УДК 622.684.002.56

М.А. Семенов

СОВРЕМЕННЫЕ БОРТОВЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ НОРМАЛИЗАЦИИ ЗАГРУЗКИ И УЧЕТА ВЫПОЛНЕННОЙ РАБОТЫ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

Представлен краткий обзор и анализ бортовых систем большегрузного карьерного автотранспорта, разработанных в последние годы в нашей стране и за рубежом для нормализации загрузки автосамосвалов в пределах их номинальной грузоподъемности и учета перевезенной горной массы и количества выполненных полногрузных рейсов.

The brief survey analysis of high carring capasity quarry trucks board systems developed recently in our country and abroad for normalizing the process of loading dump trucks in limits of their standard load-carring capacity as well as the account of rock transported and full loaded runs is presented.

Рост грузоподъемности карьерных автосамосвалов и необходимость повышения эффективности их эксплуатации вызвали потребность создания встроенных бортовых систем для автоматизированного контроля за полнотой загрузки кузова под экскаватором и индивидуального учета количества выполненных груженых рейсов и перевезенной горной массы за рейс и смену. Контроль за загрузкой автосамосвала под экскаватором способствует ее нормализации, т.е. исключению значительных недогрузов или перегрузов, а индивидуальный учет указанных показателей повышает эффективность оперативного учета на горном предприятии и позволяет совершенствовать оплату труда водителей [2].

В статье рассматриваются бортовые системы автосамосвалов, разработанные в последние годы в нашей стране и за рубежом с использованием новейших средств электроники и приборостроения. В основу этих систем положены методы измерения массы груза в кузове по усилиям, возникающим в точках опоры платформы с грузом на раму или оси автосамосвала, *а также по давлению газа в цилиндрах пневмогидравлической* подвески.

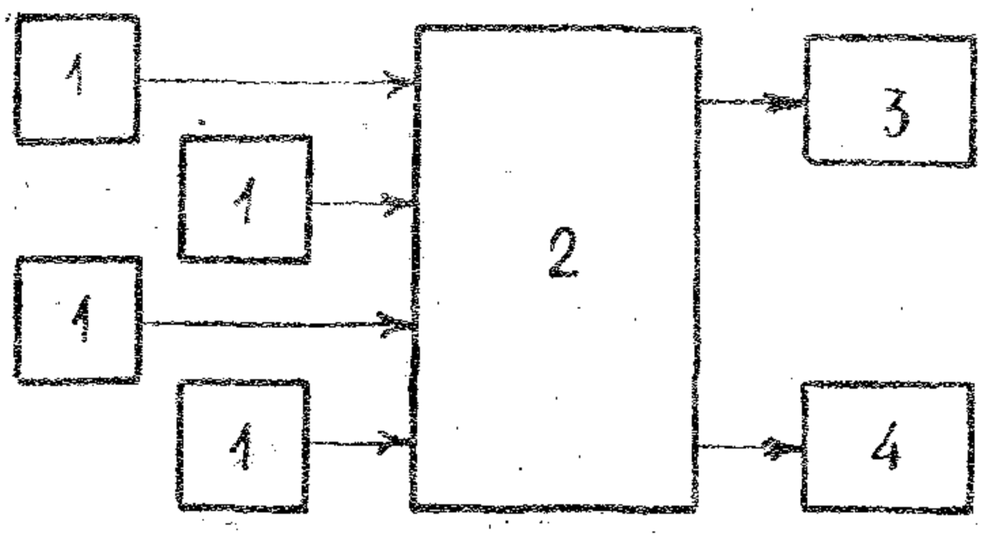


Рис.1. Структурная схема системы контроля и измерения перевозимой горной массы фирмы ASEAAB

Фирмой ASEAAB (Швеция) для большегрузных карьерных автосамосвалов разработана система контроля и измерения массы перевозимой руды [3]. Система состоит из четырех датчиков-преобразователей 1 (рис.1),показывающего дисплея 2 и двух двойных световых сигнализаторов 3 и 4.

Датчики-преобразователи особой конструкции являются высокоточными и надежными в работе. Они привариваются к днищу рамы автосамосвала в местах опоры на нее груженой платформы.

Показывающий дисплей содержит всю электронную часть системы. На табло индикации дисплея по желанию водителя может выводиться информация о нагрузке на переднюю и заднюю оси автосамосвала, о массе груза в кузове, о полной массе груженого автосамосвала.

Два световых сигнализатора, каждый из которых содержит по две сигнальных лампы, устанавливаются на боковых сторонах палубы автосамосвала и сообщают машинисту экскаватора о степени загрузки кузова. Мигание каждой из ламп сигнализирует о 90 %-ной нагрузке на соответствующую ось автосамосвала, а непрерывное горение - о 100 %-ной нагрузке. Наблюдая за сигналами, машинист экскаватора может управлять распределением груза в кузове, при этом автосамосвал не будет перегружен или недогружен.

При трогании груженого автосамосвала информация о массе груза фиксируется и записывается в память, а при использовании дополнительного к системе печатающего устройства может выводиться на печать в качестве учетной информации.

Бортовая система ASEA обеспечивает надежную работу в условиях тряски, вибраций, изменяющейся влажности и температуре окружающей среды от -40 до +75 ^{0}C с погрешностью измерения массы груза не выше 2 % от наибольшего предела взвешивания (НПВ).

Белорусским институтом электроники совместно с заводом БелАЗ разработано микропроцессорное весоизмерительное устройство для учета работы и контроля загрузки большегрузных автосамосвалов [1].

Устройство (рис.2) состоит из датчиков 1 первичной информации, аналого-цифровых преобразователей 2, блока интерфейса 3, запоминающего устройства 4, микропроцессорного блока 5 и блока сигнализации 6.

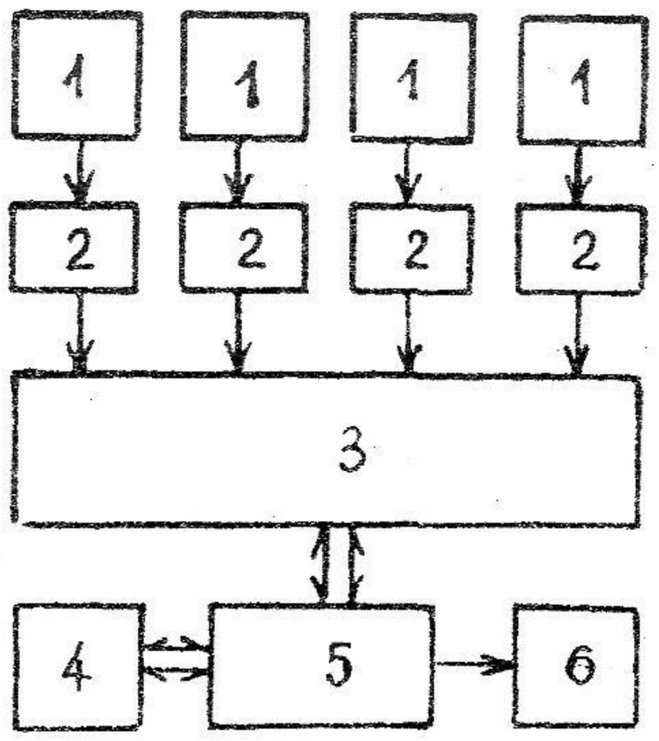


Рис.2. Структурная схема микропроцессорного весоизмерительного устройства

Датчики первичной информации механотронного типа измеряют деформации кронштейнов передней и задней подвесок автосамосвала в зависимости от действующей на них нагрузки. Аналоговые сигналы от датчиков преобразуются в цифровые и через блок интерфейса поступают в микропроцессорный блок. Здесь по определенной программе вычисляется нагрузка на оси автосамосвала и масса груза в кузове, а также ведется учет в запоминающем устройстве суммарной массы перевезенного груза и количества выполненных рейсов.

При загрузке автосамосвала, равной 80 % от номинального уровня, машинисту экскаватора с блока сигнализации подается красный мигающий сигнал, дублируемый в кабине. При 100 %-ной загрузке кузова мигающий сигнал переходит в постоянно горящий красный свет. Информация о массе груза постоянно индицируется на цифровом табло в кабине.

Погрешность взвешивания груза в автосамосвале составляет не более 2 % от НПВ.

Московским НПО "Измеритель" разработано устройство контроля загрузки большегрузных автосамосвалов типа 9058 УК [7]. Устройство предназначено для автосамосвалов БелАЗ грузоподъемностью более 75 т и состоит из четырех датчиков специальной конструкции, микропроцессорного измерительного блока и двух сигнальных блоков.

Тензометрические силоизмерительные элементы датчиков встроены в специальные узлы, жестко укрепленные на верхней крышке каждого цилиндра подвески. Через эти узлы посредством сферических шарниров цилиндры подвески связаны с рамой автосамосвала. Сферические шарниры через подпятники воздействуют на силоизмерительные элементы, вызывая изменение их сопротивления в зависимости от нагрузки, приходящейся на каждый цилиндр.

Микропроцессорный блок по сигналам датчиков вычисляет массу груза в кузове. При 75 %-ной загрузке кузова он включает предупредительный световой сигнал, а при 100 %-ной загрузке - запрещающий сигнал. Информация о массе груза

выводится на табло индикации блока. Кроме того, микропроцессорный блок учитывает выполненные автосамосвалом груженые рейсы и суммарную массу перевезенного груза.

Устройство работоспособно при температуре от -50 до +60 ^{0}C и обеспечивает погрешность взвешивания массы груза в кузове не выше 2,5 % от НПВ.

Из зарубежных бортовых систем, основанных на методе измерения давления газа в пневмогидроцилиндрах подвески, наиболее известны измеритель полезной нагрузки автосамосвалов KOMATSU HD-1200 и система измерения полезной нагрузки грузового автомобиля Caterpillar [4, 6].

Бортовая система для автосамосвалов KOMATSU HD-1200 (рис.3) состоит из четырех датчиков давления 1, уклономера 2, микропроцессорного блока 3, измерителя полезной нагрузки, микропроцессорного блока 4, печатающего устройства и двух сигнальных блоков 5 и 6.

На каждый из четырех цилиндров подвески устанавливаются два датчика давления полупроводникового типа, измеряющих давление газа в надпоршневой и подпоршневой полостях. Микропроцессорный блок 3 вычисляет среднее значение давления в каждом цилиндре подвески во время колебаний, вызванных падением груза из ковша экскаватора. Измерения во время колебаний до минимума сокращают погрешность от действия сухого трения в цилиндрах подвески. Масса груза в кузове, скорректированная по углу продольного крена автосамосвала, индицируется на табло блока 3.

Блоки 5 и 6 содержат по пять сигнальных ламп. Первая зеленая включается при 65 т груза в кузове, вторая зеленая - при 80 т, третья зеленая - при 95 т, желтая - при 110 т, красная - при 125 т. Перед началом движения данные о массе груза фиксируются на табло, а сигнальные лампы гаснут.

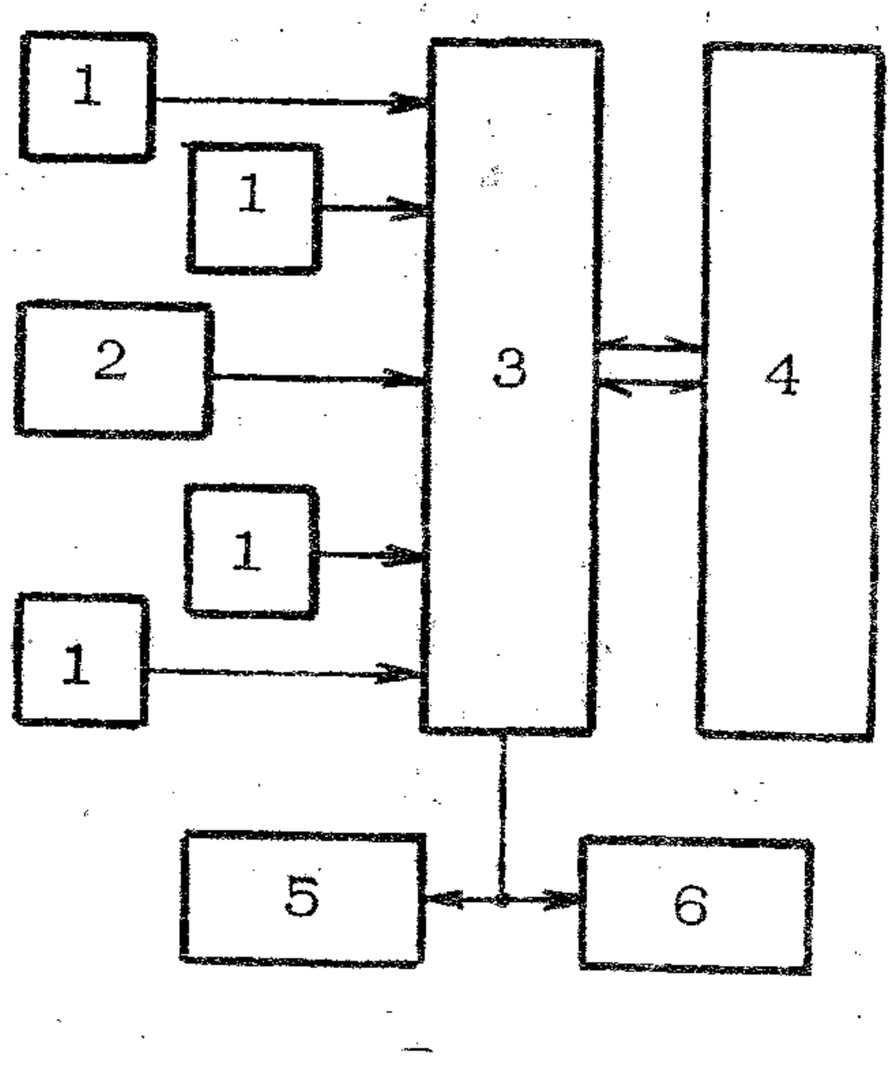


Рис.3. Структурная схема бортовой системы для автосамосвалов KOMATSU HD-1200

Блок 3 совместно с малогабаритным печатающим устройством применяется для распечатки следующих данных: даты погрузки (год, месяц, число); номера рейса; массы груза в тоннах; суммарной массы груза от первой погрузки до текущей; времени цикла (от одной погрузки до

последующей). Распечатка выполняется после включения соответствующей кнопки на блоке 3.

Бортовая система KOMATSU обеспечивает взвешивание груза в кузове автосамосвала с погрешностью до 5 % от НПВ.

Система измерения полезной нагрузки грузового автомобиля Caterpillar по структуре близка к системе KOMATSU. Отличительной особенностью является отсутствие печатающего устройства и меньшее количество ламп сигнальных фонарей (только две). При загрузке зеленая лампа горит до тех пор, пока остается выполнить последний цикл погрузки. В этот момент включается красный мигающий сигнал, который по мере загрузки кузова до номинального уровня переходит в постоянно горящий.

Микропроцессорный блок системы обеспечивает вычисление, хранение и вывод на табло индикации следующей информации: количества выполненных рейсов; массы груза каждого рейса и суммарной; времени каждой загрузки; времени и расстояния пробега с грузом; времени и расстояния пробега без груза . Погрешность взвешивания груза составляет 5 % от НПВ.

Санкт-Петербургским горным институтом совместно с НПП "АГРОТЭК" разработана бортовая взвешивающая система УКЗА для автосамосвалов БелАЗ [5]. Система состоит из четырех индуктивных датчиков давления, датчика продольного крена автосамосвала, измерительного блока, пульта с табло индикации и двух сигнальных блоков.

Датчики давления монтируются непосредственно на цилиндрах подвески через заправочные штуцеры, сигнальные блоки - по бокам палубы автосамосвала, все остальные элементы системы устанавливаются в кабине.

Система обеспечивает нормализацию загрузки кузова путем взвешивания загружаемой горной массы в неподвижном автосамосвале с погрешностью 6 % и включения световой сигнализации при 80 и 100 %-ном использовании грузоподъемности. После загрузки автосамосвала с небольшой задержкой времени световая сигнализация автоматически отключается.

Более точное взвешивание перевозимого груза с погрешностью не выше 2 % система обеспечивает при движении автосамосвала по карьерной дороге. В этом режиме исключается погрешность от действия сил сухого трения в цилиндрах подвески. Время взвешивания составляет 15 с. Скорость движения автосамосвала от 10 до 25 км/ч. Участок дороги должен быть прямолинейным горизонтальным или с подъемом до 10 %. Требований к покрытию и микропрофилю дороги не

предъявляется. По окончании взвешивания информация о массе груза выводится на табло индикации пульта.

После разгрузки автосамосвала информация о массе груза за рейс переносится на счетчик измерительного блока, где суммируется с массой груза, перевезенной в предыдущих рейсах. Одновременно на счетчике выполненных рейсов добавляется единица. Таким образом производится учет выполненной автосамосвалом работы.

Система функционирует в автоматическом режиме, за исключением включения технологического взвешивания во время движения, которое выполняет водитель нажатием кнопки на пульте. Повторное включение взвешивания невозможно до разгрузки автосамосвала. Система блокирует включение взвешивания при движении самосвала на спусках, так как в этом режиме часто используется торможение, приводящее к повышению погрешности взвешивания.

Из краткого обзора современных бортовых систем большегрузных карьерных автосамосвалов можно сделать следующие выводы.

1. Все бортовые системы за счет автоматизированного контроля загрузки автосамосвала под экскаватором способствуют ее нормализации в пределах номинальной грузоподъемности, а также выполняют индивидуальный учет основных показателей работы автосамосвала в течение рабочей смены.

2. Из бортовых систем, измеряющих массу груза в кузове по усилиям в опорных узлах, наиболее распространенной и широко используемой, в частности на автомобилях Volvo и SAAB-Scania, является система фирмы ASEA. Однако использование ее на отечественных автосамосвалах БелАЗ было отклонено из-за технических сложностей, связанных с установкой датчиков-преобразователей, а также из-за высокой стоимости.

Разработка систем Белорусского института электроники и Московского НПО "Измеритель" не продвинулась далее опытных образцов: первой - из-за низкой надежности датчиков и всей системы в целом; второй - из-за сложной конструкции силоизмерительных датчиков и необходимости организации их производства.

3. Бортовые системы фирм KOMATSU и Caterpillar имеют невысокую точность взвешивания груза, но учитывают на высоком техническом уровне большое число показателей работы автосамосвала. Они обеспечивают свои технические характеристики при жестком выполнении технологии погрузки автосамосвала экскаватором (груз должен свободно падать из ковша в кузов). Однако технология погрузки зачастую нарушается. Это подтвердили испытания бортовой системы

KOMATSU на одном из отечественных разрезов. Система не обеспечила своих технических показателей и была снята фирмой с испытаний.

4. Бортовая система УКЗА, разработанная Санкт-Петербургским горным институтом совместно с НПП "АГРОТЭК", в настоящее время является единственной в стране, выпускаемой малыми партиями по заказам предприятий. Она прошла длительные испытания на различных горных предприятиях и подтвердила свою надежность и работоспособность. По своим точностным показателям система полностью удовлетворяет требованиям оперативного учета на горных предприятиях. Она легко и быстро монтируется на автосамосвалах БелАЗ, не требуя при этом никаких изменений их конструктивных узлов.

Система может функционировать локально, а при наличии средств ближней связи может быть включена в качестве первичного информационного звена в состав автоматизированной системы управления карьерным автотранспортом горного предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Весоизмерительное устройство на базе микропроцессорного комплекта К580/В.А.Пилипович, А.К.Есман, В.К.Кулешов и др.//Механизация и автоматизация. 1986. N 3.

2. *Гардзиш В.А., Семенов М.А.* Современное состояние и перспективы развития взвешивающих устройств, встраиваемых в большегрузные автосамосвалы/ ЦНИИТЭИприборостроения, М., 1978.

3. Информация YM 18-103 NA. Указатель нагрузки для рудовозов фирмы ASEA. Швеция, 1980.

4. Измеритель полезной нагрузки для автосамосвалов KOMATSU HD-1200. *Инструкция по техническому обслуживанию. Япония*, 1985.

5. *Семенов М.А., Захарченко М.Д., Нагайцев Е.И.* Бортовое взвешивающее устройство для автосамосвалов БелАЗ//Международный симпозиум по проблемам прикладной геологии, горной науки и производств: Тезисы докладов/Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 1993.

6. Система измерения полезной нагрузки грузового автомобиля CAT. Информационный листок фирмы Caterpillar Jnc. США, 1989.

7. Устройство контроля загрузки большегрузных автосамосвалов БелАЗ типа 9058 УК. Приборы и средства автоматизации.Каталог.Т.5. Устройства для определения механических величин / ИНФОРМПРИБОР. М., 1991.