

Из сказанного вытекает, что темп накопления контактных усталостных повреждений в зубчатых колесах ведущего моста автопоезда в 1,1–1,8 раза выше, чем для автомобиля на всех дорогах. При ресурсных испытаниях темп накопления усталостных повреждений в колесной передаче автомобиля-тягача в 3,41 раза, в центральной передаче – в 1,7 раза выше, чем для одиночного автомобиля.

Л и т е р а т у р а

1. Типовая программа-методика ускоренных ресурсных испытаний грузовых автомобилей и автопоездов общетранспортного назначения. – М., 1975. 2. Яценко Н.Н. Колебания, прочность и форсированные испытания грузовых автомобилей. – М., 1972. 3. Цитович И.С., Вавуло В.А. Методика расчетов долговечности зубчатых колес. – Мн., 1978.

УДК 629.113

В.В.Капустин, В.В.Мочалов

ДОРОЖНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПРОТИВОБЛОКИРОВОЧНОЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 750 кН В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ КАРЬЕРА

В Белорусском политехническом институте в течение последних пяти лет ведутся работы по созданию противоблокирочной тормозной системы (ПБС) для автомобилей особо большой грузоподъемности с гидравлическим приводом тормозов.

На отдельных этапах теоретических и экспериментальных исследований решались задачи по выбору параметров ПБС и ее элементов; анализ и обоснование алгоритма управления ПБС; определение его оптимального функционирования; изучение динамики гидравлического тормозного привода в частотном режиме работы ПБС и определение его рабочих характеристик; формализация и разработка элементов ПБС [1–4]. Исследования выявили ряд особенностей динамики управляемого торможения карьерных автомобилей. К основным из них следует отнести значительное перераспределение вертикальных реакций на колеса автомобиля (до 40%), связанное с конструктивными особенностями данного класса автомобилей и предельными углами уклона дорог в карьерах. Это предъявило ряд специфических требований к алгоритму работы ПБС, определению параметров ее элементов и было использовано при разработке системы [5].

Изготовленный в Проблемной лаборатории автомобилей БПИ электронно-решающий блок (ЭРБ) функционирует по адаптивному алгоритму с комбинированным принципом управления, основанным на анализе таких параметров, как действительная и прогнозируемая (оптимальная) скорости колеса затормаживаемого автомобиля, а также производных этих параметров. Интенсивность изменения прогнозируемой скорости корректируется в зависимости от интенсивности изменения скорости затормаживаемого колеса, что улучшает адаптивные свойства системы автоматического регулирования тормозных сил. Степень коррекции интенсивности изменения и величины прогнозируемой скорости различна в фазах работы ПБС (фазах сброса, выдержки, подъема давления в колесных цилиндрах). Это позволяет упреждать инерционные задержки элементов ПБС, а также повышает помехоустойчивость работы системы. Конкретные коэффициенты параметров алгоритма работы ПБС определялись расчетным путем на АВМ и ЦВМ методами нелинейной оптимизации.

Исследования показали, что увеличение быстродействия гидравлического тормозного привода в частотном режиме ПБС вызывает заброс давления, а также волновые и кавитационные явления в длинных трубопроводах [3]. Это требует коррекции динамических характеристик с помощью введения в модулятор специальных устройств. Разработанный модулятор с корректирующим устройством снижает динамические удары в трубопроводах и обеспечивает двух-, трех- и четырехфазовый режим регулирования тормозного момента в соответствии с алгоритмом работы ПБС [6]. Диапазон регулирования давления в колесных цилиндрах – до 13 МПа.

Бесконтактный датчик частоты вращения колеса отличается высоким уровнем выходного сигнала (до 20 В) и однопроводной линией связи [7].

Изготовленная ПБС и ее элементы прошли лабораторные и стендовые исследования [4,5]. Для оценки работоспособности и эффективности торможения автомобиля особо большой грузоподъемности с ПБС были проведены испытания в зимних условиях Крайнего Севера в карьере. Испытания проводились на погрузчике и груженом (700–750 кН) автосамосвале на карьерных дорогах с различным покрытием: утрамбованный рыхлый снег; обледеневший снег, покрытый песком; обледеневший снег без дополнительной подсыпки песка. Температура окружающей среды – 15–25°С. Торможение для горизонтальных ис-

пытательных участков осуществлялось в обоих направлениях движения с начальными скоростями 2,77; 5,55; 6,94; 8,33; 11,11 м/с. Время полного перемещения тормозной педали при экстренном торможении составляло 0,2 с. Давление в гидроаккумуляторах тормозной системы устанавливалось в пределах 11–12 мПа.

В процессе испытаний измерялись следующие параметры: тормозной путь автомобиля; перемещение тормозной педали; давления в передних и задних колесных тормозных цилиндрах; скорости автомобиля и затормаживаемых колес и интенсивности изменения скоростей, прогнозируемая скорость колеса автомобиля; сигналы управления модулятором; токи тяговых электродвигателей мотор-колес автомобиля. Для проведения дорожных испытаний в экстремальных условиях был разработан специальный контрольно-измерительный комплекс аппаратуры, состоящий из модульных блоков. Модули включали: аппаратуру для измерения параметров движения автомобиля – измерительное, т.н. "пятое" колесо с установленным датчиком пути и скорости движения; быстродействующий частотно-аналоговый преобразователь сигналов датчика "пятого" колеса; отметчик пути, формирующий по сигналам датчика "пятого" колеса прямоугольные импульсы с амплитудным выделением каждого 4-го и 16-го импульсов, что упростило обработку информации, сделало ее более наглядной и позволило контролировать работу устройства в ходе эксперимента. Схема разработанного отметчика пути приведена на рис. 1, а форма представления измеряемого параметра на рис. 2.

Обработка экспериментальных данных производилась на ЦВМ. Входные информационные массивы подготавливались с помощью преобразователя каротажных диаграмм и вводились в ЦВМ по специально разработанной программе для вычислительной машины.

Результаты сравнительного испытания рабочей тормозной системы автомобиля особо большой грузоподъемности и ПБС показали, что дальнейшее повышение эффективности рабочей тормозной системы возможно с применением элементов ПБС. Так, например, установлено, что средняя величина тормозного пути негруженого автомобиля при экстренном торможении рабочей тормозной системой без ПБС при начальной скорости 6,94 м/с на обледенелой дороге составляет 27,6 м с дисперсией $2,3 \text{ м}^2$, а при торможении в тех же условиях с ПБС – 24 м (сокращение тормозного пути составляет около 13%). При

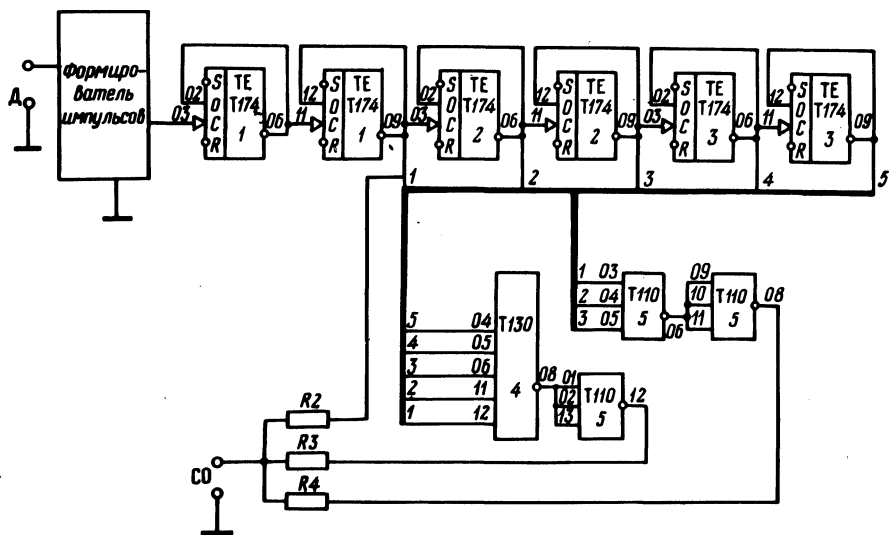


Рис. 1. Схема отметчика пути автомобиля. MC1, MC2, MC3 — интегральные микросхемы К155ТМ2, MC4 — К155ЛБ2, MC5 — К155ЛБ4, Д — клеммы подключения датчика частоты вращения колеса, СО — подключение светолучевого осциллографа.

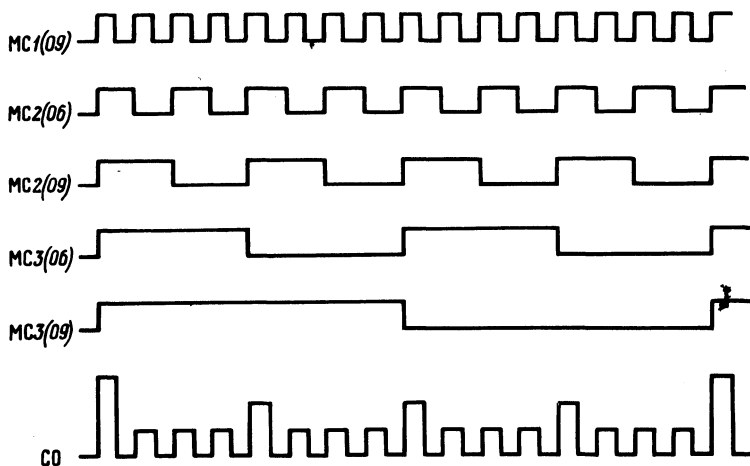


Рис. 2. Осциллограмма выходных сигналов отметчика пути.

торможении негруженого автомобиля в тех же условиях, но без ПБС блокировались передние и задние колеса. Ввиду значительных удельных давлений колеса на дорогу и влияния температурных факторов в контакте "колесо-дорога" разрушалось укатанное снежное покрытие и смещались внутренние его слои, несмотря на то, что верхний слой предварительно посыпался песком. Величина углового отклонения затормаживаемого автомобиля достигала при этом 40° . Линейное отклонение превышало половину ширины проезжей части дороги с двусторонним движением, что заставляло водителя предпринимать дополнительные действия по обеспечению безопасного движения. При работе ПБС автомобиль удерживал заданную водителем траекторию движения. ПБС способствовала более уверенным и спокойным действиям водителя при торможении.

В процессе испытаний были определены места установки элементов рабочей ПБС на автомобиле. Например, в качестве роторной части датчика частоты вращения заднего колеса рекомендуется использовать барабан стояночного тормоза мотор-колеса. Это дало возможность исключить дополнительную установку роторной части датчика, используя элементы конструкции автомобиля. Полученная таким образом высокая частота выходных сигналов датчика (до 4000 Гц) обеспечила высокую информативность ПБС. В ходе эксперимента был испытан и комплекс контрольно-измерительной аппаратуры. Например, разработанный датчик частоты вращения колеса с мощным выходным сигналом устанавливался непосредственно на "пятом" колесе и не требовал дополнительного изготовления зубчатого диска. В качестве ротора датчика использовались спицы колеса.

Разработанные ПБС и контрольно-измерительный комплекс показали достаточно высокую работоспособность в условиях низких температур и трехсменного режима эксплуатации карьерных автомобилей.

Выводы. 1. Проведенные испытания в зимних условиях Крайнего Севера в карьере показали необходимость установки ПБС на автомобилях особо большой грузоподъемности, что повысит безопасность движения, улучшит устойчивость и управляемость затормаживаемого автомобиля при одновременном сокращении тормозного пути. 2. Установка ПБС на автомобиле способствует более уверенным и согласованным действиям водителей при торможении. 3. Испытания показали перспективность применения гидравлического тормозного привода с насосом и газогидроаккумулятором для эффективной работы ПБС.

4. Подтверждены теоретические исследования по обоснованию и выбору параметров алгоритма и элементов ПБС.

Л и т е р а т у р а

1. Капустин В.В., Мочалов В.В. Экспериментальное исследование кинематических параметров затормаживаемого колеса. – В сб.: Автотракторостроение. Мн., 1977, вып. 9. 2. Мочалов В.В. Исследование противоблокировочного устройства с учетом реальных характеристик его элементов. – В сб.: Автотракторостроение. Автоматические системы управления мобильными машинами. – Мн., 1979, вып. 12. 3. Капустин В.В. Исследование динамики и обоснование параметров модулятора противоблокировочного устройства гидравлического тормозного привода большегрузных автомобилей: Автореф. канд. дис. – Мн., 1977. 4. Волкус С.С., Капустин В.В., Мочалов В.В. Сопряженная с ЭВМ стендовая установка для исследования противоблокировочных тормозных систем. – Автомобильный и городской транспорт, 1979. № 4. 5. Разработка и исследование противоблокировочной системы для автомобилей БелАЗ-549 с гидроприводом тормозов. Научный отчет / БПИ. – ХД-572-77. Инв. № Б 714412. – Мн., 1978. 6. А.с. 653 154 (СССР). Модулятор давления для противоблокировочной системы транспортного средства / БПИ. Авт. изобрет. В.В. Капустин, Н.Ф. Метлюк, А.Г. Денисов и др. – Заявл. 04.01.76, № 2313244/27-11. Опубл. в Б.И., 1979, № 11, МКИ В 60 Т 8/02 УДК 629.113-59. 7. А.с. № 675 366 (СССР). Устройство для измерения угловой скорости / БПИ. Авт. изобрет. В.А. Миклашевич, В.В. Мочалов. – Заявл. 21.07.77, 2509562/18-10. Опубл. в Б.И., 1979, № 27, МКИ G 01 P 3/46 УДК 531.771.

УДК 621.825.54(088.8)

Н.А. Книга

АНАЛИЗ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФРИКЦИОННЫХ СЦЕПЛЕНИЙ

Наибольшее распространение в трансмиссиях автомобилей получили простые механические вальные коробки передач. Анализ перспектив развития коробок передач ведущими отечественными и зарубежными фирмами показывает, что они в ближайшее десятилетие останутся преобладающими на грузовых автомобилях [1].