Записки Санкт-Петербургского горного института им.Г.В.Плеханова.
Т. 141. СПб, 1995

УДК 622.684:629.11.01

Н.В.ЗЫРЯНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ БелАЗ-7519

Карьерные автосамосвалы особо большой грузоподъемности эксплуатируются в тяжелых условиях и обычно не достигают установленного заводом-изготовителем ресурса (при проектных 450 тыс.км фактический пробег составляет 150-250 тыс.км). Базовые конструкции автосамосвалов работают в режимах многоцикловых переменных динамических нагрузок при экскаваторной загрузке и при движении по карьерным дорогам. Эти нагрузки определяют безотказность и долговечность узлов и систем автосамосвала [1].

Для установления численных значений динамических нагрузок, действующих на автосамосвал, и их связей с горно-техническими факторами проводились экспериментальные исследования на карьере "Удачный" ПНО "Якуталмаз", отличающегося тяжелыми условиями эксплуатации. В процессе эксперимента выполнялись комплексные исследования динамических нагружений карьерного автосамосвала БелАЗ-7519 грузоподъемностью 110 т с использованием многоканального комплекта специальной магнитозаписывающей аппаратуры КМТ типа СОМР-32 (ФРГ) с последующим вводом и обработкой данных на РС IBM-286. В процессе эксперимента измерялись значения следующих параметров: давления инертного газа в подвесках датчиком МД-150, нормальной деформации шин с использованием устройства, разработанного в СПГГИ, скорость движения автосамосвала. С помощью двадцати тензорезисторов типа КФ-5П-10-100-Б-12 в комплекте с усилительной станцией УИМ-1 измерялись деформации металлоконструкций в местах наиболее частых отказов, акселерометрами ВП-7 с усилителями УН-1 фиксировались ускорения подрессоренных и неподрессоренных масс в вертикальном и продольном направлениях, цена тарировочного деления датчиков равнялась 9,81 м/с^2.

Перед проведением экспериментов были априорно определены основные факторы, влияющие на динамику автосамосвала: скорость движения, макро- и микропрофили дороги, кривизна дороги в плане, неустановившиеся режимы движения (разгон - торможение), продольные и поперечные дорожные уклоны [1].

В соответствии с планом проведения эксперимента на первом этапе оценивалось влияние отдельных дорожных факторов на нагруженность конструкций автосамосвала. За критерий принимались напряжения, возникающие в раме автосамосвала, и нормальная деформация шин [2,3].

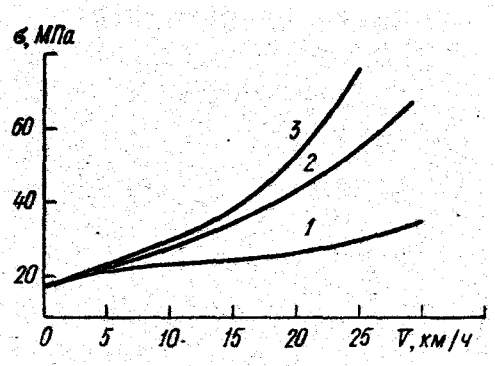


Рис.1. Напряжения, возникающие в раме автосамосвала при движении по прямолинейным участкам
1 – ровная бетонная площадка; 2 – участок с высотами неровностей до 20 см; 3 – участок с высотами неровностей до 30 см

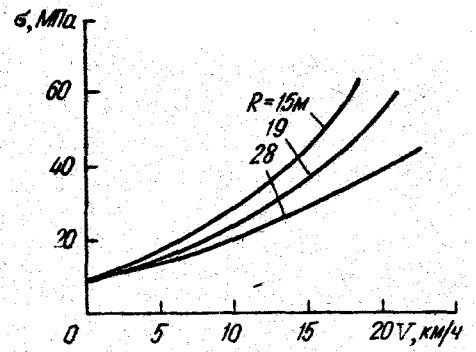


Рис.2. Напряжения в поперечинах рамы автосамосвала при прохождении кривых

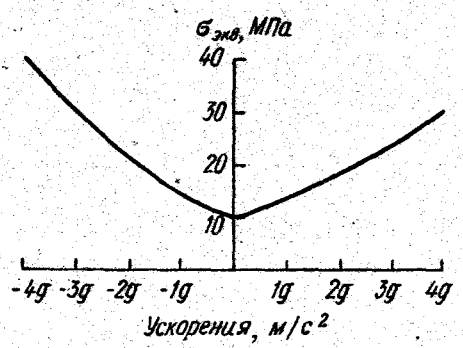


Рис.3. Продольная деформация рамы при ускорениях (замедлениях) движения автосамосвала

Вначале выполнялись заезды груженого автосамосвала по прямолинейным горизонтальным участкам с типичным микропрофилем. Были выбраны два участка дороги с разными высотами неровностей и ровная бетонная площадка. В результате установлены следующие закономерности: нагрузка на раму имеет нелинейную зависимость от скорости движения автосамосвала и прямо связана с ровностью дорожной поверхности (рис.I). При этом установлено: изменения давления инертного газа в подвесках коррелируют с нормальной деформацией шин (коэффициент корреляции 0,65) и с деформацией рамы автосамосвала в вертикальной плоскости (коэффициент корреляции 0,70). Затем выполнялись заезды по кривым различного радиуса и в режимах разгона – торможения (для снижения воздействия дорожных неровностей заезды выполнялись на ровной бетонной площадке). При прохождении поворотов получены нелинейные зависимости между деформацией рамы в поперечном направлении и скоростью движения (рис.2).

Во время разгонов и торможений режим движения контролировался датчиком ускорений, сориентированным в продольной плоскости. На рис.3 показаны зависимости между продольной деформацией рамы и ускорениями (замедлениями) движения автосамосвала.

Полученные результаты показывают, что наибольшее влияние на нагруженность рамы автосамосвала оказывают дорожные неровности и повороты. Динамическое воздействие при разгонах – торможениях сказывается в меньшей степени.

На втором этапе экспериментов выполнялись заезды в общем транспортном потоке карьера в соответствии с типовыми условиями технологического цикла. Планы и профили автодорог построены по результатам маркшейдерской съемки. Так как базовые конструкции автосамосвала в реальных условиях эксплуатации испытывают сложное нагружение, то за критерий динамического нагружения автосамосвала принималось эквивалентное приведенное напряжение, возникающее в опасных сечениях рамы [3],

$$\sigma_{экв} = \sqrt{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3},$$

где $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – соответственно напряжения по осям X, Y, Z, МПа.

Маршруты априорно разбивались на участки с разной степенью динамического воздействия: движение по горизонтальным отрезкам в груженом и порожнем направлениях, подъем, спуск, прохождение кривых, а также процесс экскаваторной погрузки [1].

Было выполнено 11 рейсов по различным маршрутам. Статистические характеристики контролируемых параметров, полученные на одинаковых участках разных маршрутов, достаточно близки, и их усредненные результаты приведены в таблице. Масса перевозимого груза определялась на взвешивающей системе "Карат", среднее ее значение за рейс составляло 109 т с коэффициентом вариации $\nu = 0{,}05$, что позволяет принимать массу груза за постоянную величину. При этом получена достаточно устойчивая (коэффициент корреляции 0,76) зависимость между $\sigma_{экв}$ рамы и вертикальными ускорениями подрессоренной массы автосамосвала (рис.4).

Частотные характеристики контролируемых в процессе эксперимента параметров достаточно постоянны и составили: погрузка и движение в груженом направлении 0,1–1,0 Гц, движение в порожнем направлении при $V < 10$ км/ч – 0,3–1,5 Гц, при $V > 10$ км/ч – 2,0–6,0 Гц.

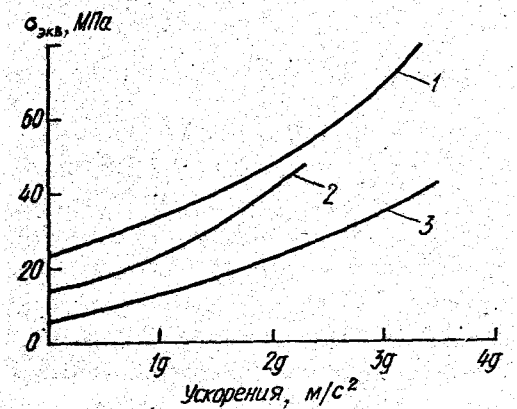


Рис.4. Зависимость между эквивалентным напряжением рамы и ускорениями колебаний подрессоренной массы автосамосвала
1 – груженый автосамосвал; 2 – погрузка; 3 – порожний автосамосвал

По результатам экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее нагруженными для базовых конструкций автосамосвала являются горизонтальные участки дороги, что в первую очередь связано с более высокими скоростями движения по ним.

2. При создании достаточной ровности дорожного полотна (высоты неровностей не превышают 3 см) автосамосвал может двигаться с любой возможной скоростью без повреждающего воздействия на базовые конструкции.

3. Целесообразно оценивать возмущающее воздействие дороги на динамику автосамосвала по показаниям датчиков ускорений, используя полученные

Статистические характеристики параметров при движении автосамосвалов

Технологический цикл	Число кривых	Удельное время в цикле, %	$V_{ср}$, км/ч	Число циклов нагружений	$\sigma_{экв}$ рамы, МПа
Погрузка		6	-	150	51,3
Горизонтальные в груженом направлении		11	15-20	420	84,1
R = 15-17	2		12-14	7-10	89,6
R = 18-20	3		8-18	8-12	81,2
Подъем		51	7-10	600	52,0
R = 15-17	3		7-10	3-6	57,2
R = 18-20	1		7-10	5-7	55,3
Горизонтальные в порожнем направлении		7	22-28	389	27,3
R = 15-17	2		20-22	8-10	28,0
R = 18-20	3		20-25	9-13	27,6
Спуск		25	17-21	856	21,7
R = 15-17	3		15-16	7-11	23,1
R = 18-20	1		17-18	8-12	23,6

зависимости между ускорениями колебаний подрессоренной массы и нагрузочными режимами рамы. Известные способы (прямой замер дорожной поверхности с помощью рейки, показания толчкомеров и т.д.) являются довольно громоздкими и не позволяют получать оперативную информацию.

Библиографический список

1. Казарез А.А., Кулешов А.А. Эксплуатация карьерных автосамосвалов с электромеханической трансмиссией. М.: Недра, 1988.

2. Коптев В.Ю., Кулешов А.А., Марголин И.И. Для оценки нагруженности шин карьерных автосамосвалов // Автомобильная промышленность. 1991. № 9.

3. Повышение долговечности несущих конструкций карьерных автосамосвалов / П.Л.Мариев, А.К.Бернацкий, А.А.Ракитский и др. / ЯНЦ СО РАН. Якутск, 1991.