

УДК 622.684

ВЫБОР МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ЦЕНТРА МАСС КАРЬЕРНОГО АВТОСАМОСВАЛА

Дадонов М.В., к.т.н., доцент
Беляев А.В., студент гр. ТКб-171, 4 курс
Другов И.Ю., студент гр. МАб-171, 4 курс
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева г. Кемерово

Центр масс твердого тела – это геометрическая точка, показывающая распределение масс в теле или механической системе.

Координаты центра масс карьерного автосамосвала – это важная характеристика, которая позволяет более точно определять воздействие на автосамосвал внешних сил в различных эксплуатационных ситуациях, а также оценивать степень их влияния на тот или иной процесс, происходящий в системе «карьерный автосамосвал – карьерная автодорога».

Однако при этом координаты центра масс карьерного автосамосвала не являются паспортной характеристикой, поскольку они зависят не только от взаимного расположения элементов карьерного автосамосвала, но и от массы и расположения на нем других тел (груз, люди, налипшая грязь, и т.д.). Разумеется, наибольшее влияние на координаты центра масс карьерного автосамосвала оказывает груз, его плотность, количество, расположение. Разработанный программный блок оперативного расчета координат центра масс карьерного автосамосвала может войти в состав любого автоматизированного расчетного информационного блока по контролю за технико-эксплуатационными показателями (например, износом крупногабаритных шин, техническим состоянием несущих конструкций, безопасными и экономичными скоростными режимами движения и т.п.).

Для решения поставленной задачи необходимо рассмотреть существующие методы определения центра масс автомобилей и проанализировать их преимущества и недостатки применительно к карьерным автосамосвалам большой и особо большой грузоподъемности.

Наибольший интерес представляют собой три методики определения координат центра масс автомобилей:

1. Расчет координат центра масс автомобиля на основании определения координат центров масс его отдельных агрегатов.
2. Определение координат центра масс автомобиля путем его взвешивания.
3. Определение координат центра масс автомобиля по величине пятен контакта шин с дорогой.

Суть *первой методики* заключается в определении координат центра масс каждого отдельно взятого агрегата, зная которые можно составить и решить уравнения моментов сил и реакций, действующих на автосамосвал, в трех взаимно перпендикулярных плоскостях.

Координаты центра масс автомобиля:

$$\begin{aligned}x_c &= \frac{\sum m_i x_i}{m}, \\y_c &= \frac{\sum m_i y_i}{m}, \\z_c &= \frac{\sum m_i z_i}{m},\end{aligned}$$

где m_i – масса $i^{\text{го}}$ агрегата,

x_i, y_i, z_i – координаты центра масс $i^{\text{го}}$ агрегата,

m – масса автомобиля.

Преимуществами данной методики являются:

- полностью аналитический способ расчета, т.е. возможность автоматизации расчетов и моделирования эксплуатационных процессов при различной степени загрузки автосамосвалов, для различных видов горной массы и т.д.;
- отсутствие каких-либо капитальных вложений;
- оперативность расчетов;
- удовлетворительная точность расчетов.

Недостатком данной методики является сложность получения исходных данных для расчета.

Вторая методика по своей сути является экспериментально-аналитической. Распределение массы автомобиля определяется взвешиванием. Взвешивание производится с помощью специального оборудования. В процессе взвешивания определяют подрессоренную и неподрессоренную массы автомобиля в двух состояниях – с нагрузкой и без.

Преимуществом данной методики является высокая точность измерений.

К недостаткам можно отнести:

- необходимость специального оборудования;
- высокая трудоемкость исследований;
- требования к квалификации персонала;
- невозможность оперативного получения данных;
- сложность применения данной методики из-за большой массы карьерных автосамосвалов.

Третья методика позволяет находить координаты центра масс автомобиля по величине пятен контакта колес с дорогой.

По величине пятна контакта шины с опорной поверхностью, зная давление в шине и ее сопротивление деформации, можно определить величину нормальной реакции. Определив нормальные реакции всех колес карьерного автосамосвала можно рассчитать координаты его центра масс.

К преимуществам данной методики можно отнести:

- отсутствие материальных вложений;
- оперативность расчетов;
- возможность автоматизации расчетов;
- применяемость методики к карьерным автосамосвалам.

Основным недостатком данной методики можно отнести высокий уровень погрешности расчетов.

Таким образом, для определения координат центра масс карьерных автосамосвалов можно применять только первую и вторую методики, причем обе методики позволяют создать расчётно-динамическую программу определения координат центра масс карьерных автосамосвалов в процессе эксплуатации в реальном времени. Анализ полученных с помощью такой программы данных позволит оценивать и контролировать степень влияния режимов загрузки и движения автосамосвалов на их эксплуатационные характеристики и показатели надежности, разрабатывать мероприятия по повышению ресурса крупногабаритных шин и несущих систем автосамосвалов и снижению аварийных простоев.

Список литературы:

1. Michail Dadonov, Alexander Kulpin, Oleg Ostanin, Erkin Suleimenov Distribution of Static Normal Reactions to Wheels of Open-Pit Dump Trucks Depending on the Longitudinal and Cross Sections of the Open-Pit Road./ Сборник E3S Web of Conferences 105, 03009 (2019), IVth International Innovative Mining Symposium, 2019, С. 03009.
2. Mikhail Dadonov, Alexander Kulpin, Valery Borovtsov, Anar Zhunusbekova Effect of aerodynamic loads on redistribution of normal reactions of quarry dump trucks tires./ Сборник E3S Web of Conferences 174, 03018 (2020), Vth International Innovative Mining Symposium, 2020.
3. Дадонов М.В., Кульпин А.Г. О необходимости определения и количественного учета факторов, влияющих на динамическое перераспределение нагрузки на крупногабаритные шины карьерных автосамосвалов в эксплуатации./ Современные вопросы естествознания и экономики: Сборник трудов Международной научно-практической конференции. – Прокопьевск: [электронное издание] изд-во филиала КузГТУ в г. Прокопьевске, 2019. – 276 с.
4. Дадонов М.В., Беляев А.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАМЕДЛЕНИЯ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ НА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАСС./ Сборник материалов XI Всерос. научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая», 16-19 апр. 2019 г., Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева»; редкол.: С. Г. Костюк (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово, 2019.
5. Дадонов М.В., Другов И.Ю. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УСКОРЕНИЯ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ НА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАСС./ Сборник материалов XI Всерос. научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая», 16-19 апр. 2019 г., Кемерово

[Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева»; редкол.: С. Г. Костюк (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово, 2019.

6. Кудреватых А. В., Ащеулов А. С., Ащеулова А. С. Методика определения технического состояния редукторов моторколеса автосамосвалов БЕЛАЗ по параметрам масла // Вестник КузГТУ. 2020. № 1. С. 49-55

7. Кудреватых А.В. Безразборное определение фактического технического состояния редукторов горнодобывающего оборудования / А.В. Кудреватых, А.С. Ащеулов, А.С. Ащеулова // Современные вопросы естествознания и экономики: Сборник трудов Международной научно-практической конференции. - Прокопьевск: [электронное издание] изд-во филиала КузГТУ в г. Прокопьевске, 2019. - 276 с. - с. 105

8. Кудреватых А.В. Безразборное диагностирование системы зажигания современных автомобилей / А.В. Кудреватых, А.С. Ащеулов, А.С. Ащеулова // Вопросы современной науки: проблемы, тенденции и перспективы: материалы III Международной научно-практической конференции, г. Новокузнецк, 5-6 декабря 2019 г. / отв. ред. к.с.н., доцент Э.И. Забнева; ред. кол. к.п.н. Е.А. Нагрелли [и др.]. - Ульяновск: Зебра, 2019. - 413 с.

9. Кудреватых А.В., Ащеулов А.С. Метод определения фактического технического состояния поворотного редуктора карьерных экскаваторов / А.В. Кудреватых, А.С. Ащеулов, А.С. Ащеулова // Вестник Кузбасского Государственного Технического Университета. - 2019. - № 3. - С. 24 - 29.