

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗВЕНЬЕВ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

А.И. Валекжанин

Статья содержит методику и результаты определения координат центра масс и моментов инерции для автомобиля КамАЗ-5410, полуприцепа ОдАЗ-9370, трактора Т-150К, сеялки СЗП-3,6, культиватора КПШ-5.

Исследование движения мобильных машин невозможно без знания кинематических, силовых, массово-геометрических соотношений как мобильной машины в целом, так и составляющих ее элементов. В зависимости от целей и задач исследования, производится обоснование массы мобильных машин [1] либо моменты инерции звеньев мобильных машин входят составной частью в критерии, по которым оценивается движение мобильной машины [2], либо исследуется влияние массово-геометрических характеристик на движение мобильных машин [3]. Некоторые из них приводятся в справочной литературе. Данные по моментам инерции звеньев мобильных машин в научно-технической литературе практически отсутствуют.

Целью настоящей работы является разработка методики и определение координат центров масс (ц.м.) и моментов инерции звеньев мобильных машин.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В АлтГТУ разработана конструкция стенда и методика, позволяющая определить координаты ц.м. и моменты инерции звеньев мобильных машин. Основу конструкции стенда составляют платформа, две опоры, обеспечивающие возможность вращательного движения платформы относительно трех осей и комплект пружин известной жесткости, а также комплект измерительно-регистрирующей аппаратуры, позволяющий записать характер колебательного движения платформы и измерить время одного колебания платформы стенда.

Для определения положения ц.м. мобильной машины на продольной оси X (рис.1) необходимо закрепить платформу стенда на оси шарнирно-неподвижной опоры таким образом, чтобы ось опоры была перпендикулярна продольной оси платформы. Поместить мобильную машину на платформу и динамометром, установленным под платформой, измерить вертикальную силу.

Составить уравнение равновесия системы «мобильная машина – платформа» относительно точки B .

$$\sum_{i=1}^n m_B(F_i) = R_c d + P_c c_c = 0, \quad (1)$$

где R_c - показания динамометра для системы «мобильная машина – платформа»; P_c - вес системы «мобильная машина – платформа»; d - расстояние между динамометром и осью качания; c_c - расстояние между ц.м. масс системы и осью качания.

Из уравнения (1) определить смещение ц.м. системы c_c относительно оси качания.

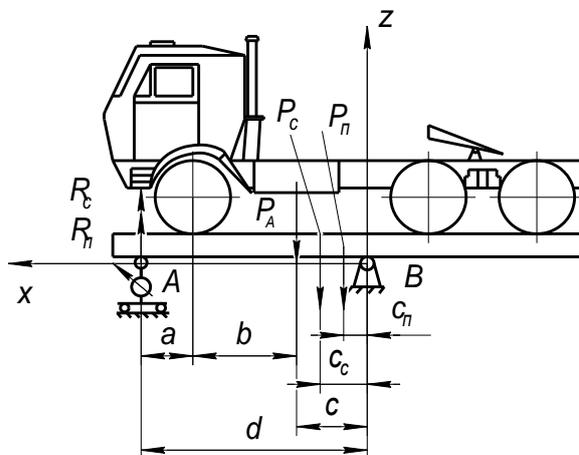


Рис. 1. Определение продольной координаты центра масс

Повторить измерение с ненагруженной платформой и определить продольную координату ц.м. платформы c_i . Определить смещение « c » ц.м. мобильной машины от оси качания по формуле:

$$c = \frac{c_n P_n - P_i c_i}{P_A} \quad (2)$$

где C , C_c и $C_{\bar{y}}$ - смещение ц.м. от оси качения для мобильной машины, системы «мобильная машина - платформа» и платформы, соответственно. $P_A, P_c, P_{\bar{y}}$ - вес мобильной машины, системы и платформы, соответственно.

Определение поперечной координаты y производится аналогично. Предварительно необходимо закрепить платформу стенда на оси шарнирно-неподвижной опоры таким образом, чтобы ось была перпендикулярна поперечной оси платформы. Для определения высоты ц.м. необходимо повторить опыт, повернув платформу на угол α (рис.2).

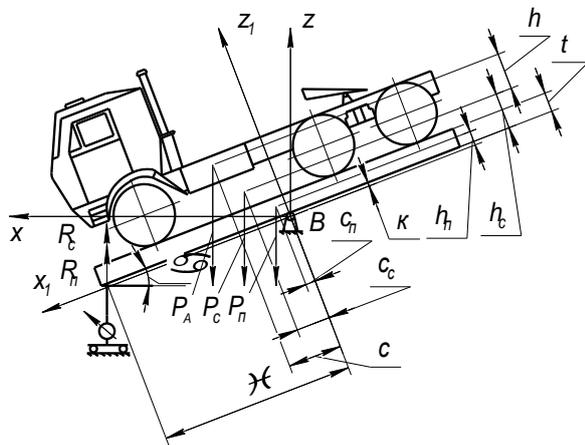


Рис. 2. Определение высоты центра масс

Для определения моментов инерции платформу стенда необходимо установить на опору соответствующего типа, обеспечивающую возможность колебательного движения относительно выбранной оси под воздействием пружин, установленных между платформой и рамой стенда. На (рис. 3) приведен пример установки мобильной машины для определения момента инерции относительно вертикальной оси z . Мобильная машина должна быть установлена таким образом, чтобы ц.м системы находился на оси z_1 опоры стенда. При необходимости производится корректировка положения ц.м. системы перемещением противовеса (на рис. не показан).

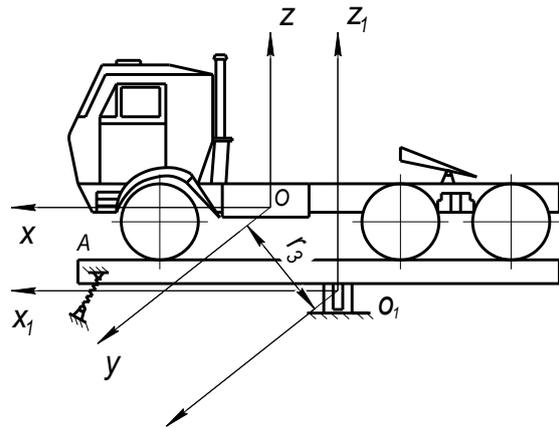


Рис. 3. Определение момента инерции относительно оси z

Для определения периода одного колебания необходимо повернуть платформу в горизонтальной плоскости на небольшой угол и отпустить без начальной скорости. Платформа будет совершать свободные затухающие колебания. Характер колебательного процесса и временные отметки записывается при помощи самописца Н-338-6п (рис. 4).

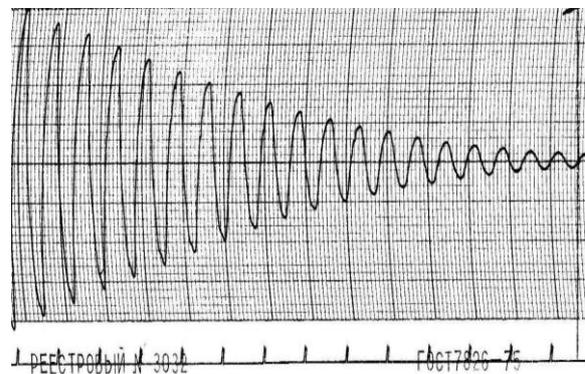


Рис. 4. Пример записи колебаний платформы стенда

Частота колебаний платформы определяется по формуле (3) [4].

$$k = \sqrt{\frac{cl_{AO_1}^2}{J_{z_1}^c}} \quad (3)$$

где k - частота колебаний, c^{-1} ; c - жесткость эквивалентной пружины, Н/м; $J_{x_1}^{\bar{n}}$ - момент инерции системы «мобильная машина - платформа» относительно оси x_1 , $кгм^2$; l_{AO_1} -

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗВЕНЬЕВ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

расстояние от пружины до оси качания, м; T - период одного колебания, с.

Вычислить моменты инерции системы и платформы по формулам (4) [4].

$$J_{z_1}^c = \frac{T^2 c l_{AO_1}^2}{4\pi^2}, \quad J_{z_1}^i = \frac{T_1^2 c l_{AO_1}^2}{4\pi^2} \quad (4)$$

где $J_{z_1}^c$ и $J_{z_1}^i$ - момент инерции системы и платформы относительно оси z_1 , соответственно; $l_{AO_1}^2$ - расстояние между осью вращения и точкой крепления пружин; T и T_1 - период одного колебания системы и платформы, соответственно; c - эквивалентная жесткость пружин.

Вычислить момент инерции машины относительно оси z , проходящей через ц.м., по формулам (5) [4].

$$J_{z_1} = J_{z_1}^c - J_{z_1}^i, \quad J_z = J_{z_1} - m_A r_3^2 \quad (5)$$

где J_{z_1} , J_z - моменты инерции машины относительно оси качания z_1 и z , проходящей через ее ц.м, соответственно;

m_A - масса мобильной машины; r_3 - расстояние между осями z_1 и z .

Результаты определения массово-геометрических характеристик приведены в табл.1. Параметры, не используемые в дальнейших теоретических исследованиях, не определялись и в табл.1 не приведены.

ВЫВОДЫ

1. Разработанная конструкция стенда и методика позволяют определить массово-геометрические характеристики звеньев мобильных машин с высокой точностью и минимальными трудовыми затратами.

2. Полученные значения координат центров масс и моментов инерции могут служить исходными данными для математического моделирования движения мобильных машин.

3. Вычислив радиусы инерции звена мобильной машины, можно с достаточной точностью определить моменты инерции звеньев мобильных машин, имеющих близкие значения массы и габаритные размеры.

Таблица 1

Массово-геометрические характеристики звеньев мобильных машин.

Наименование показателя	Полуприцеп ОдА3-9370	КамАЗ-5410	Сеялка СЗП-3.6	Трактор Т-150К	Культиватор КПШ-5
Расстояние от центра задней тележки до ц.м, м;	2,209	1,802	Параметр не определялся	Параметр не определялся	Параметр не определялся
Высота ц.м, м;	1,034	0,745	Параметр не определялся	0,751	0,44
J_y , кг·м ² ;	65180	37632	Параметр не определялся	43082	2650
J_z , кг·м ² .	38906	15620	2987	19307	Параметр не определялся

ЛИТЕРАТУРА

1. Зангиев А.А. Оптимизация массы и скорости машинно-тракторных агрегатов / А.А. Зангиев // Механизация и электрификация сельского хозяйства - 1998 - №5. С. 8-10.

2. Мясищев Д.Г. Оптимизация управления поворотом шарнирно-сочлененного трактора / Д.Г. Мясищев // Тракторы и сельскохозяйственные машины - 2002 - №1. С. 31-33.

3. Рославцев А.В. Средства исследования движения МТА / А.В. Рославцев, В.М. Авдеев, В.М. Третяк // Тракторы и сельскохозяйственные машины - 1999 - №3. С. 26-29.

4. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: [учеб. для вузов] / С.М. Тарг. - Изд. 17-е. - М.: Высш. шк., 2007. - 416 с.