

УДК 629.114.2

Б.У.БУСЕЛ, канд. техн. наук (БПИ),
В.И.МЕЛЕШ (БелАЗ)

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ЭЛЕМЕНТЫ ХОДОВОЙ ЧАСТИ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ

Одними из основных составляющих динамической нагрузки на элементы ходовой части карьерного самосвала являются силы, обусловленные наличием неровностей микропрофиля дороги. С целью выявления основных закономерностей формирования этих сил и разработки мероприятий по их снижению проведен ряд испытаний самосвалов БелАЗ грузоподъемностью 110 и 170 т. Экспериментальные заезды выполняли в технологических циклах работы самосвалов и на специально выбранных мерных участках, неровности микропрофиля которых предварительно измерялись. В ходе испытаний фиксировали давление газа во всех цилиндрах подвески самосвала, ускорения различных точек поддрессоренных и неподдрессоренных масс, скорость движения автомобиля. За оценочный параметр динамических нагрузок принято давление газа в цилиндрах подвески.

На рис. 1 показаны экспериментальные зависимости среднего квадратического отклонения давления в цилиндрах подвески при движении автомобиля по мерным участкам основной дороги и участкам дороги на отвале. Эти участки резко отличаются друг от друга по микропрофилю. Поверхность участка основной дороги в хорошем состоянии (дисперсия высоты неровностей $1,5 \text{ см}^2$), а участок на отвале относится к тяжелым дорогам (дисперсия высоты неровностей $11,3 \text{ см}^2$). Динамические нагрузки на элементы ходовой части при движении по отвалу в 2,5–3,5 раза больше, чем в случае движения по основной дороге. Следует отметить, что темп увеличения нагрузок заметно возрастает при скоростях движения свыше 17–20 км/ч.

Исследования показывают зависимость динамических нагрузок на элементы ходовой части автомобиля от высоты неровностей дороги и скорости движения. С целью оценки влияния ровности дороги и скорости движения на ресурс элементов ходовой части автомобиля выполнен сравнительный анализ динамических нагрузок на указанные элементы путем сопоставления величин, пропорциональных их долговечности. В качестве такой величины, характеризующей выработку ресурса, использован темп накопления усталостных повреждений на 1 км пробега

$$R = \sum_j p_j^m N_j$$

где p_j — нагрузка; m — показатель степени кривой усталости; N_j — число циклов нагрузки p_j .

Для сравнительной оценки нагрузок использовалось отношение темпов накопления усталостных повреждений

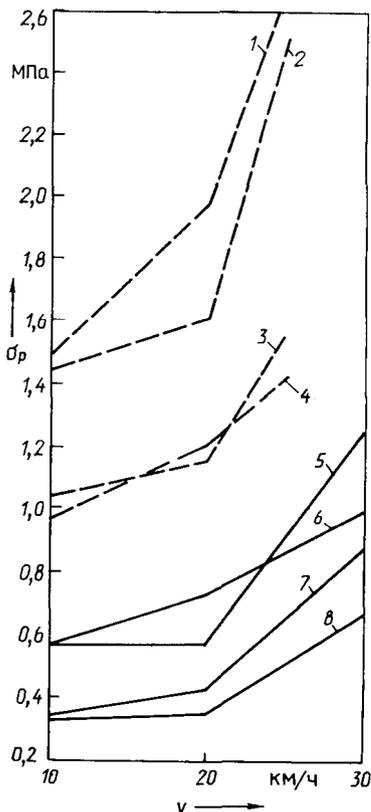


Рис. 1. Зависимость среднего квадратического отклонения давления в цилиндрах подвески от ровности дороги и скорости движения самосвала БелАЗ-7519 (масса груза 94 т):
 — — — — — в неудовлетворительном;
 — — — — — в хорошем состоянии;
 1, 5 — задняя подвеска левая; 2, 6 — правая; 3, 7 — передняя подвеска левая; 4, 8 — правая

платуационного). Темп накопления повреждений корпуса редуктора при движении на участках дороги с неровностями большой высоты в 14–50 раз выше, чем при движении по основной дороге. Следовательно, ограничения скорости движения по плавности хода автомобиля, которыми руководствуется водитель, не обеспечивают приемлемого уровня динамических нагрузок на детали по ходовой части.

Таким образом, необходимо ограничивать динамические нагрузки на конструктивные элементы автомобиля-самосвала на целесообразном по технико-экономическим критериям уровне. Эту задачу можно решать на основе анализа ровности карьерных дорог и нормирования скоростей движения, т.е. путем управления эксплуатационной системой "ур" (уровень неровностей микро-

$$K_R = R_1/R_2 = \sum p_{i1}^m N_{i1} / \sum p_{i2}^m N_{i2},$$

где R_1, R_2 — темп накопления повреждений в сравниваемых случаях.

Одной из наиболее ответственных деталей ходовой части самосвала является корпус редуктора мотор-колеса, изготавливаемой из стали 40 Л. Для сравнительного анализа нагрузок на корпус по K_R приняты следующие допущения: $m = 4$ (по данным ИНДМАШ АН БССР); среднее давление в цилиндрах задней подвески 7,5 МПа; накопления повреждений корпуса при изменении давления в цилиндре подвески в диапазоне 7,5–9,5 МПа не происходит. Анализ процесса изменения давления в цилиндре подвески (в течение 40 с) проводили методом максимумов с шагом 0,5 МПа. За номинальный принят режим нагружения корпуса редуктора мотор-колеса при движении самосвала по мерному участку дороги со скоростью 20 км/ч. Приведенные в табл. 1 данные показывают, что в зависимости от высоты неровностей дороги и скорости движения темп накопления повреждений корпуса редуктора от динамических нагрузок изменяется почти в 100 раз.

В технологическом цикле водитель выбирал скорость движения автомобиля в соответствии с дорожными условиями или же она ограничивалась тяговыми возможностями машины (экспериментальный заезд по скоростному режиму не отличался от эксплуатационного).

Табл. 1. Нагрузочные режимы для корпуса редуктора мотор-колеса автомобиля-самосвала

Показатель	Цикл работы автомобиля				Мерный участок					
	в за- бое	на отва- ле	на дороге		на отвале			на основной дороге		
			перед отва- лом	основ- ной						
Скорость движения, км/ч										
	5–15	15–20	20–30	25–30	10	20	25	10	20	30
$R \cdot 10^{-7}$	159	178	48,2	3,4	11,4	26,1	78,5	2,1	1,8	8,1
K_R	88,3	98,8	26,8	1,9	6,3	14,5	43,6	1,2	1,0	4,5

профиля – скорость движения”. Методика управления на основе применения бортового или переносного электронного анализатора динамических нагрузок на элементы ходовой части самосвала состоит в следующем.

Предварительно на основе экспериментальных и теоретических исследований с учетом эксплуатационных технико-экономических показателей определяются предельные темпы накопления усталостных повреждений ряда базовых деталей ходовой части автомобилей и максимальные допустимые нагрузки на них. По предельным темпам накопления усталостных повреждений деталей устанавливаются несколько категорий карьерных дорог и соответствующие предельные скорости движения по ним. Определяются также условия закрытия для движения самосвалов дороги в целом или отдельных ее участков.

В процессе эксплуатации с помощью электронного анализатора динамического нагружения осуществляется периодический контроль ровности дорог. Путем анализа процессов изменения давлений в цилиндрах подвески при известных скоростях движения определяются темпы накопления повреждений элементов ходовой части автомобиля для дороги в целом и отдельных ее участков; выявляются участки дороги, на которых возникают пиковые нагрузки, превышающие предельные. По полученным данным устанавливается категория дороги и соответствующая скорость движения по ней; определяются участки, подлежащие немедленному ремонту или закрытию для движения.

БелАЗ совместно с БПИ и ряд других организаций ведут исследования и работу по созданию методики и аппаратуры для анализа дорожных условий и нормирования скорости движения автомобилей. Их внедрение позволит повысить технико-экономические показатели эксплуатации карьерных самосвалов.