

КОНТРОЛЬ ЗАГРУЗКИ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

Представлен новый способ автоматического контроля загрузки карьерных автосамосвалов на базе встроенных бортовых систем, отличающийся повышенной точностью, достигающей 2,5-3 % от паспортной грузоподъемности.

The paper presents a new automatic monitoring method of open-pit dump truck loading based on utilization of vehicle-mounted integrated systems characterized with improved accuracy up to 2,5-3 % of the truck nominal capacity.

Контроль загрузки большегрузных автосамосвалов – это наиболее полное использование их грузоподъемности в каждом выполненном рейсе. При этом должны быть исключены перегрузы, превышающие на 5-8 % паспортную грузоподъемность автосамосвала.

Идея автоматического контроля загрузки карьерных автосамосвалов появилась более 30 лет назад, но до сих пор не воплощена в жизнь до конца. Препятствием этому является низкая точность взвешивания груза в кузове бортовыми системами автосамосвалов при их погрузке в забое. Точность лучших зарубежных фирм «Komatsu» (Япония) и «Caterpillar» (США) составляет $\pm 5\%$, а отечественной системы, разработанной ПО «БелАЗ» и компанией «ВИСТ Групп» (Москва), до $\pm 8\%$. Для обеспечения качественного автоматического контроля загрузки необходима точность в пределах $\pm(2,5-3)\%$ [2, 3].

Особенно важно измерение массы груза в кузове с повышенной точностью перед загрузкой последнего ковша. Машинист экскаватора должен знать, до какой степени заполнять горной массой ковш, чтобы не перегрузить автосамосвал. Если он будет получать точную информацию о загрузке от световых сигналов, то последним ковшом заполнит кузов автосамосвала в соответствии с его паспортной грузоподъемностью.

Получить указанную точность в системе измерения загружаемой массы по уста-

новившимся значениям давления газа в цилиндрах подвески автосамосвала не представляется возможным, так как сама подвеска является нелинейным элементом с сухим трением. Необходим еще как минимум один дополнительный параметр, по значению которого можно было бы внести в результат измерения коррекцию и тем самым повысить точность взвешивания загружаемой массы и контроля загрузки.

В качестве дополнительного параметра, несущего информацию о загрузке кузова автосамосвала, предлагается использовать скорость изменения результата измерения загруженной массы от действия вибраций, вызываемых работой силового агрегата автосамосвала.

Известно, что вибрация является одним из способов борьбы с сухим трением. Вибрацию вызывают врачающиеся массы силового агрегата, поэтому она представляет собой гармоническое воздействие с частотой, равной числу оборотов холостого хода силового агрегата. Действие вибрации вызывает медленное изменение давления газа в цилиндрах подвески автосамосвала после окончания колебаний, созданных разгрузкой ковша экскаватора. Происходит скользящий процесс или процесс вибрационного сглаживания, при этом показания массы груза в кузове на приборе индикации бортовой системы тоже медленно меняются. Эти изменения составляют от 0,5 до 6 т, а продолжительность скользящего процесса от 15 до 30 с.

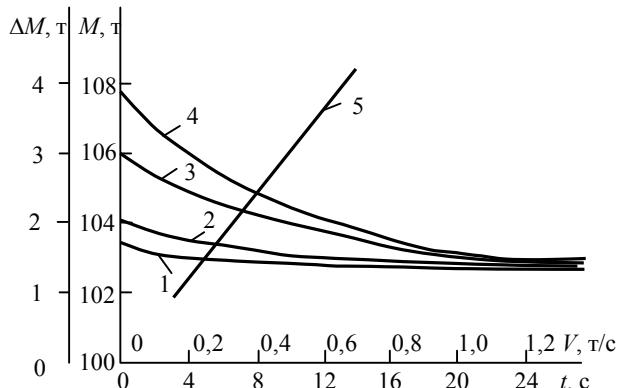


Рис.1. Экспериментальные характеристики изменения показаний массы груза M в кузове автосамосвала БелАЗ-75191 от времени при загрузке мерного груза массой 10,64 т (кривые 1-4) и изменения коррекции ΔM от скорости вибрационного сглаживания V (кривая 5)

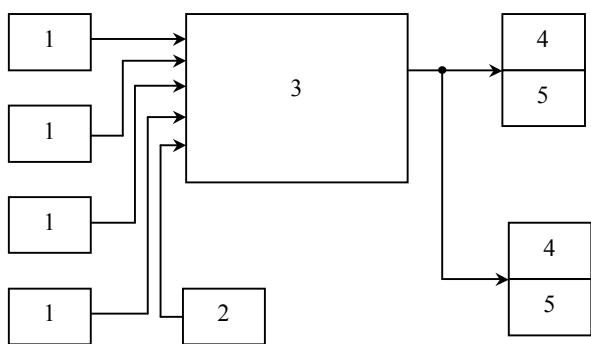


Рис.2. Структурная схема бортовой системы контроля загрузки автосамосвала

В результате экспериментальных исследований, проведенных на 110 и 120-тонных автосамосвалах БелАЗ, при загрузке мерных грузов установлено, что по окончании скользящего процесса, когда силы сухого трения блокируют цилиндры подвески и действие вибрации прекращается, показания бортовой системы и истинная масса груза в кузове различаются на 2-3 т. Это соответствует желаемой точности контроля загрузки автосамосвала, составляющей 2,5-3 % от паспортной грузоподъемности.

На рис.1 представлены экспериментальные характеристики изменения показаний массы груза в кузове автосамосвала БелАЗ-75191 во времени от действия вибрации при загрузке мерного груза массой 10,64 т. Загрузка выполнялась четыре раза – от очень плавной установки груза до жесткой.

Причем общая масса мерных грузов в кузове после загрузки составляла 100,20 т. Скользящий процесс начинался с четырех разных точек от 103,4 до 107,7 т и продолжался от 14 до 27 с (кривые 1-4 на рис.1). Из рис.1 видно, что в каждом из четырех случаев скорость протекания скользящего процесса V разная, особенно в самом его начале.

На основе анализа результатов проведенных экспериментальных исследований предложен новый способ контроля загрузки. Масса груза при загрузке определяется по давлению газа в цилиндрах подвески в момент окончания всех колебаний и начале процесса вибрационного сглаживания. Затем в первые две секунды определяется скорость протекания этого процесса и ее знак, в результате измерения вводится коррекция ΔM таким образом, чтобы погрешность измерения с высокой степенью вероятности составила 2,5-3 %.

На рис.1 представлена также зависимость изменения коррекции ΔM от скорости процесса вибрационного сглаживания V (кривая 5), построенная по усредненным экспериментальным данным. Фактически это линейная зависимость.

Техническая реализация предложенного способа контроля загрузки представлена на рис.2. По структуре эта реализация практически не отличается от бортового устройства системы диспетчеризации большегрузных автосамосвалов «КАРЬЕР», разработанной «ВИСТ Групп» [1]. В состав бортовой системы входят: датчики давления 1, установленные на цилиндры подвески; датчик продольного крена автосамосвала 2 (инклинометр); бортовой контроллер 3; два идентичных бортовых указателя с лампами желтого 4 и зеленого 5 света.

Контроль за началом скользящего процесса, определение его скорости и величины корректирующего сигнала осуществляется программно в контроллере 3. На световые указатели с лампами 4 и 5, расположенные с обеих сторон палубы автосамосвала, выводится скорректированный по массе груза сигнал. Лампы 4 включаются на постоянный режим свечения при загрузке 80 ± 3 % от паспортной грузоподъемности, если загруз-

ка более 85 %, то они начинают работать мигающим светом. Причем частота мигания тем больше, чем загрузка ближе к 90 %. В этой ситуации машинист экскаватора сможет легко понять, насколько заполнить последний ковш, чтобы не перегрузить автосамосвал и наиболее полно использовать его грузоподъемность. Лампа зеленого света 5 включается при паспортной загрузке ($\pm 3\%$), после чего водителю автосамосвала подается сигнал на начало движения.

Таким образом, представленная бортовая система при условии разработки дополнительных программных средств обеспечивает автоматический контроль загрузки большегрузных автосамосвалов с пневмати-

ческой подвеской в пределах их паспортной грузоподъемности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Клебанов А.Ф. Система диспетчеризации большегрузных автосамосвалов «КАРЬЕР» на разрезе «Черниговский»: структура, функциональность, экономическая эффективность / А.Ф.Клебанов, Д.Я.Владимиров, Л.В.Рыбак // Горная промышленность. 2003. № 1. С.52-56.

2 Кулешов А.А. Эффективность и перспективы применения бортовых систем контроля загрузки и учета работы карьерных автосамосвалов / А.А.Кулешов, М.А.Семенов // Горные машины и автоматика. 2000. № 3. С.35-38.

3 Семенов М.А. Автоматический контроль загрузки карьерных автосамосвалов / М.А.Семенов, О.М.Большунова, Ю.А.Гаврилов // Записки Горного института. СПб, 2004. Т.157. С.131-133.