ящее время макетный образец опорно-сцепного устройства разрабатывается на ОАО «МТЗ».

Литература

1 Мариев П.Л., Кулешов А.А., Егоров А.Н. Зырянов И.В. Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы.- СПб.: Наука 2004.-429 с.

2 Патент на полезную модель №6695 МПК В 60С 3/00. Устройство для улучшения опорно-сцепной проходимости // БГАТУ / Пришепов М.А., Карпович С.К., Бобровник А.И. и др.

УДК 629.03

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ АДАПТИВНОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ СУХИМ ФРИКЦИОННЫМ СЦЕПЛЕНИЕМ НА СТЕНДЕ

О.С. Руктешель, В.А. Кусяк, А.А. Филимонов
Белорусский национальный технический университет

Работоспособность автоматизированной мехатронной системы управления силовым агрегатом, созданной на кафедре «Автомобили» БНТУ, и, в частности, работоспособность алгоритма трогания автомобиля с места, подтверждена полунатурным экспериментом на испытательном стенде [1]. Мехатронная система создана на платформе смарт-контроллеров ecomat R360 [2] серии CR2500 (ifm electronic, Германия), объединенных в сеть посредством CAN-шины и обменивающиеся информацией по протоколу высокого уровня SAE J1939 [3].

Имитация наиболее сложных для автоматизации процессов трогания с места на I-й и II-й передаче, выполнялась на стенде, оснащённом маховой массой с моментом инерции, эквивалентным поступательно движущемуся автомобилю массой 20 т.

Некоторые результаты эксперимента по исследованию процесса трогания с места в автоматическом режиме управления силовым агрегатом приведены на рисунках 1 и 2.

Как видно из представленной записи (см. рисунок 1), весь процесс трогания с места в автоматическом режиме работы силового агрегата (с момента перевода селектора до возврата рычага сцепления в исходную позицию) происходит за время $t_{общ}$=5,2 с. При этом, сцепление выключается за 0,12 с, включение передачи в основной и дополнительных коробках происходит за 0,65 с.

При включении сцепления его рычаг перемещается из крайнего поло-

жения в исходное за 4,25 с, а время разгона ведомого диска до угловой скорости двигателя составляет 1,4 с, что соответствует среднему темпу включения сцепления $k_{сц}$=2,14 $с^{-1}$. Согласно результатам моделирования [4, с. 101, табл. 2], данному темпу включения сцепления соответствуют удельная работа и мощность буксования фрикционных элементов равные 8,7 Дж/$см^2$ и 24,2 Вт/$см^2$, коэффициент динамических нагрузок в 1,61 и максимальный размах колебаний производной продольного ускорения автомобиля в 42,5 м/$с^3$.

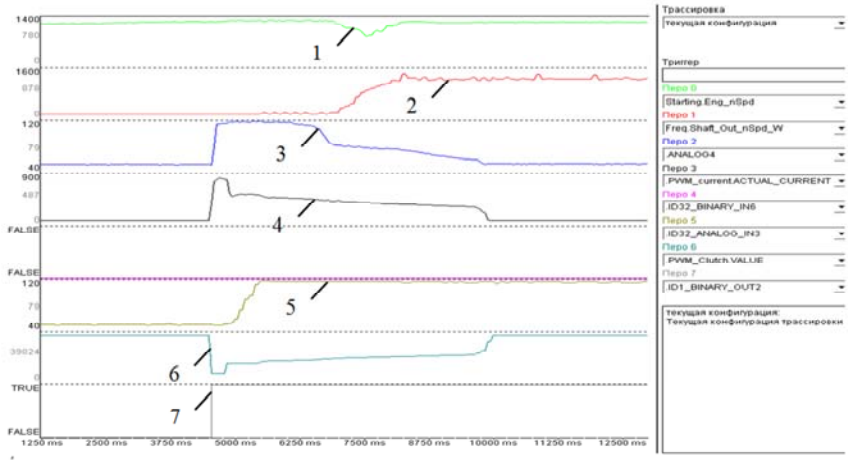

Рис. 1. Запись процесса трогания на I передаче:
1, 2 – частота вращения соответственно коленвала двигателя и выходного вала КП в приведении к первичному валу, об/мин; 3 – перемещение рычага выключения сцепления, бит; 4 – ток ПЭМК управления сцеплением, мА; 5 – перемещение вилки переключения делителя, бит; 6 – числовое значение ШИМ на ПЭМК сцепления, бит; 7 – сигнал уровня «1» на ЭМК прямой ступени делителя

В результате обработки записи процесса, представленной на рисунке 2, получены следующие параметры алгоритма трогания на II передаче: общее время переходного процесса $t_{общ}$=4,35 с; обороты коленвала двигателя на момент начала замыкания сцепления – 1300 об/мин; время включения прямой ступени делителя – 0,35 с; время выключения сцепления – 0,1 с; время включения сцепления – 3,5 с.

При вышеуказанных параметрах алгоритма трогания время буксования ведомой и ведущей частей сцепления составляет 2,35 с, что на 0,95 с или на 40,4% больше соответствующего времени буксования при трогании на I передаче (см. рисунок 1). Это объясняется меньшим крутящим моментом, подводимым к маховой массе, эквивалентной моменту инерции авто-

мобиля и его колёс, ввиду меньшего передаточного числа второй передачи. Время фактического включения сцепления ($t_{вкл}$=2,35 с) соответствует темпу включения сцепления $k_{сц}$=1,28 $с^{-1}$. Согласно результатам моделирования [4, с. 101, табл. 2] данному темпу включения сцепления соответствуют удельная работа и мощность буксования фрикционных элементов равные 14,6 Дж/$см^2$ и 19,4 Вт/$см^2$, коэффициент динамических нагрузок в 1,53 и максимальный размах колебаний производной продольного ускорения автомобиля в 35,6 м/$с^3$.

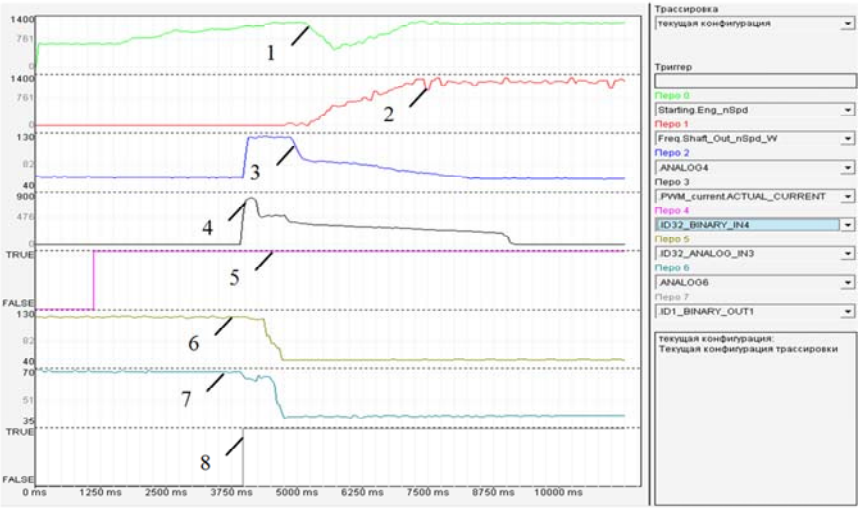

Рис. 2. Запись процесса трогания на II передаче:
1,2 – частота вращения соответственно коленвала двигателя и выходного вала КП в приведении к первичному валу, об/мин; 3 – перемещение рычага выключения сцепления, бит; 4 – ток ПЭМК управления сцеплением, мА; 5 – сигнал уровня «1» о перемещении селектора в позицию «D»; 6 – перемещение вилки переключения делителя, бит; 7 – перемещение вилки включения передачи, бит; 8 – сигнал уровня «1» на ЭМК повышающей ступени делителя

В результате выполненного эксперимента подтверждена работоспособность предлагаемого алгоритма трогания автомобиля с места в автоматическом режиме управления силовым агрегатом.

Как показали исследования, для обеспечения качественного протекания процесса трогания с места автомобиля массой 20 т обороты двигателя на момент начала замыкания сцепления необходимо поддерживать в диапазоне 1350±20 об/мин, что соответствует максимальному крутящему моменту двигателя, а включение сцепления производить при среднем темпе нарастания момента трения $k_{сц}$=2,14 $с^{-1}$. При таких параметрах алгоритма

весь процесс трогания с места в автоматическом режиме работы силового агрегата происходит за время $t_{общ}$=5,2 с, причём время разгона ведомого диска до угловой скорости двигателя составляет 1,4 с, что соответствует удельным работе и мощности буксования фрикционных элементов равным 8,7 Дж/см^2 и 24,2 Вт/см^2, коэффициенту динамических нагрузок 1,61 и максимальному размаху колебаний производной продольного ускорения автомобиля в 42,5 м/с^3.

Список литературы:

1. Руктешель, О.С. Интеллектуальная система управления стенда автоматизированного силового агрегата автомобиля / О.С. Руктешель, В.Л. Соломахо, В.А. Кусяк, А.А. Филимонов // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2009. – № 4. – С. 31–36.

2. System manual ecomat mobile Controller R360 for CoDeSys from V2.3 and Target versions V04.xx.xx/ ifm electronics gmbh, Germany, Essen, 2006 – 396 P.

3. SAE InternationalTM: Surface vehicle recommended practice / J1939-71: Vehicle Application Layer. – SAE Truck and Bus Control and Communications Network Subcommittee. – 2003. – 379 P.

4. Руктешель, О.С. Определение пороговых значений параметра обратной связи при широтно-импульсном управлении сцеплением / О.С. Руктешель, В.Л. Соломахо, В.А. Кусяк, А.А. Филимонов // Вестник Восточноукраинского национального университета им. В. Даля. – 2010. – №6(148). – С. 97–101.

УДК 629.03

АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ СУХИМ ФРИКЦИОННЫМ СЦЕПЛЕНИЕМ ПРИ ТРОГАНИИ АВТОМОБИЛЯ С МЕСТА

О.С. Руктешель, В.А. Кусяк, А.А. Филимонов
Белорусский национальный технический университет

Автоматизация процесса трогания автомобиля с места является одним из наиболее трудоёмких этапов отладки автоматизированной мехатронной системы управления силовым агрегатом, включающим двигатель внутреннего сгорания, сухое фрикционное сцепление и механическую ступенчатую коробку передач. Выбор и включение передачи, с которой осуществляется трогание, управление крутящим моментом и оборотами двигателя, процесс замыкания сухого фрикционного сцепления реализует микропроцессорная система управления с помощью соответствующих исполнитель-