

УДК 629.3
МЕХАТРОННАЯ СИСТЕМА ПРОПОРЦИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ФРИКЦИОНОМ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ

Р.В.ПЛЯКИН, Н.Н.ГОРБАТЕНКО

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

На кафедре «Автомобили» Белорусско-Российского университета совместно с НТЦ РУПП «БелАЗ» ведется разработка системы автоматического управления гидромеханической передачей (ГМП) для карьерных самосвалов грузоподъемностью 45–60 тонн. Одним из главных этапов этой разработки является создание и испытание мехатронной системы пропорционального управления фрикционом ГМП.

Разработанная мехатронная система пропорционального управления фрикционом ГМП включает в себя исполнительный механизм управления фрикционом, электронный блок управления (ЭБУ) и комплект датчиков.

Исполнительный механизм управления фрикционом ГМП представляет собой двухкаскадный регулятор-распределитель с пропорциональным управлением. Первый каскад регулятора-распределителя составляет пилотную ступень управления давлением, а второй каскад обеспечивает усиление сигнала управления, формируемого пилотной ступенью. В качестве пилотной ступени используется пропорциональный электромагнитный редукционный клапан фирмы *Rexroth Bosch Group*. За счет малой пропускной способности (2 л/мин) он имеет малые габариты и довольно высокое быстродействие, что значительно сказывается на точности управления и быстродействии всей системы в целом. Данный электромагнитный пропорциональный клапан имеет линейную статическую характеристику (зависимость выходного давления от силы тока в обмотке электромагнита) во всем рабочем диапазоне изменения давлений (от 0,3 до 1,8 МПа).

Второй каскад регулятора-распределителя, непосредственно управляющий давлением в питающей магистрали гидроцилиндра фрикциона, представляет собой многопозиционный гидроаппарат золотникового типа, обрабатывающий управляющие сигналы пилотной ступени.

Управление пилотным пропорциональным электромагнитным редукционным клапаном осуществляет ЭБУ, в качестве которого используется микроконтроллер RC8-8/22 фирмы *Rexroth Bosch Group*. ЭБУ подает на электромагнит пилотного клапана ток, величина которого задается алгоритмом управления. Алгоритм управления электромагнитным пилотным клапаном использует сигналы, полученные с датчика давления на выходе исполнительного механизма и датчика частоты вращения *DSM*, которыми оснащена система управления.

Опытный образец мехатронной системы пропорционального управления фрикционом ГМП был испытан в испытательной лаборатории РУПП «БелАЗ» на стенде, имитирующем работу фрикционной муфты в коробке передач. Испытания проводились для двух режимов управления фрикционом: режима программного управления и режима управления по обратной связи. При программном управлении, сигнал управления электромагнитом клапана на этапе регулирования давления имеет заранее заданную форму. При втором способе управления сигнал на электромагнит формируется в зависимости от относительной скорости скольжения фрикционных дисков. Для формирования сигнала управления электромагнитным клапаном использовался ПИД-регулятор. В процессе замыкания пакета фрикционных дисков ПИД-регулятор управляет током на электромагните клапана таким образом, чтобы изменение скорости скольжения дисков как можно точнее повторяло заданную эталонную характеристику.

Для точного определения момента окончания заполнения гидроцилиндра фрикциона в разработанной системе управления используются несколько способов обнаружения, дублирующих друг друга: обнаружение по относительной скорости скольжения дисков, по давлению на выходе исполнительного механизма и по производной от этого давления, а также по времени. Дублирование нескольких способов позволяет точно определить момент окончания заполнения гидроцилиндра фрикциона и исключить удар пакета фрикционных дисков при его замыкании, тем самым значительно снижая коэффициент динамичности нагрузки на фрикционе.

В процессе проведения испытаний системы управления фрикционом ГМП фиксировались характеристики переходных процессов в гидроприводе системы управления фрикционом, и характеристики изменения относительной угловой скорости фрикционных дисков и вращающего момента, передаваемого фрикционом, при различных значениях угловой скорости фрикциона.

В результате проведения испытаний была проверена работоспособность разработанной мехатронной системы управления фрикционом ГМП. Из полученных графиков видно, что система управления фрикционом позволяет осуществлять пропорциональное управление процессом включения и выключения фрикциона, что является главным требованием при создании автоматической системы управления ГМП. Также важными достоинствами системы являются ее быстродействие и точность управления. Данная система позволяет реализовывать оптимальные алгоритмы фрикционом, и, в частности, дает возможность управлять фрикционом по обратной связи. Управление фрикционом по обратной связи позволило существенно улучшить плавность включения фрикциона, снизив коэффициент динамичности до 1,25 – 1,3.