

Рис. 1

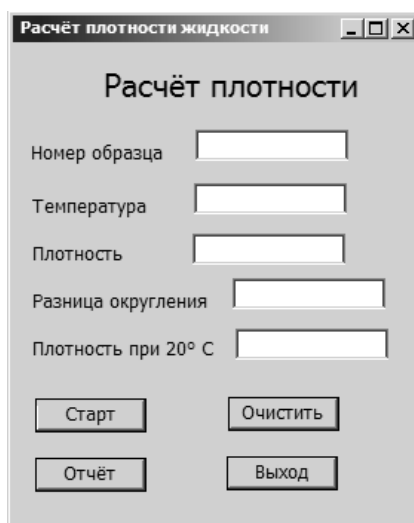


Рис. 2

## Литература

1. ГОСТ 3900–85.
2. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Т. М. Башта [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1982.

## ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ ГРУЗА В КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛАХ «БЕЛАЗ»

С. Н. Климов, П. П. Шардыко

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Научный руководитель П. П. Шардыко

Проблема определения массы груза в большегрузных карьерных автомобилях является актуальной, т. к. перегрузка автомобиля ведет к повышенному износу механизмов и узлов автомобиля. В данное время на самосвалах «БелАЗ» применяется система определения массы груза, основанная на применении датчика давления в цилиндрах подвески. Недостатком данного технического решения является невозможность свободного вращения цилиндра вокруг своей оси вследствие конструктивных особенностей устанавливаемых датчиков давления, что приводит к одностороннему износу цилиндра подвески. Вторым недостатком является невысокая точность данной системы определения массы груза.

К системе определения массы груза в большегрузных карьерных автомобилях предъявляется ряд специфических требований. Требования модульного исполнения системы являются важными, т. к. данное решение позволяет повысить эксплуатационные качества грузовика. Система определения веса должна функционировать в диапазоне рабочих температур от  $-45$  до  $+50$  и обеспечивать заданную точность. При исследовании связи между напряжениями и силами необходимо учитывать динамические свойства рассматриваемой конструкции, т. е. способность передавать нагрузку. По данным экспериментальных испытаний, проведенными РУПП «БелАЗ», при движении через препятствия, имитирующие неровности дороги, в грузе состоянии давление в цилиндрах подвески автомобиля увеличилось

в 5 раз. Следовательно, система определения массы груза, располагаемая в узлах подвески, должна быть рассчитана на кратковременные перегрузки свыше 500 %. Однако значения давления в цилиндрах подвески при движении автомобиля не определяют полностью нагруженность узлов автомобиля, вследствие появления инерционных сил неподрессоренной массы.

Техническое решение должно обеспечивать высокую точность определения массы груза, устранить повышенный износ цилиндра подвески, а также давать возможность использования системы с целью улучшения эксплуатационных характеристик автомобиля. Например, для выявления режимов работы автомобилей с большой ударной нагрузкой, при движении по плохой дороге.

В процессе проектирования должна обеспечиваться устойчивость датчиков к комплексу внешних воздействий. Температура является одним из основных факторов, влияющих на характеристики датчиков. Вибрационный процесс также, как и тепловой, может носить стационарный и нестационарный характер. Наличие ударов характерно для автомобилей в период их эксплуатации.

Для решения задачи определения массы груза на начальном этапе был произведен анализ устройств определения веса.

В патенте [1] предлагается способ определения полной массы транспортного средства. Сущность изобретения заключается в установке тензометрических датчиков в шины транспортного средства, датчиков давления, чувствительные элементы которых соединены с внутренними полостями шин, а также регистрирующий и преобразующий блоки. Данное решение позволяет получать значение полной массы транспортного средства на основании данных о давлении в шинах и деформации самих шин.

Особенность эксплуатации большегрузных автомобилей заключается в нагреве шин при движении и, как следствие, изменении давления в шинах. На основании данных о давлении, деформации и температуре шины, возможно производить оценку массы груза автомобиля, а также повысить ходимость шин. Для большегрузных автомобилей требования к шинам, стоимость являются существенными, поэтому применение данного способа требует детального анализа.

Сущность устройства взвешивания загрузки автосамосвала [2] заключается в установке датчика перемещения между рамой и задним мостом, выполненным в виде отрезка волновода, один конец которого снабжен неподвижным короткозамыкателем, а другой подвижным. Короткозамыкатели шарнирно закреплены один на раме, а другой на заднем мосту, причем на расстоянии четверти длины волны от неподвижного короткозамыкателя в волноводе установлен генератор сверхвысоких частот отражательного типа, катод которого соединен с волноводом, а к анодной цепи подключен блок отсчета и индикации. При загрузке кузова подвижный короткозамыкатель перемещается по волноводу, что приводит к изменению его длины, а следовательно, и измеряемой частотомером частоты, по которой и определяется вес груза.

Невозможность применения данного устройства сводится к существенному изменению конструкции подвески автомобиля для его реализации.

Взвешивающее устройство на транспортном средстве [3] содержит поддрессоренную раму и аппараты с преобразователями измеряемой массы в электрические сигналы, закрепленными между частями гибких подвесов и выполненными в виде солового стакана с размещенными в нем шаровой опорой и силовоспринимающими элементами. Данное техническое решение практически не применимо на больше-

грузных карьерных самосвалах, в силу конструктивных особенностей рамы самосвалов.

Для большегрузных карьерных самосвалов наиболее приемлемым способом определения веса является установка датчиков в узлы подвески либо ходовой части, на элементы которых наложены габаритные ограничения. Патентный поиск датчиков малых размеров в направлении действия силы привел к следующим результатам.

В патенте [4] предлагается способ и устройство для измерения силы. Ее прикладывают к магнитоупругому элементу, выполненному из магнитострикционного материала, перпендикулярно оси по всей длине. На магнитоупругий элемент подают переменный ток или напряжение на частоте проявления поверхностного эффекта. Силу нагружения определяют путем изменения поверхностного сопротивления магнитоупругого элемента.

Сущность изобретения, описанного в патенте [5], заключается в том, что датчик силы содержит выполненные за одно целое силововодящие элементы, выполненные в виде плоских колец призматической формы, соединенных по внутреннему контуру упругим элементом с тензорезисторами. Это решение позволяет уменьшить линейные размеры датчика в направлении действия силы. В силу действия больших нагрузок и конструктивных ограничений данное техническое решение также не применимо.

Устройство для изменения нагрузок, предлагаемое в патенте [6], содержит два кольцевых силовоспринимающих элемента, выполненных в виде плоских колец, между которыми размещается тороидальный упругий элемент, выполненный разомкнутым из токоизолированной тензочувствительной проволоки. Расположение разомкнутого тора между плоскими кольцами обеспечивает силовой контакт по всей длине проволоки и деформирование ее без изменения вида контакта во всем диапазоне нагрузок, что обеспечивает высокую линейность и точность устройства.

В патенте [7] описывается устройство для измерения нагрузок, которое включает в себя корпусные детали, между которыми происходит деформирование секций токоизолированной тензочувствительной проволоки по всей ее длине. Расположение разомкнутых секций тензопроволоки между плоскими кольцами, на контактирующей поверхности одного из которых выполнены противоположно симметричные пазы, что обеспечивает силовой контакт по всей длине противоположенных секций и деформирование их без изменения вида контакта во всем диапазоне нагрузок, что в свою очередь обеспечивает работу секций, другие секции деформированию не подвергаются.

Устройство для измерения нагрузок, предлагаемое в патенте [8], близко к предыдущему устройству [7] по принципу действия. Основное различие заключается в конструкции кольцевых силовоспринимающих элементов.

На основании анализа патентов [6]–[8] можно сделать вывод о невозможности применения описанных устройств на карьерных автосамосвалах вследствие неспособности датчиков такого типа функционировать при значительных нагрузках порядка 300–600 кН в зависимости от грузоподъемности автомобиля.

Сущность устройства для измерения усилий, предлагаемого в патенте [9], заключается в том, что устройство содержит два размещенных один внутри другого упругих элемента и измерительный преобразователь, установленный на внутреннем элементе. Один из упругих элементов выполнен в виде корпуса цилиндрической формы, а другой – внутренний – в виде трубки, часть которой, выполненная цилиндрической, прилегает к частям трубки, одна из которых имеет внешнюю, а другая внутреннюю конические поверхности.

Описанные выше устройства практически не применимы на крупнотоннажных карьерных автомобилях либо из-за невозможности функционирования при больших перегрузках, либо из-за ограничения линейных размеров, накладываемых конструктивными особенностями большегрузных карьерных самосвалов «БелАЗ». Тензометрические датчики, удовлетворяющие габаритным требованиям и допустимым нагрузкам, например, НВМ типа КМР, имеют существенные недостатки, такие как неудовлетворительное значение ползучести, невысокий класс точности, ограниченный диапазон температур и невысокую перегрузочную способность. Необходимо также учитывать особенность расположения датчиков между корпусом и шаровой опорой, которая заключается в воздействии момента зажима гайки шаровой опоры на датчик. Датчики давления имеют лучшие значения ползучести, а также температурные характеристики. Следовательно, применение систем определения веса груза на основе датчиков давления является предпочтительным. Возможен вариант анализа существующей системы, устанавливаемой на автомобилях «БелАЗ», на предмет организации обмена информацией по радиоканалу с целью устранения стопорения цилиндров подвески.

#### Л и т е р а т у р а

1. Транспортное весовое устройство : пат. РФ 2046300.
2. Устройство взвешивания загрузки автосамосвала : пат. РФ 2042119.
3. Взвешивающее устройство на транспортном средстве : пат. РФ 2064167.
4. Способ и устройство для измерения силы : пат. РФ 2252401.
5. Датчик силы : пат. РФ 2017094.
6. Устройство для измерения нагрузок : пат. РФ 2010192.
7. Устройство для измерения нагрузок : пат. РФ 2199098.
8. Устройство для измерения нагрузок : пат. РФ 2208770.
9. Устройство для измерения усилий : пат. РФ 2112942.

### **ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА РАСХОДА СОПЛОВОГО ОТВЕРСТИЯ РАСПЫЛИТЕЛЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОПЛИВНОЙ СТРУИ**

**Д. Г. Гершань**

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Научный руководитель Г. М. Кухаренок

Наиболее актуальными проблемами в современном двигателестроении являются проблемы, связанные с улучшением экономических и экологических показателей работы двигателя на всех режимах его работы. Одним из путей решения этих проблем является обеспечение качественного смесеобразования и сгорания топлива в цилиндре двигателя, которые во многом зависят от характеристик топливных струй, выходящих из сопловых отверстий распылителя.

Целью исследования является оценка влияния коэффициентов расхода сопловых отверстий распылителя на характеристики топливных струй.

Исходя из физического смысла коэффициента расхода для соплового отверстия, он численно равен

$$\mu = \varepsilon_{\text{вых}} \cdot \varphi, \quad (1)$$

где  $\varepsilon_{\text{вых}}$  – коэффициент сжатия струи на выходе из соплового отверстия;  $\varphi$  – коэффициент скорости.