

УДК 631.303

© Г.А. Хайлис, д.т.н.

Уманский национальный университет садоводства

Н.Н. Толстушко, к.т.н., Н.А. Толстушко, к.т.н.,

В.Л. Мартынюк, к.т.н.

Луцкий национальный технический университет

В.Г. Шевчук

ОСП АТК Уманского национального университета садоводства

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ ДВУХОСНОЙ МАШИНЫ

В статье рассмотрено определение положения центра тяжести двухосной машины.

ДВУХОСНАЯ МАШИНА, КУЗОВ, КОЛЕСО, ЦЕНТР ТЯЖЕСТИ, СИЛА, ПОЧВА.

Постановка проблемы. В народном хозяйстве применяется много машин, которые движутся по полям с разным уклоном в ту или другую сторону. Для решения вопросов устойчивого движения каждой такой машины нужно знать положение ее центра тяжести. Часто для этих целей используются данные, получаемые при определении силы давления каждого колеса машины на опорную плоскость. По этим данным можно определить положение центра, пользуясь законами теоретической механики.

Анализ последних исследований и публикаций. По работе трактора и агрегируемых с ним машин проведены исследования [1-5], однако мало внимания было уделено определению положения центра тяжести двухосной машины.

Цель исследования – определить положение центра тяжести двухосной машины.

Результаты исследования. Рассмотрим это на примере самоходной двухосной машины. Ее схема представлена на рис. 1. Машина опирается на 4 колеса, из них передняя ее ось 2 находится на двух колесах под номерами 4 и 5, а задняя ось 3 также находится на двух колесах 6 и 7. Передние и задние колеса могут быть разных размеров, но на рис. 1 они одинаковы.

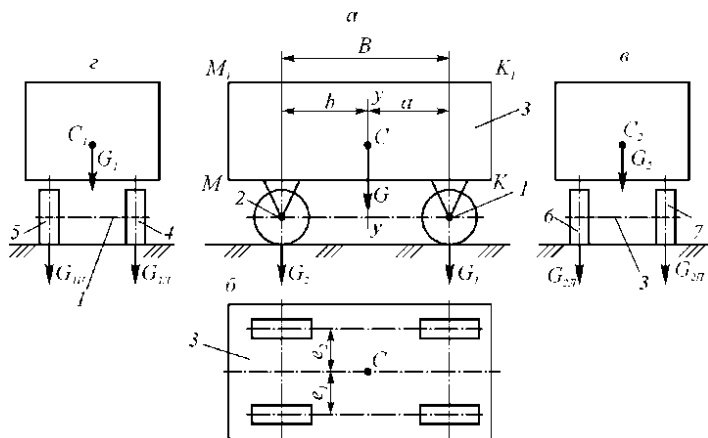


Рис. 1 – Схема двухосной самоходной машины на четырех колесах (а – вид сбоку; б – вид сверху; в – вид сзади; г – вид спереди): 1 – передняя ось; 2 – задняя ось; 3 – кузов; 4 – левое переднее колесо; 5 – правое переднее колесо; 6 – левое заднее колесо; 7 – правое заднее колесо

Обозначим через G_1 силу давления передних колес на почву, а через G_2 силу давления задних колес на почву. Общую силу давления всех четырех колес на почву обозначим G . Тогда

$$G = G_1 + G_2. \quad (1)$$

Силы G_1 и G_2 определяются экспериментально. Например, с помощью весов, устанавливаемых под колесами. Обозначим расстояние между передней и задней осями колес B , положение центра тяжести машины C , расстояние по горизонтали между центром C и передней осью a , а расстояние между центром C и задней осью по горизонтали обозначим b . Положение центра C на рис. 1 не является точным, оно приближенное, более точное его значение будет приведено ниже. В соответствии с положениями теоретической механики будем иметь:

$$G_2 \cdot b = G_1 \cdot a, \quad (2)$$

где

$$a + b = B. \quad (3)$$

Из этих двух уравнений находим:

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{G_2}{G_1} b; \\ b &= B - a. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Мы нашли расстояния a и b , определяющие положение вертикальной поперечной плоскости, в которой действует сила тяжести G машины.

Для определения линии действия силы G рассмотрим сначала силы, с которыми действуют каждое ее колесо на почву.

На рис. 1 представлены передняя и задняя оси машины с колесами. Передние правое и левое колеса давят на почву с силами $G_{1П}$ и $G_{1Л}$, а задние колеса давят на почву с силами $G_{2П}$ и $G_{2Л}$, причем

$$\left. \begin{aligned} G_{1П} + G_{1Л} &= G_1; \\ G_{2П} + G_{2Л} &= G_2, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где $G_{1П}$, $G_{1Л}$, $G_{2П}$ и $G_{2Л}$ – силы давления колес 4, 5, 6 и 7 на почву.

При

$$(G_{1П} + G_{2П})e_1 = (G_{1Л} + G_{2Л})e_2, \quad (6)$$

где e_1 и e_2 – расстояния по горизонтали от продольной вертикальной плоскости, в которой находится центр C тяжести машины, до средних вертикальных плоскостей симметрии колес 4, 5, 6 и 7 (рис. 1).

Сумму $e_1 + e_2$ обозначим e . Тогда уравнение (6) можно представить следующим образом:

$$(G_{1П} + G_{2П})e_1 = (G_{1Л} + G_{2Л})(e - e_1). \quad (7)$$

Отсюда находим e_1 :

$$e_1 = e \frac{G_{1Л} + G_{2Л}}{G_{1П} + G_{2П} + G_{1Л} + G_{2Л}}. \quad (8)$$

Мы определили положение вертикальной линии, на которой находится центр C тяжести машины. Эта линия обозначена $y - y$.

Для определения положения центра C на ней (т.е. на линии $y - y$) рассмотрим схему на рис. 2. На этом рисунке представлено пространственное изображение кузова машины в виде параллелепипеда. Нижняя линия KM на рис. 2 соответствует

нижней плоскости, которая обозначена линией KM на рис. 1, а плоскость $KK_1K_2K_3$ на рис. 2 соответствует линии KK_1 на рис. 1. Точно также линия yCy на рис. 2 соответствует линии yCy на рис. 1. Линия yCy на рис. 2, пересекла плоскость $m_1m_1m_1$ в точке C , являющейся центром тяжести C машины. Линия $y-y$ находится в зоне пересечения плоскостей $K'D'N'M'$ и $L_1L_2L_3L_4$, а в точке пересечения линии $y-y$ и плоскости $m_1m_1m_1$ находится центр тяжести C , о котором выше говорилось.

Из изложенного видно, что нужно знать положение плоскости $L_1L_2L_3L_4$, которая перпендикулярна оси E_1E_2 кузова. Для определения ее положения надо установить кузов машины вертикально со всеми тяжестями, которые имеются в нем, а под кузовом по углам установить весы (рис. 3), всего будет четверо весов, т.е. под каждым углом будут одни весы (на рис. 3 показаны лишь двое весов, но фактически имеются четыре прибора – по одному прибору на каждый угол под точками K, K_1, K_2 и K_3) и определить надо показания весов.

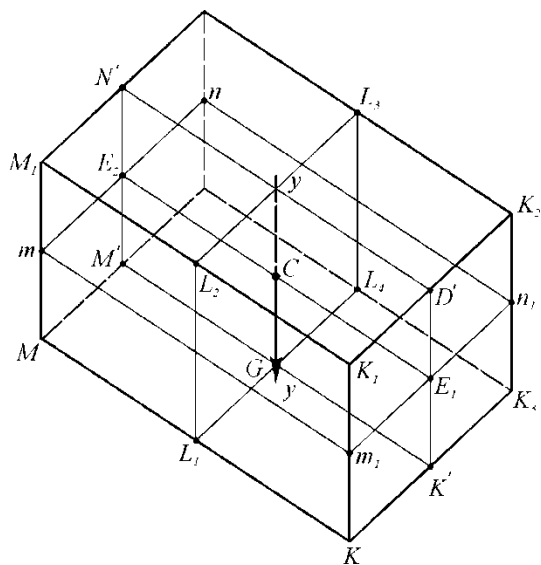


Рис. 2 – Схема, иллюстрирующая расположение плоскостей $L_1L_2L_3L_4$ и $K'D'N'M'$ в кузове самоходной машины

Показание прибора (весов) под углом K кузова обозначим G_K , показание прибора под углом K_1 кузова обозначим G_{K1} , показание прибора под углом K_2 кузова обозначим G_{K2} , а показание прибора под углом K_3 обозначим G_{K3} . Если по аналогии с уравнениями (2) и (7) составить уравнение, то

$$(G_K + G_{K1})l_1 = (G_{K2} + G_{K3})l_2, \quad (9)$$

где l_1 – расстояние от середины верхней плоскости весов в зоне K (рис. 3) до вертикальной линии, опущенной из центра C ;

l_2 – расстояние от середины верхней плоскости весов в зоне K_1 (рис. 3) до вертикальной линии, опущенной из центра C (рис. 3).

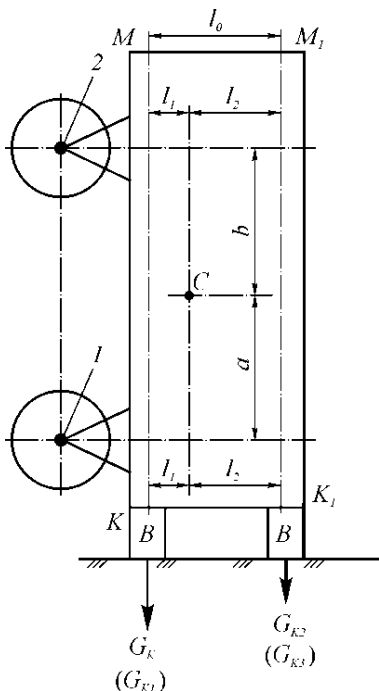


Рис. 3 – Схема установки машины на ребро на четырех весах B для определения сил давления каждого угла кузова на почву

Из приведенного равенства (7) может быть определено положение центра тяжести C двухосной машины. Если добавить к (9), с учетом рис. 3, равенство

$$l_0 = l_1 + l_2, \quad (10)$$

где l_0 – расстояние между серединами каждой площадки двух весов, установленных в плоскости KMM_1K_1 , то можно прийти к уравнению

$$(G_K + G_{K1})l_1 = (G_{K2} + G_{K3})(l_0 - l_1), \quad (11)$$

откуда

$$l_1 = \frac{(G_{K2} + G_{K3}) \cdot l_0}{G_K + G_{K1} + G_{K2} + G_{K3}}. \quad (12)$$

Выводы. Так определяется расстояние l_1 , характеризующие положение центра C тяжести двухосной машины по высоте. Кроме равенства (12) положение центра C определяется с помощью равенств (4).

Литература

1. Львов Е.Д. Теория трактора / Львов Е.Д. – М.: Машгиз, 1960. – 252 с.
2. Тракторы: Теория / [Гуськов В.В., Велев Н.Н., Атаманов Ю.Е. и др.]; под ред. В.В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с.
3. Чудаков Д.А. Основы теории трактора и автомобиля / Чудаков Д.А. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 312 с.
4. Хайлис Г.А. Анализ действующих на трактор сил при его работе на склоне поля / Г.А. Хайлис, В.А. Шейченко, И.А. Дудников, И.С. Мурованый, Н.Н. Толстушко, В.В. Шевчук // Сільськогосподарські машини. Зб. наук. ст. Вип. 38. – Луцьк: ПП Іванюк В.П. – 2017. – С. 151 – 161.
5. Павловський М.А. Теоретична механіка: підручник / Павловський М.А. – К.: Техніка, 2004. – 512 с.