

О.В. ПУЗАНОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

При адаптивном автоматическом управлении гидромеханической передачей (ГМП) мобильной машины основные задачи управления (переключение передач и блокирование гидротрансформатора) осуществляет мехатронная система на основе характеристик и законов управления, которые определяются из условий обеспечения высоких показателей эффективности выполнения транспортной работы во всем диапазоне изменения эксплуатационных условий машины.

Разработана методика получения характеристик адаптивного управления, основанная на исследовании базовых характеристик управления $v_k = f(\gamma_a)$, ($0 \leq \gamma_a \leq 1$), где v_k – скорость, соответствующая оптимальным условиям формирования сигналов управления по критериям динамичности разгона машины и топливной экономичности, а γ_a – положение педали акселератора в различных дорожных условиях, характеризуемая продольным уклоном дороги h и различной величиной полезной нагрузки. Обоснование выбора необходимого и достаточного количества информационных переменных предложено производить путем корреляционного анализа результатов исследования.

По результатам анализа выбраны основные информационные переменные адаптивного алгоритма, которые являются факторами многомерных регрессионных моделей. Например, для гусеничной машины двойного назначения ГМ-352 регрессионные модели многомерных оптимальных по критерию экономичности характеристик управления имеют вид:

$$v_{\exists(i \rightarrow i+1)} = b_{i0}^{**} + b_{i1}^{**} a + b_{i2}^{**} \gamma_a,$$

а для городского автобуса ЛиАЗ-5256 модели характеристик блокирования гидротрансформатора (ГТ) по критерию экономичности имеют вид:

$$v_{\exists(i \rightarrow i_{\text{Бл}})} = b_{i0}^{**} + b_{i1}^{**} a + b_{i2}^{**} \gamma_a + b_{i3}^{**} h + b_{i4}^{**} k_{\text{нагр}},$$

где $K_{\text{нагр}}$ – коэффициент полезной нагрузки.

Полученные модели адекватны и работоспособны. Проверка произведена по критерию Фишера и коэффициенту детерминации.

Задача адаптации полученных характеристик управления к реальным условиям и режимам движения машины заключалась в локализации области изменения их параметров и формировании математического описания характеристик для построения алгоритма управления. Для этого установлены пределы возможных и целесообразных изменений

информационных переменных и параметров v_k характеристик управления. При этом принимались во внимание следующие факторы: переключение на высшую передачу осуществляется только при положительном ускорении; при $\gamma_a < 0,5$ оптимальных характеристик управления не существует; должны исключаться неустойчивые режимы работы двигателя. При блокировании ГТ, в отличие от переключения передач, возникает дополнительное ограничение на параметры характеристик управления, обусловленное существенным падением частоты вращения вала двигателя после блокирования ГТ. В результате возникает необходимость ограничения диапазона скоростей, в котором допустимо блокирование ГТ. Учет перечисленных факторов позволил сформировать для всех вариантов переключений передач и блокирований ГТ многомерные характеристики, адаптированные к реальным условиям движения, и синтезировать алгоритм управления ГМП.

Реализация алгоритма управления осуществлена на основе микропроцессорной системы. Электронный блок управления ГМП в дискретные моменты времени с интервалом 0,01 с осуществляет опрос датчиков, считывание их сигналов и определение значений информационных переменных. Используя эти значения и базу данных, микропроцессор осуществляет вычисление параметров характеристик переключения передач и блокирования ГТ. Сравнивая значения этих параметров со значением скорости машины и осуществляя логические операции проверки наличия условий, при которых необходимо осуществлять управление ГМП, микропроцессорный блок формирует соответствующие управляющие сигналы. Они могут формироваться только при отсутствии запрещающих сигналов, обусловленных включением стояночного или рабочего тормоза; поворотом руля на угол, больше предельного и др. Характеристики управления чувствительны к изменению γ_a , поэтому, когда водитель желает снизить скорость движения машины путем уменьшения γ_a , в программе алгоритма могут сложиться условия для включения высшей передачи. В связи с этим при формировании сигнала управления на переключение передач учитывается интенсивность сброса педали акселератора $\dot{\gamma}_a$.

Проверка функциональной работоспособности и оценка эффективности разработанного алгоритма адаптивного управления ГМП проведена на основе полунатурного эксперимента, при котором электронный блок управления функционировал в режиме реального времени, а движение машины по маршруту моделировалось на ЭВМ. Установлено, что адаптивное управление позволяет повысить среднюю скорость движения машины на 5 – 7 % и снизить путевой расход топлива на 3 – 5% в сравнении с программным автоматическим управлением.