

СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ МАССЫ ГРУЗА В АВТОСАМОСВАЛЕ ВСТРОЕННЫМ ВЗВЕШИВАЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ

М.А.СЕМЕНОВ

Одним из способов определения массы груза непосредственно в автосамосвале является комбинированное измерение давлений в полостях задних цилиндров пневмогидроподвески и в напорной магистрали цилиндров механизма подъема платформы при разгрузке автосамосвала. Точками опоры платформы автосамосвала являются задние цилиндры пневмогидроподвески и два цилиндра подъемного механизма. По давлениям в этих цилиндрах можно с достаточной степенью точности измерить массу груза в автосамосвале.

Масса груза измеряется в момент отрыва платформы от рамы автосамосвала, когда давление в напорной магистрали механизма подъема достигнет величины p_1 (рис.1). Характеристика $p = f(t)$, представляющая собой зависимость изменения давления в напорной магистрали механизма подъема в функции времени, достигает в момент t_1 максимума. В этой экстремальной точке и должна измеряться масса груза.

Условия равновесия платформы (в момент ее отрыва от рамы) и подпрессоренной массы автосамосвала (рис.2) можно представить уравнениями

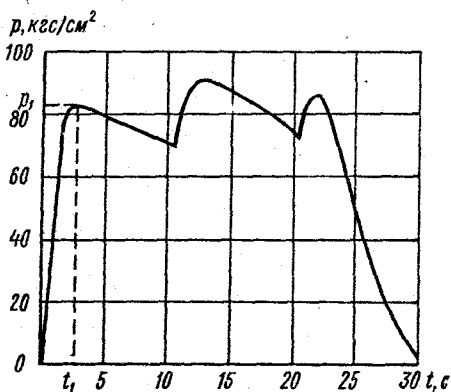


Рис.1. Зависимость изменения давления в напорной магистрали цилиндров механизма подъема платформы БелАЗ-540 в функции времени

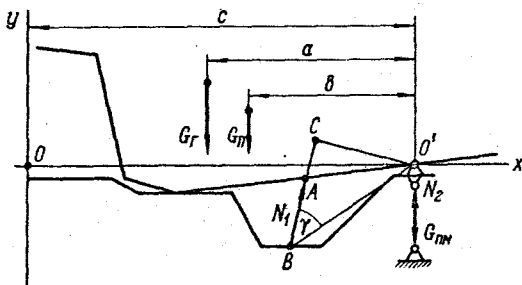


Рис.2. Схема действия сил на платформу и подпрессоренную часть автосамосвала

$$N_1 OC = G_{\Gamma} a + G_{\Pi} b ; \quad (I)$$

$$N_2 c = G_{\Gamma} (c - a) + G_{\Pi} c ,$$

где N_1 - усилие, развиваемое гидроцилиндрами механизма подъема, кг;
 G_{Γ} - усилие от массы груза, кг; G_{Π} - усилие от массы платформы, кг;
 a, b, OC - плечи сил G_{Γ}, G_{Π} и N_1 относительно точки O' , см;
 N_2 - усилие, развиваемое задними пневмогидроцилиндрами подвески, кг;
 $G_{\Pi\Pi}$ - усилие от подпрессоренной массы автосамосвала, приходящейся на задние пневмогидроцилиндры подвески, с учетом усилия от массы платформы G_{Π} , кг;
 c - плечо силы N_2 и $G_{\Pi\Pi}$ относительно точки O , см.

Из треугольника $O'BC$ находим

$$O'C = O'B \sin \gamma , \quad (2)$$

где $O'B$ - расстояние от нижней опоры гидроцилиндров подъема платформы до оси ее строкирования, см; γ - угол между направлением силы N_1 и прямой OB .

Усилие, развиваемое подъемными гидроцилиндрами [2]

$$N_1 = F_1 p n \eta_{\Pi} , \quad (3)$$

где F_1 - площадь первой ступени цилиндра, см²; n - число подъемных цилиндров; p - давление, развиваемое в напорной магистрали, кгс/см²;
 η_{Π} - механический КПД системы подъема платформы.

Усилие, развиваемое цилиндрами пневмогидроподвески автосамосвала [1, 3]

$$N_2 = m \left[F p_B - \frac{p_{H0}}{\frac{h_{B0}}{h_{H0}} \left(1 - \frac{p_{B0}}{p_B} \right) + 1} f \right] , \quad (4)$$

где F и f - площади поперечного сечения соответственно основного цилиндра и цилиндра противодействия, см²; p_B - давление в верхней полости цилиндра пневмогидроподвески, кгс/см²; p_{B0} и p_{H0} - начальные давления в верхней и нижней полостях цилиндров пневмогидроподвески, кгс/см²;
 h_{B0} и h_{H0} - начальные длины столбов газа в верхней и нижней полостях цилиндров, см; m - число задних пневмогидроцилиндров подвески.

Из уравнений (I)-(4) вытекает

$$F_1 p n \eta_{\Pi} = \frac{G_{\Gamma} a + G_{\Pi} b}{OB \sin \gamma} , \quad (5)$$

$$\left[F p_B - \frac{p_{H0} f}{\frac{h_{B0}}{h_{H0}} \left(1 - \frac{p_{B0}}{p_B} \right) + 1} \right] m = \frac{G_{\Gamma} (c - a) + G_{\Pi\Pi} c}{c} . \quad (6)$$

Для пневмогидроцилиндров БелАЗ-549, где отсутствуют полости противо-
давления, уравнение (6) примет вид

$$m F p_B = \frac{G_T (c - a) + G_{\text{пм}} c}{c} \quad (7)$$

Значения основных параметров [2] для автосамосвалов БелАЗ следующие:

	БелАЗ-540	БелАЗ-548	БелАЗ-549
Номинальная грузоподъемность, кг	27000	40000	75000
Масса платформы, кг	5000	6000	12100
Масса подрессоренной части $G_{\text{пм}}$, приходящаяся на заднюю ось, кг	6270	7400	11480
Начальные давления в цилиндрах пневмогидроподвески, кгс/см ²			
$p_{\text{в0}}$	33,5	23,5	15,1
$p_{\text{н0}}$	48,5	38,0	-
Конструктивные размеры			
b , мм	1065	1254	1470
OB , мм	1514	1921	2470
$h_{\text{в0}}$, мм	225	225	150
$h_{\text{н0}}$, мм	125	125	-
F_1 , см ²	226	245	450
F , см ²	208,9	208,9	380
f , см ²	77	77	-
c , мм	3900	4200	4820
γ , град	45	56	47

После подстановки основных параметров в уравнения (5)–(7) получаем зависимости давления в цилиндрах, являющихся точками опоры платформы автосамосвала, от массы груза и расположения его центра тяжести:

а) для БелАЗ-540

$$p = 12,23 + \frac{1}{43544} G_T a, \quad (8)$$

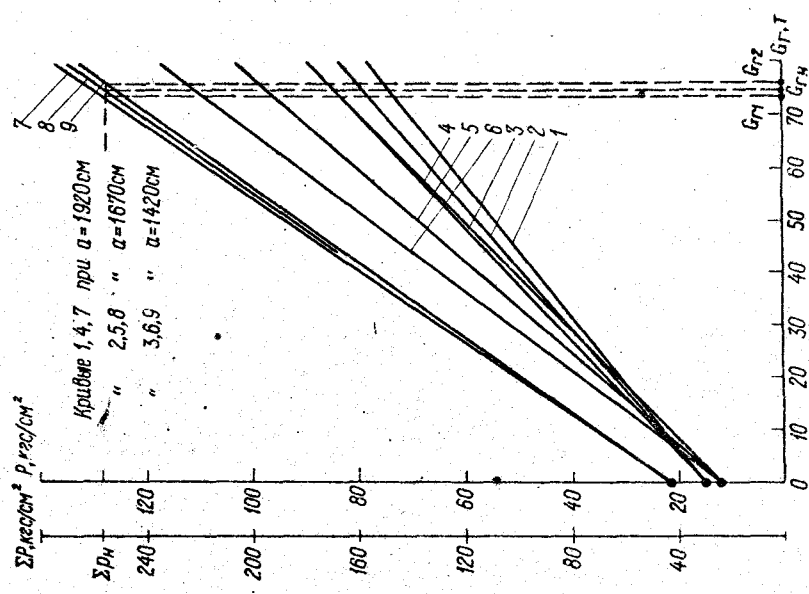
$$p_B = \frac{17805 + (1 - 0,0026a)G_T + \sqrt{[17805 + (1 - 0,0026a)G_T]^2 - 1671[134366 + (21,43 - 0,055a)G_T]}}{836}; \quad (9)$$

б) для БелАЗ-548А

$$p = 10,713 + \frac{1}{70230} G_T a, \quad (10)$$

$$p_B = \frac{24234 + (1 - 0,0024a)G_T + \sqrt{[24234 + (1 - 0,0024a)G_T]^2 - 3342[114182 + (15,43 - 0,037a)G_T]}}{1671}; \quad (11)$$

б)



а)

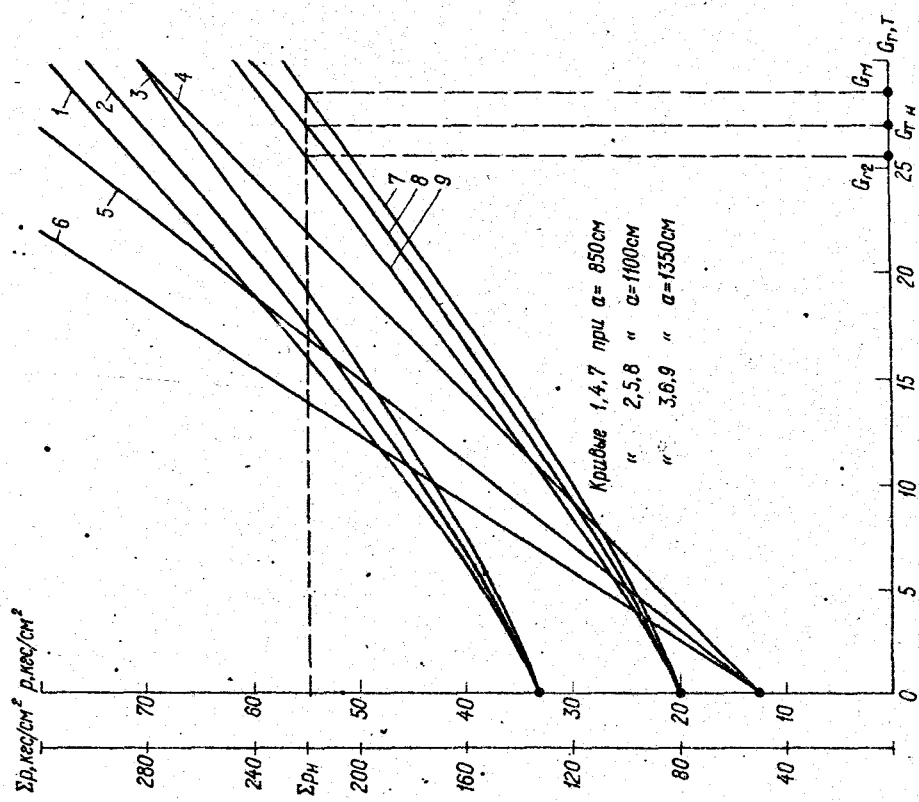


Рис. 3. Расчетные зависимости изменения давления в цилиндрах точек опоры платформы автосамосвала БелАЗ-540 (α) и БелАЗ 549 (σ)

в) для БелАЗ-549

$$p = 12,16 + \frac{1}{146251} \alpha G_T, \quad (12)$$

$$p_B = 15,1 - \frac{482 - \alpha}{366320} G_T. \quad (13)$$

Расчетные статические характеристики изменения давления в полостях задних пневмогидроцилиндров подрески (кривые 1-3) и в напорной магистрали механизма подъема платформы (кривые 4-6) от массы груза при различном расположении его центра тяжести приведены на рис.3,а (для автосамосвала БелАЗ-540) и на рис.3,б (для автосамосвала БелАЗ-549). Из рис.3 видно, что давления как в цилиндрах пневмогидроподрески, так и в напорной магистрали цилиндров механизма подъема могут быть неодинаковыми при одной и той же массе груза с различным расположением его центра тяжести. Это приводит к значительным погрешностям при измерении массы груза по давлениям только в задних цилиндрах подрески (до $\pm 10\%$) или только в напорной магистрали цилиндров механизма подъема (до $\pm 15\%$).

Расчетные погрешности измерения массы груза по суммарному давлению (кривые 7-9) в точках опоры платформы автосамосвала можно определить из выражения

$$\delta = \pm \frac{G_{Г1,2} - G_{Гн}}{G_{Гн}} \cdot 100, \quad (14)$$

где $G_{Г1,2}$ - масса груза, соответствующая суммарному давлению при отклонении центра тяжести при нормальном расположении груза на ± 250 мм; $G_{Гн}$ - масса груза, соответствующая номинальной грузоподъемности автосамосвала, при нормальном расположении его центра тяжести.

Максимальные погрешности измерения массы груза в автосамосвале не превышают: для автосамосвала БелАЗ-540 $\pm 5\%$, а для автосамосвала БелАЗ-549 $\pm 1,3\%$. Небольшие погрешности измерения массы груза в автосамосвале, особенно у БелАЗ-549, подтверждают правомерность выбранного способа и его практическую целесообразность.

Структурная схема встроеного взвешивающего устройства, реализующего рассматриваемый способ измерения массы груза, приведена на рис.4. Устройство работает следующим образом. Контроль за погрузкой автосамосвала у экскаватора осуществляется первичными преобразователями давления 1, установленными в верхние полости задних цилиндров пневмогидроподрески. Сигналы от преобразователей суммируются в измерительном блоке 4. Выходной сигнал с блока 4 измеряется индикатором загрузки 5, по показаниям которого можно судить о степени загрузки автосамосвала. После достижения требуемого предела загрузки сигнал с выхода измерительного блока становится достаточным для включения сигнального устройства 6, которое подает сигнал машинисту экскаватора о прекращении загрузки автосамосвала.

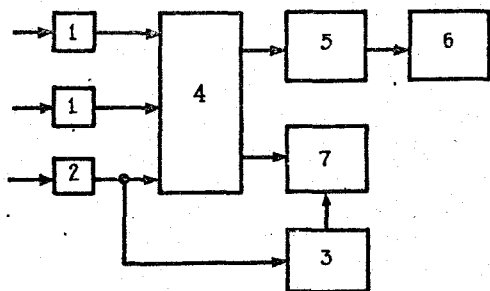


Рис.4. Структурная схема встроенного взвешивающего устройства

ходной сигнал измерительного блока 4, пропорциональный массе груза в автосамосвале, и суммирует его с информацией о массе груза, перевезенной за предыдущие рейсы. Так накапливается информация о массе перевезенного груза за рабочую смену.

Косвенное определение массы груза в автосамосвале при помощи комбинированного измерения давления в полостях задних цилиндров пневмогидроподвески и в напорной магистрали цилиндров механизма подъема платформы обладает по сравнению с другими способами такими преимуществами, как повышенная точность измерения массы груза, меньшее число используемых первичных преобразователей давления.

Отдельные узлы предлагаемого устройства (преобразователи давления, цифровой сумматор массы груза и др.) испытывались как в лабораторных, так и производственных условиях на автосамосвалах БелАЗ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гардзиш В.А. Разработка и исследование встроенных систем автоматического контроля веса горной массы в большегрузных автосамосвалах. Автореф. канд. дис. Л., изд. ЛГИ, 1974.
2. Селянин В.Г. Диспетчеризация горнотранспортного процесса на карьерах. М., Недра, 1976.
3. Сироткин З.Л., Казарес А.Н., Шумский М.Ф. Автомобиль-самосвал БелАЗ. М., Транспорт, 1969.

Точное измерение массы груза осуществляется в момент разгрузки автосамосвала по суммарному давлению в точках опоры платформы. В момент отрыва платформы от рамы, когда давление в напорной магистрали механизма подъема, измеряемое преобразователем 2, достигнет максимума, на выходе дифференцирующего блока 3 появляется импульс, включающий цифровой сумматор массы груза 7.

Цифровой сумматор измеряет вы-