонтальной части стержня в точке В на шарнирно-подвижную опору с катками, расположенными на горизонтальной плоскости. Вертикальная часть Т-образного стержня внизу в точке D шарнирно связана со станиной. Наклонный стержень АС левой части конструкции и все части П-образного стержня правой - выполнены телескопическими. При этом внешние стержни всех телескопических соединений снабжены клеммами на концах. Например, внешний стержень 1 телескопического соединения, расположенного над шарниром D, и клемма 2. Клемма у вертикальной части стержня расположена внизу, у остальных телескопических соединений всей конструкции клеммы расположены против хода часовой стрелки. Горизонтальная площадка 3, на которой находятся катки правой шарнирно-подвижной опоры, выполнена с возможностью перемещения вдоль вертикальной плоскости 4 станины и жесткого закрепления к ней в нужном положении. Наклонная плоскость 5 левой части выполнена с возможностью перемещения вдоль горизонтальной плоскости 6 и жесткого закрепления к ней в нужном положении.

Составная конструкция работает следующим образом.

Силы, приложенные к составной конструкции, образуют плоскую произвольную систему сил, находящуюся в равновесии. Для определения реакций опор (связей) и сил взаимодействия левой и правой частей конструкции используют, например, первую форму условий равновесия такой системы сил. Она заключается в следующем: для равновесия плоской произвольной системы сил необходимо и достаточно, чтобы алгебраическая сумма проекций действующих сил на каждую из координатных осей и алгебраическая сумма моментов относительно любого центра, лежащего в той же плоскости, должны быть равны нулю ( $\sum F_{kx} = 0, \sum F_{ky} = 0, \sum m_o(\bar{F}_k) = 0$ ).

Если вычислять реакции опор и силы взаимодействия двух частей составной конструкции при постоянных размерах стержней прототипа, то получают и значения сил постоянными. В предложенной составной конструкции все части стержней выполнены телескопическими с клеммами на концах, но при сохранении действующих сил и моментов первые два условия равновесия ( $\sum F_{kx} = 0, \sum F_{ky} = 0$ ) будут давать в обоих случаях один и тот же результат. И только третье условие равновесия ( $\sum m_o(\bar{F}_k) = 0$ ) при изменении длины стержней ступенчато и закреплении их с помощью клемм позволяет находить зависимости реакций опор и сил взаимодействия двух частей (АС и СВД) от размеров стержней. Если увеличивать длину телескопического соединения, например, расположенного выше точки А, то будет увеличиваться расстояние точки приложения силы  $P_1$  до опоры А. Следовательно, можно решать задачу о зависимости величин реакций опор от изменения расстояния от точки приложения силы  $P_1$  до точки А. Одновременно будет изменяться размер плеча силы  $P_1$  относительно точки D, относительно которой при решении задачи следует составлять

уравнение равновесия моментов сил, приложенных ко всей конструкции  $\{\sum m_D \{\bar{F}_k\} = 0\}$ .

Увеличение размеров плеч сил будет наблюдаться и при изменении длин остальных телескопических соединений. Следовательно, перед студентами (обучающимися) можно ставить несколько учебно-исследовательских задач. Конструкция позволяет при наличии соответствующих датчиков определять реакции опор и экспериментально и сравнивать результаты теоретических и экспериментальных исследований.

Таким образом, задача, поставленная перед полезной моделью, полностью выполнена. Предложенная составная конструкция позволяет организовать учебно-исследовательскую работу студентов младших курсов (1-го и 2-го) и значительно улучшить их инженерную подготовку.

#### (57) Реферат

Полезная модель относится к лабораторному оборудованию и может найти применение в учебных лабораториях по теоретической и прикладной механике технических вузов, техникумов и технических училищ.

Известная составная конструкция состоит из стержней с постоянными размерами. Это не позволяет организовать учебно-исследовательскую работу обучающихся.

В предложенной полезной модели все части стержней левой и правой частей конструкции выполнены телескопическими. Наружные стержни каждого телескопического соединения выполнены с клеммами на концах, которые у вертикальной части стержня расположена внизу, у остальных телескопических соединений клеммы стержней направлены против хода часовой стрелки, а горизонтальная площадка, на которой находятся катки правой шарнирно-подвижной опоры, выполнена с возможностью перемещения вдоль вертикальной плоскости станины и жесткого закрепления к ней в нужном положении, причем наклонная плоскость левой части выполнена с возможностью перемещения вдоль горизонтальной плоскости и жесткого закрепления к ней в нужном положении.

Это позволило изменять размеры стержней и организовывать учебно-исследовательскую работу студентов младших курсов и значительно улучшить их инженерную подготовку.

## РЕФЕРАТ

Составная конструкция устройства для определения  
сил взаимодействия и реакций трех опор

Полезная модель относится к лабораторному оборудованию и может найти применение в учебных лабораториях по теоретической и прикладной механике технических вузов, техникумов и технических училищ.

Известная составная конструкция состоит из стержней с постоянными размерами. Это не позволяет организовать учебно-исследовательскую работу обучающихся.

В предложенной полезной модели все части стержней левой и правой частей конструкции выполнены телескопическими. Наружные стержни каждого телескопического соединения выполнены с клеммами на концах, которые у вертикальной части стержня расположена внизу, у остальных телескопических соединений клеммы стержней направлены против хода часовой стрелки, а горизонтальная площадка, на которой находятся катки правой шарнирно-подвижной опоры, выполнена с возможностью перемещения вдоль вертикальной плоскости станины и жесткого закрепления к ней в нужном положении, причем наклонная плоскость левой части выполнена с возможностью перемещения вдоль горизонтальной плоскости и жесткого закрепления к ней в нужном положении.

Это позволило изменять размеры стержней и организовывать учебно-исследовательскую работу студентов младших курсов и значительно улучшить их инженерную подготовку.



G 01 N 3/00

## Составная конструкция устройства для определения сил взаимодействия и реакций трех опор

Полезная модель относится к лабораторному оборудованию и может найти применение в учебных лабораториях по теоретической и прикладной механике технических вузов, техникумов и технических училищ.

Известна составная конструкция с приложенными к ней внешними силами и моментами (Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие для технических вузов. – 7-е изд., исправленное. – М.: Интеграл-Пресс, 2001, стр. 23, рис. 17, вар.13), состоящая из левой и правой частей, связанных между собой вращательным шарниром, левая часть состоит из наклонного стержня с уклоном вверх, нижняя часть которого связана с шарнирно-подвижной опорой с катками, находящимися на наклонной плоскости с левым уклоном, расположенной под углом  $45^\circ$  к горизонту, правая часть конструкции представляет собой Т-образный стержень с асимметричной горизонтальной частью, опирающейся на расстоянии  $2/3$  длины правой горизонтальной части стержня на шарнирно-подвижную опору с катками, расположенными на горизонтальной плоскости, а вертикальная часть Т-образного стержня внизу шарнирно связана со станиной.

Основной недостаток известной составной конструкции заключается в том, что она имеет постоянные размеры стержней (застывшую форму), т. е. постоянные линейные параметры стержней, что не позволяет студентам (обучающимся) проводить учебные исследования как теоретические, так и экспериментальные по выявлению зависимости величин реакций связей и сил взаимодействия частей конструкции от линейных размеров стержней.

Задача, на решение которой направлена полезная модель, заключается в том, чтобы у стержней составной конструкции можно было изменять их длину и обеспечить обучающимся проведение учебных исследований.

Технический результат достигается тем, что в составной конструкции устройства для определения сил взаимодействия и реакций трех опор, состоящей из левой и правой частей, связанных между собой вращательным шарниром, при этом левая часть составной конструкции состоит из наклонного стержня с уклоном вверх, нижняя часть которого связана с шарнирно-подвижной опорой с катками, находящимися на наклонной плоскости с левым уклоном, расположенной под углом  $45^\circ$  к горизонту, а правая часть составной конструкции представляет собой Т-образный стержень с асимметричной горизонтальной частью, опирающейся на расстоянии  $2/3$  длины правой горизонтальной части стержня на шарнирно-подвижную опору с катками, расположенными на горизонтальной площадке, причем вертикальная часть Т-образного стержня внизу шарнирно связана со станиной, *согласно предлагаемой полезной модели*, наклонный стержень левой части составной конструкции и все части Т-образного стержня правой части составной конструкции выполнены телескопическими, при этом внешние стержни всех телескопических соединений снабжены клеммами на концах, которые у вертикальной части Т-образного стержня направлена вниз, у остальных телескопических соединений клеммы стержней направлены влево, а горизонтальная площадка, на которой находятся катки правой шарнирно-подвижной опоры, выполнена с возможностью перемещения вдоль вертикальной плоскости станины и жесткого закрепления к ней, причем наклонная плоскость левой части составной конструкции выполнена с возможностью перемещения вдоль горизонтальной плоскости и жесткого закрепления к ней.

Такое исполнение составной конструкции позволило изменять размеры стержней и проводить учебные исследования обучающимся по выявлению зависимости величин реакций связей (опор) и сил взаимодействия частей конструкции от размеров стержней и их частей.

На фиг. представлена схема составной конструкции.

Составная конструкция с приложенными к ней внешними силами и моментами состоит из левой АС и правой СВД частей, связанных между со-

бой внутренним вращательным шарниром С. Левая часть состоит из наклонного стержня с уклоном вверх, нижняя часть которого в точке А связана с шарнирно-подвижной опорой с катками, находящимися на наклонной плоскости с левым уклоном, расположенной под углом  $45^\circ$  к горизонту. Правая часть конструкции представляет собой Т-образный стержень с асимметричной горизонтальной частью, опирающейся на расстоянии  $2/3$  длины правой горизонтальной части стержня в точке В на шарнирно-подвижную опору с катками, расположенными на горизонтальной плоскости. Вертикальная часть Т-образного стержня внизу в точке D шарнирно связана со станиной. Наклонный стержень АС левой части конструкции и все части П-образного стержня правой – выполнены телескопическими. При этом внешние стержни всех телескопических соединений снабжены клеммами на концах. Например, внешний стержень 1 телескопического соединения, расположенного над шарниром D, и клемма 2. Клемма у вертикальной части стержня расположена внизу, у остальных телескопических соединений всей конструкции клеммы расположены против хода часовой стрелки. Горизонтальная площадка 3, на которой находятся катки правой шарнирно-подвижной опоры, выполнена с возможностью перемещения вдоль вертикальной плоскости 4 станины и жесткого закрепления к ней в нужном положении. Наклонная плоскость 5 левой части выполнена с возможностью перемещения вдоль горизонтальной плоскости 6 и жесткого закрепления к ней в нужном положении.

Составная конструкция работает следующим образом.

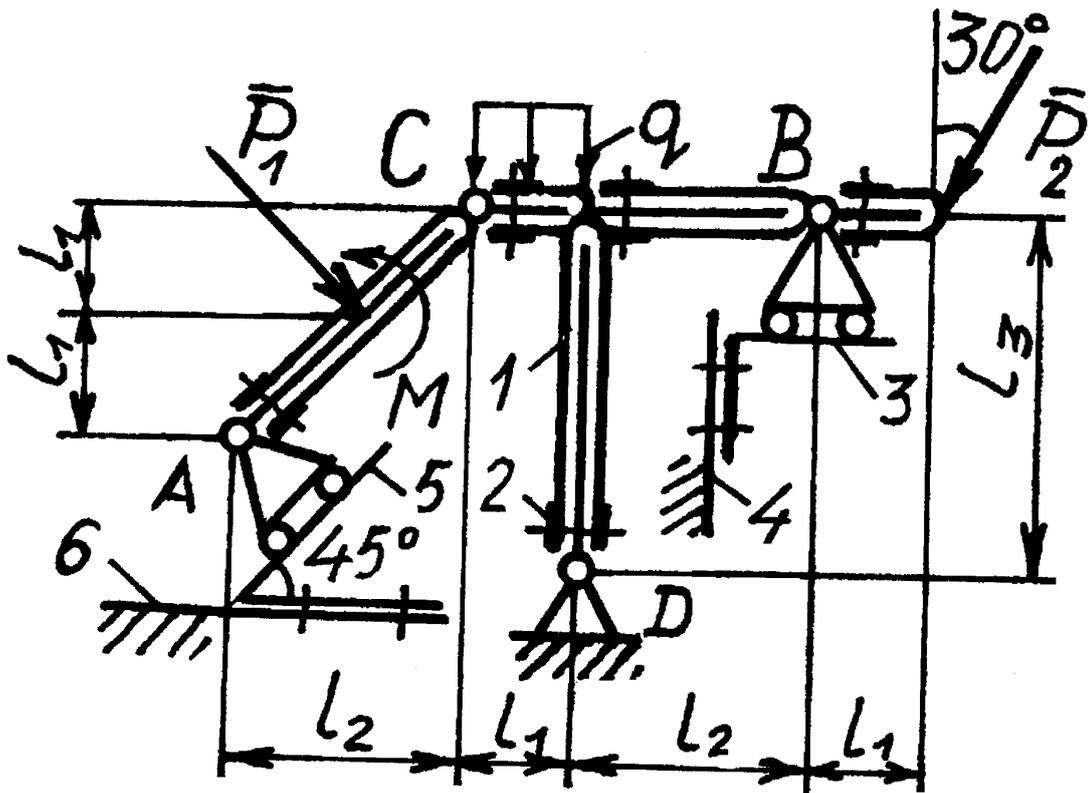
Силы, приложенные к составной конструкции, образуют плоскую произвольную систему сил, находящуюся в равновесии. Для определения реакций опор (связей) и сил взаимодействия левой и правой частей конструкции используют, например, первую форму условий равновесия такой системы сил. Она заключается в следующем: для равновесия плоской произвольной системы сил необходимо и достаточно, чтобы алгебраическая сумма проекций действующих сил на каждую из координатных осей и алгебраическая

сумма моментов относительно любого центра, лежащего в той же плоскости, должны быть равны нулю ( $\sum F_{kx} = 0$ ,  $\sum F_{ky} = 0$ ,  $\sum m_o(\bar{F}_k) = 0$ ).

Если вычислять реакции опор и силы взаимодействия двух частей составной конструкции при постоянных размерах стержней прототипа, то получают и значения сил постоянными. В предложенной составной конструкции все части стержней выполнены телескопическими с клеммами на концах, но при сохранении действующих сил и моментов первые два условия равновесия ( $\sum F_{kx} = 0$ ,  $\sum F_{ky} = 0$ ) будут давать в обоих случаях один и тот же результат. И только третье условие равновесия ( $\sum m_o(\bar{F}_k) = 0$ ) при изменении длины стержней ступенчато и закреплении их с помощью клемм позволяет находить зависимости реакций опор и сил взаимодействия двух частей (АС и CBD) от размеров стержней. Если увеличивать длину телескопического соединения, например, расположенного выше точки А, то будет увеличиваться расстояние точки приложения силы  $P_1$  до опоры А. Следовательно, можно решать задачу о зависимости величин реакций опор от изменения расстояния от точки приложения силы  $P_1$  до точки А. Одновременно будет изменяться размер плеча силы  $P_1$  относительно точки D, относительно которой при решении задачи следует составлять уравнение равновесия моментов сил, приложенных ко всей конструкции ( $\sum m_D(\bar{F}_k) = 0$ ). Увеличение размеров плеч сил будет наблюдаться и при изменении длин остальных телескопических соединений. Следовательно, перед студентами (обучающимися) можно ставить несколько учебно-исследовательских задач. Конструкция позволяет при наличии соответствующих датчиков определять реакции опор и экспериментально и сравнивать результаты теоретических и экспериментальных исследований.

Таким образом, задача, поставленная перед полезной моделью, полностью выполнена. Предложенная составная конструкция позволяет организовать учебно-исследовательскую работу студентов младших курсов (1-го и 2-го) и значительно улучшить их инженерную подготовку.

Составная конструкция устройства для определения  
сил взаимодействия и реакций трех опор



Фиг.