Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
1987, т.110

УДК: 622.684 : 629.11.01

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СХЕМ АВТОСАМОСВАЛОВ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ БОЛЕЕ 100 ТОНН

И.В.ЗЫРЯНОВ

При эксплуатации мощных экскаваторно-автомобильных комплексов возникает проблема резкого повышения ударных нагрузок на конструкции автосамосвалов в процессе их загрузки. Согласно единым нормам выработки на открытые горные работы для предприятий горно-добывающей промышленности, при правильно произведенном взрыве наибольший размер основной массы кусков не должен превышать 2/3 наименьшего линейного размера ковша экскаватора типа механическая лопата.

Инструкцией завода-изготовителя автосамосвалов БелАЗ предусматривается ограничение высоты разгрузки h_{max} до 3 м и максимальной массы падающего груза m до 4,5 т. Фактическая высота разгрузки будет всегда больше рекомендуемой заводом-изготовителем, так как минимальная расчетная высота разгрузки у экскаваторов с вместимостью более 8 м^3 всегда больше 3 м [2], а сосредоточенная масса падающего груза в ряде случаев значительно больше 4,5 т. Таким образом, при применении особо мощных экскаваторов теряет смысл принятое определение негабаритного куска, размеры которого определяются лишь линейными размерами ковша. Негабаритным следует считать в этом случае кусок, опасный по развиваемым им динамическим усилиям, воздействующим на конструкцию автосамосвала [2].

В настоящее время при составлении паспортов загрузки не учитывают динамические нагрузки, а лишь степень использования грузоподъемности. Изучение динамики загрузки и регулирование ее в определенных пределах представляет актуальную практическую задачу.

Современные и перспективные карьерные автосамосвалы имеют практически одинаковую конструктивную компоновочную схему: на переднюю и заднюю оси через рессорное подвешивание опираются подрессоренная масса – рама, грузовая платформа, кабина и пр. Динамические усилия от падающего груза из ковша экскаватора воспринимаются тремя системами амортизации: резиновыми прокладками между рамой и платформой, рессорами между рамой и передней и задней осью, пневматическими шинами.

Цилиндры подвески представляют собой пневматическую рессору поршневого типа в комбинации с гидравлическим амортизатором. Упругим элементом в цилиндре является технический газообразный азот. В качестве рабочей жидкости в цилиндре подвески применяется жидкость МГП-10 для гидроамортизаторов. Передние подвески всех автомобилей аналогичны по конструкции и

отличаются конфигурацией паза на штоке амортизатора. Задние цилиндры автомобилей-самосвалов отличаются от передних размерами.

Передняя подвеска автосамосвала БелАЗ-7519 независимая, цилиндры находятся под углом к продольной оси и воспринимают вертикальные усилия, выполняя роль рессор и амортизаторов. Передняя подвеска автосамосвала БелАЗ-7521 зависимая, цилиндры также находятся под углом к продольной оси машины. Задняя подвеска самосвалов зависимая. Состоит из двух цилиндров, расположенных вертикально, поперечной штанги и центрального рычага.

Нагрузки, действующие на платформу в момент падения груза, передаются на платформу, далее через цилиндры подвески, поперечную штангу и центральный шарнир передаются на шины. Цилиндры подвески воспринимают только вертикальные нагрузки, штанга – поперечные, а центральный шарнир – вертикальные, поперечные и продольные.

При построении механической модели автосамосвала приняты следующие допущения: жесткость подрессоренной конструкции намного больше жесткости самих рессор и контактирующих с грунтовым основанием пневматиков; каждая из рессор представляет собой упруго-вязкий элемент, сопротивляющийся как смещению, так и скорости этого смещения; колебания каждой точки автосамосвала можно считать вертикальными; необратимые потери энергии следует учитывать в рессорах, в зоне контакта пневматиков с грунтом и в ударной зоне "кузов-груз"; колебания подрессоренных масс, приходящиеся на передние и задние колеса, считаем независимыми; пренебрежем также влиянием неподрессоренной части автосамосвала на колебания подрессоренной части, приходящиеся на передние и задние колеса, так как в груженом состоянии подрессоренные массы превышают в 4-5 раз соответствующие неподрессоренные массы, а амплитуда колебаний неподрессоренных частей при соизмеримых жесткостях пневматических шин и цилиндров подвески на порядок ниже, чем у подрессоренных.

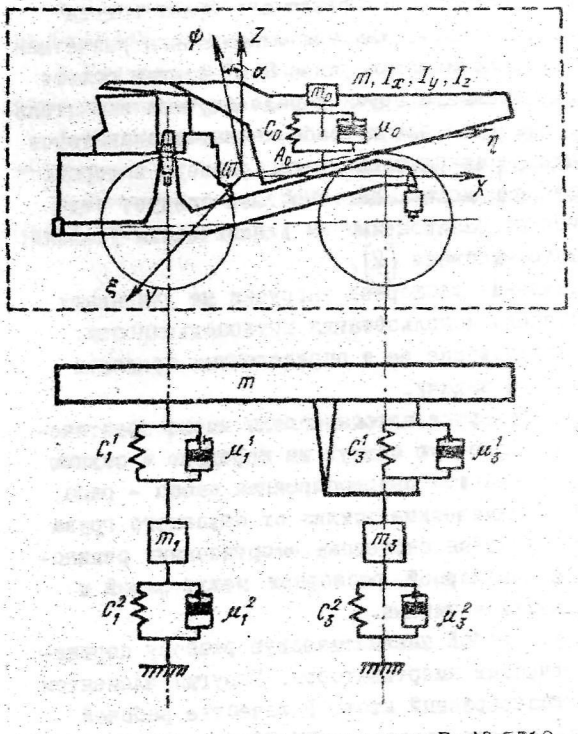


Схема динамической модели автосамосвала БелАЗ-7519

Цель исследования в конечном счете состоит в выборе параметров модели по условиям прочности и деформируемости упругих элементов модели, поэтому при выборе спосо-

ба описания собственного процесса соударения исходим из наименее благоприятного случая. Представим далее падающий груз в виде точечной массы m_0, которая в заданный момент времени присоединяется (имея заданную скорость v) к подрессоренной массе через некоторую фиктивную в общем нелинейно-упругую пружину (схема Герца).

Таким образом, рассматриваются малые вертикальные колебания (по оси Z) системы, состоящей из абсолютно твердого тела и пяти точечных масс, соединенных между собой упруго-вязкими элементами – пружинами ньютоновского типа (см. рисунок). При этом колеблющаяся система включает: подрессоренную массу, т.е. абсолютно твердое тело массой m с моментами инерции I_x, I_y, I_z относительно главных, проходящих через центр тяжести ЦТ этого тела осей X, Y, Z; четыре точечные массы пневматиков m_i (i = I, 2, 3, 4), соединенных с массой m и грунтом (неподвижным основанием) двумя рядами упруго-вязких элементов, и точечную массу груза m_0, присоединенную через упруго-вязкий фиктивный элемент (μ_0, C_0) к подрессоренной массе m в точке X_0, Y_0. В начальный момент времени масса m_0 имеет заданную скорость v_0, равную скорости падения в момент удара.

Для определения колебательного движения вокруг осей, используя известные уравнения [I, 3], определим моменты инерции подрессоренной части автосамосвалов (см. таблицу).

Моменты инерции подрессоренной части автосамосвалов

Масса подрессоренной части автосамосвала, кг	Суммарное значение моментов инерции относительно осей, проходящих через ЦТ			Угол наклона главных центральных осей	Моменты инерции относительно главных центральных осей		
	ΣI_x, кг·м^2	ΣI_y, кг·м^2	ΣI_z, кг·м^2	α, град	I_η, кг·м^2	I_ξ, кг·м^2	I_φ, кг·м^2
			БелАЗ-7519				
46341	$15\cdot10^4$	$38\cdot10^4$	$35\cdot10^4$	10,5	$21\cdot10^4$	$38\cdot10^4$	$29\cdot10^4$
			БелАЗ-7521				
95780	$33\cdot10^4$	$90\cdot10^4$	$114\cdot10^4$	7,5	$62\cdot10^4$	$90\cdot10^4$	$85\cdot10^4$

Используя данные моменты инерции, определим коэффициенты распределения масс ε (у БелАЗ-75I9 ε = I,I5, а у БелАЗ-752I ε = 0,97).

Для описания динамической модели, изображенной на рисунке, воспользуемся системой дифференциальных уравнений второго порядка.

Выводы

I. Рекомендуемые заводом-изготовителем ограничения при экскаваторной загрузке автосамосвалов особо большой грузоподъемности не отражают

реальных характеристик этого процесса. Для автосамосвалов грузоподъемностью 110–180 т необходимо установить путем исследований параметры погрузочного процесса на основе математического моделирования и экспериментов в производственных условиях.

2. Полученные значения моментов инерции подрессоренной масы автосамосвалов будут использованы при расчете характеристик ударного процесса на ЭВМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гернет М.М. Курс теоретической механики. М., Высшая школа, 1973.
2. Кулешов А.А. Мощные экскаваторно-автомобильные комплексы. М., Недра, 1980.
3. Фафорин М.В. Моменты инерции тел. М., Машиностроение, 1970.