

ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ БУКСИРОВЩИКОВ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

Введение. Доставка вышедших из строя самосвалов с места поломки на поверхность карьеров и далее к месту стационарных ремонтных мастерских в принципе может осуществляться тремя способами: буксирование на гибкой сцепке, буксирование на жесткой сцепке, буксирование с помощью специально оборудованного автомобиля-буксировщика. В условиях карьеров случаются поломки, когда машина не может перемещаться на своем ходу, встает вопрос о ее доставке при отрыве передних или задних колесных опор от дороги. Такой способ доставки может быть осуществлен только с помощью автомобилей-буксировщиков, является исключительно мобильным, производительным, не требует размещения водителя в буксируемой машине, широко применяется в мировой практике. Такая схема буксирования конструктивно проста, достаточно автономна. Вместе с тем требует дополнительных исследований по формированию внешних нагрузок на подъемно-сцепное устройство и динамике системы "буксировщик - автосамосвал" для научно-обоснованного подхода к проектированию и конструированию основных силовых элементов несущей конструкции.

1. Обзор методов проектирования буксировщиков карьерных автосамосвалов. На Украине буксировщики карьерных автосамосвалов проектируются в ОАО "Транспрогресс" (г. Мариуполь), в России проектируются и изготавливаются на Белгородском авторемонтном заводе "Авторемгормаш". Автомобили-буксировщики проектируются на базе серийно выпускаемых автосамосвалов БелАЗ путем установки подъемно-сцепного устройства, приспособленного для захвата спереди и сзади буксируемых автосамосвалов. Конструкция подъемно-сцепного устройства состоит из неподвижной рамно-ферменной несущей конструкции, которая крепится к раме серийного автосамосвала, и подвижной штанги, которая имеет два узла, рассчитанных для захвата спереди и сзади. Параметры основных силовых элементов подъемно-сцепных устройств определяются из расчета на статическую прочность, при этом не учитывается ряд составляющих внешней

© Бейгул В.О., Лепетова А.Л., Ширин Л.Н., 2005

нагрузки, не учитываются динамические эффекты, связанные с колебаниями системы "буксировщик-автосамосвал" при движении по неровностям технологических дорог.

2. Обзор работ, посвященных исследованию динамики спецавто-транспорта. Динамике двухзвенных колесных машин посвящен ряд работ, в том числе в работах Веселова Г.П., Густомясова А.Н., Колмакова В.И. [1], [2] исследуются колебания системы "тягач-прицеп" при движении по неровностям дорог, изучаются упругодемпфирующие связи. Динамической устойчивостью занимаются Лобас Л.Г., Ващенко Ю.Л. Известны их работы для двухзвенных автопоездов [3], [4]. Следует попутно отметить, что особую актуальность эти работы имеют в области магистральных автопоездов. В системе "тягач-прицеп" в некоторых случаях могут возникать автоколебания, раскрывают механизм возникновения таковых Бусаров Ю.П., Черкунов В.Б., Татарченко А.Е. в известной работе [5]. Авторы убедительно показывают, как можно избежать появления автоколебаний конструктивными мероприятиями. Большой пласт занимают работы, посвященные исследованию характеристик шин как упругих элементов. Это диссертационные работы Князькова В.Н. [6], Митекина П.И. [7], Нанадзе Г.Н. [8], Рязановского А.Р. [9], где изучаются радиальная и боковая жесткости, поглощающая способность шин при колебаниях.

Значительное место в колебаниях автомобилей занимают кинематические возмущения, которые реализуются неровностями дорог. Изучением статистических характеристик микропрофиля дорог занимались Афанасьев В.Л., Хачатуров А.А., результаты изложены в работе [10]. Барахтанов Л.В. в диссертационной работе [11] исследовал статистические характеристики микропрофиля пересеченной местности в тесной связи с колебаниями вездеходных машин. Бейгул О.А. в книгах [12] и [13] приводит результаты статистического исследования микропрофиля технологических дорог в условиях металлургических предприятий, при исследовании динамики платформ на пневмоколесном ходу использует среднестатистические характеристики неровностей для аппроксимирующих функций. Васильев В.С. в диссертации [14] решает задачу о связи неровностей поверхности дороги с колебаниями автомобиля. В динамику автомобиля большой вклад внес Певзнер Я.М. В работе [15] он комплексно подходит к исследованию колебаний автомобиля, где самостоятельно проводились статистиче-

ские исследования. Значительное место в исследовании дорожных условий занимают работы Фаробина Я.Е., Юрчевского А.А., Аксенова С.В., где они вводят классификацию дорог по степени влияния на обобщенные показатели тягово-скоростных свойств автотранспортных средств. Некоторые результаты представлены в работе [16]. Исследованию динамики автомобиля посвящены работы [17]–[19].

3. Обзор исследований в области конструктивного совершенствования спецавтотранспорта. Главным критерием конструктивного совершенства спецавтотранспорта является его металлоемкость. Безверхий С.Ф., Белокуров В.Н., Самойлов Г.А. значительный вклад внесли в экспериментальные методы снижения металлоемкости автомобилей [20]. Красной нитью работ Бейгула О.А. проходит снижение металлоемкости спецавтотранспорта [12], [13]. Белокуров В.Н. в своих работах значительное место посвящает снижению нагруженности несущей системы автомобиля путем оптимизации угловых жесткостей шин и подвески [21], намечает пути снижения металлоемкости рам грузовых автомобилей [22]. Волохов Г.М. работает в области повышения прочности соединений продольных и поперечных элементов автомобильных рам [23], тесно связывает повышение прочности с уменьшением металлоемкости несущих систем автомобилей [24]. Выгонный А.Г. предлагает критерии выбора жесткости подвески автомобиля [25]. Конструктивное совершенство прицепов тесно связывает с долговечностью и снижением металлоемкости Горин Э.А. в работе [26]. Повышением долговечности несущих систем карьерных автосамосвалов занимаются Григолюк Э.И., Сухомлинов А.Г., Барышников Ю.Н. [27]. Резниченко В.А., Наркевич Э.И., Киселев Н.С. занимаются изучением эксплуатационных свойств спецавтотранспорта [28].

Ряд авторов совершенствование конструкций связывают с точным знанием нагрузок, которые приходят на основные несущие элементы спецавтотранспорта. Так Степанов Е.Ф., Сливинский В.И., Троицкий В.Т. предлагают тензометрическое опорно-цепное устройство [29]. Фасхиев Х.А. Павленко П.Д. предлагают делать прочностную доводку конструкций на пути снижения металлоемкости и увеличения долговечности [30]. Ряд работ посвящен оптимизации несущих систем по критерию минимальной металлоемкости. Это работы [31], [32], [33].

Заключение. Из приведенного выше анализа следует, что в настоящее время проектирование буксировщиков карьерных автосамосвалов не учитывает ряд режимов нагружения и приводит к перетяжелению конструкций, в научной литературе отсутствуют материалы, посвященные разработке и исследованию автомобилей-буксировщиков при очевидной актуальности таких машин для открытых горных работ, где широко применяются карьерные автосамосвалы. Приведенный обзор показал, в каком направлении следует работать на пути создания автомобилей-буксировщиков, учитывая, что даже в общем автомобилестроении нет единого и научно-обоснованного подхода к проектированию несущих систем.

В связи с этим можно выделить следующие проблемы выбора рациональных параметров буксировщиков карьерных автосамосвалов: 1. Разработка математической модели формирования расчетных нагрузок, действующих на подъемно-цепное устройство. 2. Исследование динамики системы "буксировщик-автосамосвал". 3. Экспериментальное исследование процесса формирования расчетных нагрузок на подъемно-цепное устройство автомобиля-буксировщика. 4. Разработка научно-обоснованной инженерной методики проектирования буксировщиков карьерных автосамосвалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веселов Г.П., Густомясов А.Н., Колмаков В.И. Аналитическое исследование колебаний системы тягач-прицеп // Известия вузов. Машиностроение. – 1988. – №5. – С. 92–97.
2. Веселов Г.П., Густомясов А.Н., Колмаков В.И. Колебания системы тягач-прицеп с межсекционной угловой упругодемпфирующей связью // Известия вузов. Машиностроение. – 1986. – №2. – С. 107–111.
3. Лобас Л.Г. Курсовая устойчивость двухзвенных колесных машин // Прикладная механика. – 1989. – Т.25. – №4. – С. 104–111.
4. Лобас Л.Г., Ващенко Ю.Л. Динамическое поведение двухзвенного автопоезда вблизи границы области устойчивости // Прикладная механика – 1991. – Т.27. – №12. – с. 85–91.
5. Бусаров Ю.П., Черкунов В.Б., Татарченко А.Е. Подавление автоколебаний прицепа // Автомобильная промышленность. – 1986. – №10. – С. 17–19.

6. Князьков В.Н. Исследование жесткости и кинематических параметров автомобильной шины. – Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1979 – 220 с.
7. Митекин П.И. Исследование поглощающей и сглаживающей способности шины при колебаниях грузового автомобиля. – Дис. ...канд. техн. наук. – М., 1974. – 154 с.
8. Нанадзе Г.Н. Исследование поглощающей способности шины при вертикальных колебаниях автомобиля. – Дис....канд. техн. наук.– М., 1977. – 178 с.
9. Рязановский А.Р. Исследование колебаний шин автомобиля. – Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1978. – 157 с.
10. Афанасьев В.Л., Хачатуров А.А. Статистические характеристики микропрофиля автомобильных дорог и колебания автомобиля // Автомобильная промышленность. – 1966. – №2. – С. 23–27.
11. Барахтанов Л.В. Исследование статистических характеристик микропрофиля пересеченной местности и колебаний корпуса вездеходных машин. – Дис. ... канд. техн. наук. – Горький, 1972. – 216 с.
12. Бейгул О.А. Динамика и прочность самоходных платформ на пневмоколесном ходу. – Киев: ИСМО МО Украины, 1996. – 138 с.
13. Бейгул О.А. Основы проектирования и расчеты на прочность металлургических платформ. – Киев: ИСМО МО Украины, 1997. – 277 с.
14. Васильев В.С. Статистическое исследование ровности дорожной поверхности и колебаний автомобиля. – Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1970. – 208 с.
15. Колебания автомобиля. Испытания и исследования / Под ред. Я.М. Певзнера. – М.: Машиностроение, 1979. – 208 с.
16. Фаробин Я.Е., Юрчевский А.А., Аксенов С.В. Классификация дорожных условий по степени влияния на обобщенные показатели тягово-скоростных свойств и топливной экономичности автотранспортных средств // Известия вузов. Машиностроение. – 1988. – №5. – С. 91–94.
17. Engels F. Vibrations in vehicles and methods of investigating them. In: Instrumentation and test techniques for motor vehicles. – Cranfield, 1976. – P.15.

18. Schedl R., Stribersky A., Troger H., Zeman K. Driving behavior of a tractor-semitrailer vehicle in steady state downhill motion // *Vehicle Syst. Dyn.* – 1985. – 14, №1–3. – P. 184–188.
19. Troger H., Zeman K. A nonlinear analysis of genetic types of loss of stability of the steady state motion of a tractor-semitrailer // *Vehicle Syst. Dyn.* – 1984. – 13, №4. – P. 161–172.
20. Безверхий С.Ф., Белокуров В.Н., Самойлов Г.А. Эффективность экспериментальных исследований и снижение металлоемкости автомобилей // *Автомобильная промышленность.* – 1983. – №9. – С. 10–11.
21. Белокуров В.Н. Снижение нагруженности несущей системы грузового автомобиля путем оптимизации соотношения угловых жесткостей рамы и подвески // *Автомобильная промышленность.* – 1983. – №6. – С. 13–16.
22. Белокуров В.Н. Пути снижения металлоемкости рам грузовых автомобилей // *Автомобильная промышленность.* – 1983. – №5. – С. 15–18.
23. Волохов Г.М. Повышение прочности соединений поперечных и продольных элементов автомобильных рам // *Автомобильная промышленность.* – 1984. – №11. – С. 12–13.
24. Волохов Г.М., Павленко П.Д., Петер Ю.Н. Эффективный метод повышения прочности и снижения металлоемкости несущих систем автомобилей // *Автомобильная промышленность.* – 1985. – №2. – С. 12–13.
25. Выгонный А.Г. Выбор условий жесткости подвески автомобиля // *Автомобилестроение. Теория и конструирование.* – Минск, 1984. – Вып.19. – С. 51–55.
26. Горин Э.А. Опыт повышения долговечности и снижения металлоемкости прицепов // *Автомобильная промышленность.* – 1994. – №12. – С. 5–7.
27. Григолюк Э.И., Сухомлинов А.Г., Барышников Ю.Н. Повышение долговечности несущих систем автомобилей-самосвалов особо большой грузоподъемности // *Автомобильная промышленность.* – 1986. – №8. – С. 15–16.
28. Резниченко В.А., Наркевич Э.И., Киселев Н.С. Эксплуатационные свойства некоторых седельных тягачей // *Автомобильная промышленность.* – 1986. – №4. – С. 16–18.

29. Степанов Е.Ф., Сливинский В.И., Троицкий В.Т. Тензометрическое опорно-цепное устройство // Автомобильная промышленность. – 1987. – №4. – С. 38–39.
30. Фасхиев Х.А., Павленко П.Д. О прочностной доводке конструкций // Автомобильная промышленность. – 1995. – №2. – С. 15–17.
31. Хог Э., Арора Я. Прикладное оптимальное проектирование. Механические системы и конструкции: Пер. с англ. / Пер. В.М. Картвелишвили, А.А. Меликян. Под ред. Н.В. Баничука. – М.: Мир, 1983. – 479 с.
32. Van Deusen B.D. Truck Suspension System Optimization. – Journal of Terra-mechanics, 1974, vol. 9, №2. – P. 83–100.
33. Venkaya V.B. Structural optimization; a review and some recommendations // Int. J. for Num Methods in Engineering. V. 13. №2. 1978.

Получено 12.03.2006 г.