

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СКОРОСТЬЮ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Кандидаты техн. наук **ГЕРАЩЕНКО В.В.**, **КОВАЛЕНКО Н.А.** и **ЩУР А.В.**,
д-р техн. наук **ГУМЕЛЮК В.И.**

ГУ ВПО Белорусско-Российский университет (+375022-23-04-26),
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Предложена усовершенствованная система автоматического управления скоростью движения автомобиля.

Ключевые слова: автомобиль, производительность, проходимость, системы автоматического управления скоростью, датчик частоты вращения, момент сопротивления движению, дифференцирующая цепь.

Gerashchenko V.V., Kovalenko N.A., Sthur A.V., Gumeljuk V.I. ADVANCED SYSTEM OF AUTOMATIC SPEED CONTROL OF VEHICLE MOVEMENT

The improved system of automatic control of vehicle speed.

Keywords: car, performance, maneuverability, automatic speed control, the speed sensor, the moment of resistance, a differentiating circuit.

Существующие системы автоматического управления скоростью движения автомобиля [1] включают в себя, как правило, датчик 2 перемещения (рис. 1) педали 1 управления подачей топлива, сумматор 4, первым своим входом 3 соединённый с выходом датчика перемещения педали 1; датчик 12 частоты вращения коленчатого вала двигателя 9, выход 11 которого соединён обратной отрицательной жёсткой связью 5 со вторым входом 6 сумматора, чей выход 7, в свою очередь, соединён с последовательно соединёнными усилителем 8, электронным блоком 10 управления, электромагнитной форсункой 14, чья обмотка 13 соединена с выходом электронного блока управления [2]. Работают эти системы следующим образом.

При постоянной скорости движения автомобиля на выходе датчика 2 перемещения педали управления подачей топлива формируется напряжение U_1 , пропорциональное перемещению. Данное напряжение поступает на первый вход сумматора 4, а на

выходе датчика 12 частоты вращения коленчатого вала двигателя наличествует напряжение U_2 , пропорциональное этой частоте. Оно поступает на второй вход сумматора. И так как скорость автомобиля постоянна, то $U_1 = U_2$, т.е. управляющее напряжение, представляющее собой разность ΔU указанных напряжений, равно нулю. В связи с этим электронный блок управления формирует прямоугольные импульсы постоянной длительности, благодаря которым в цилиндры двига-

теля подаётся одно и то же количество топлива.

Если же момент M_k на ведущих колёсах автомобиля увеличился (условия движения ухудшились), то нагрузка на двигатель тоже возрастёт, и он при том же положении педали управления подачей топлива "сбросит обороты". В результате появляется $\Delta U \neq 0$. Автоматическая система обнаруживает это и увеличивает подачу так, чтобы восстановить значение n_d , т.е. $\Delta U = 0$. Но снижение частоты вращения коленчатого вала всегда происходит не мгновенно, а по аperiodической кривой первого порядка (рис. 2), с задержкой времени, равной Δt_1 . То есть n_d снижается довольно медленно. Значит, АСУ вынуждена столь же медленно, множеством маленьких шажков, восстанавливать исходное значение n_d . Следовательно, медленно, с той же задержкой Δt_1 , увеличивая подачу топлива (рис. 3). В итоге автомобиль медленно преодолевает возросшее сопротивление движению, что снижает его производительность и проходимость. Более того, чтобы исправить положение, водитель будет вынужден вмешиваться в работу АСУ — переводить педаль подачи топлива в более "утопленное" положение или включать более низкие

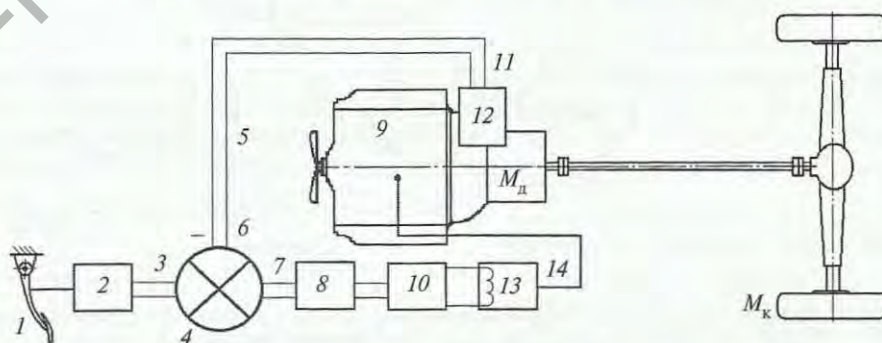


Рис. 1. Схема существующей системы управления скоростью движения автомобиля:

1 — педаль управления подачей топлива; 2 — датчик перемещения педали; 3 — вход сумматора; 4 — сумматор; 5 — обратная отрицательная жесткая связь; 6 — второй вход сумматора; 7 — выход сумматора; 8 — усилитель; 9 — двигатель внутреннего сгорания; 10 — электронный блок управления; 11 — выход датчика частоты вращения; 12 — датчик частоты вращения; 13 — обмотка форсунки; 14 — электромагнитная форсунка

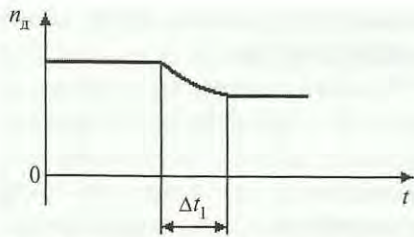


Рис. 2. Изменение частоты вращения коленчатого вала двигателя во времени при возрастании момента сопротивления движению автомобиля в серийной системе управления

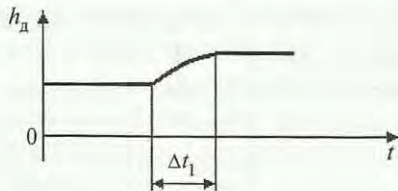


Рис. 3. Зависимость увеличения количества подаваемого топлива при возрастании момента сопротивления движению автомобиля в серийной системе управления

передачи, что тоже не ускоряет процесс возвращения к исходной скорости движения.

При улучшении дорожных условий, т.е. снижении M_K , картина в принципе та же. Только N_D не уменьшается, а возрастает. Из сказанного напрашивается вывод: системы автоматического регулирования скорости необходимо совершенствовать, и прежде всего — повышать их быстродействие. Вариант именно такого совершенствования, разработанный авторами, и рассматривается ниже.

Усовершенствованная система (рис. 4) сохранила практически все элементы ныне выпускаемых систем. Но в ней появились и новые элементы. Это второй

сумматор 10, первый 11 вход которого соединён с выходом 9 первого сумматора 5, а выход 12 — с усилителем 33; и последовательно соединённый с первой дифференцирующей цепью диод 37, включенный в обратном направлении.

Кроме того, выход датчика 47 частоты вращения коленчатого вала двигателя дополнительно соединён со входом дифференцирующей цепи 41 — со вторым 13 входом второго сумматора 10, образуя гибкую обратную отрицательную связь 39.

При движении автомобиля водитель, как и в случае серийных АСУ, перемещая педаль управления подачей топлива, а следовательно, изменяя сигнал на входе

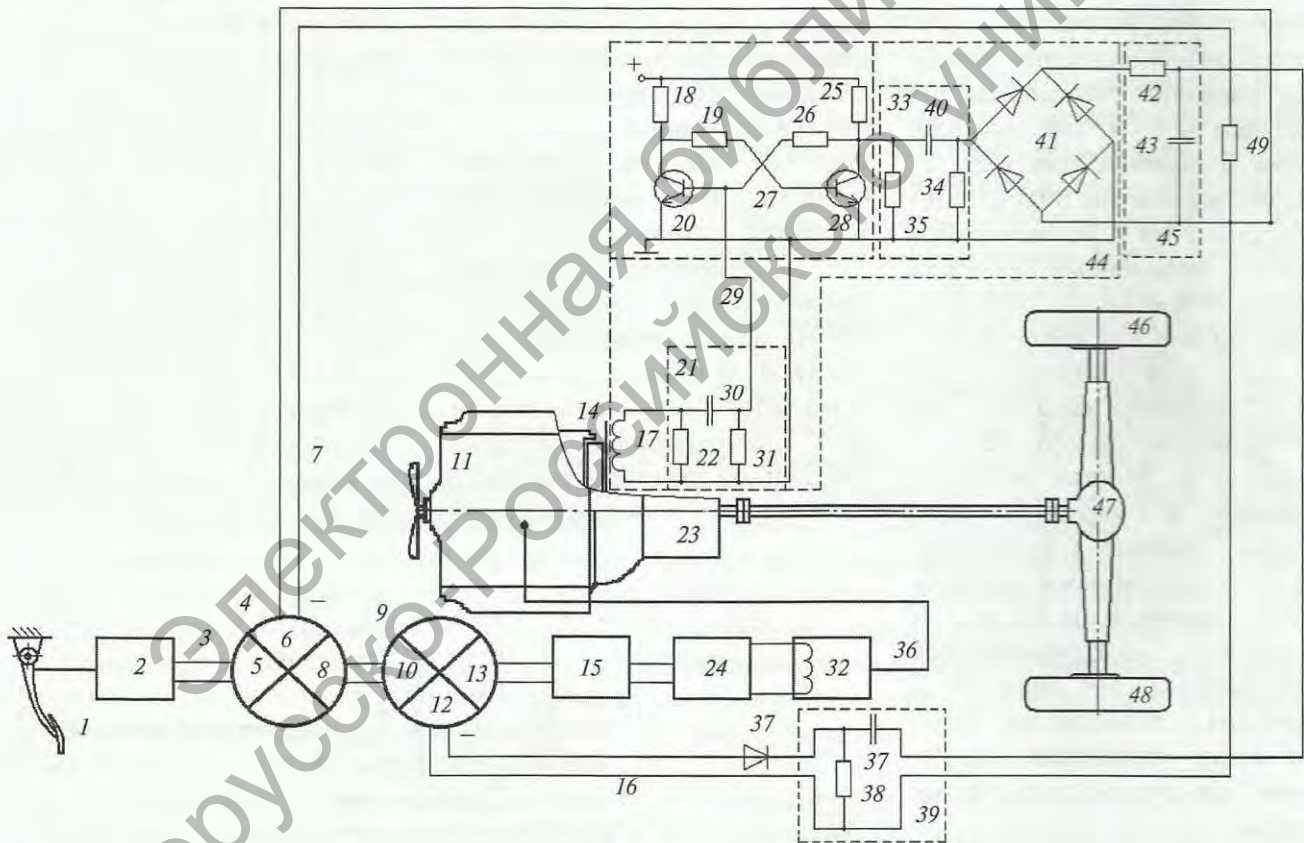


Рис. 4. Функциональная схема усовершенствованной системы управления скоростью движения автомобиля:

1 — педаль управления подачей топлива; 2 — датчик перемещения педали; 3 — выход датчика перемещения педали; 4 — первый сумматор; 5 — первый вход первого сумматора; 6 — второй вход первого сумматора; 7 — обратная отрицательная жёсткая связь; 8 — выход первого сумматора; 9 — второй сумматор; 10 — первый вход второго сумматора; 11 — двигатель внутреннего сгорания; 12 — второй вход второго сумматора; 13 — выход второго сумматора; 14 — металлический диск с выступами и прорезями; 15 — усилитель; 16 — обратная отрицательная гибкая связь; 17 — катушка индуктивности; 18, 19, 22, 25, 26, 31, 34, 35, 38, 42, 49 — резисторы; 20, 28 — транзисторы; 23 — коробка передач; 24 — электронный блок управления; 27 — триггер; 29 — вход триггера; 30, 37, 40, 43 — конденсаторы; 31 — вторая дифференцирующая цепь; 32 — обмотка электромагнитной форсунки; 33 — третья дифференцирующая цепь; 36 — электромагнитная форсунка; 37 — диод; 39 — первая дифференцирующая цепь; 41 — выпрямитель; 44 — датчик частоты вращения двигателя; 45 — интегрирующая цепь; 46, 48 — ведущее колесо; 47 — главная передача

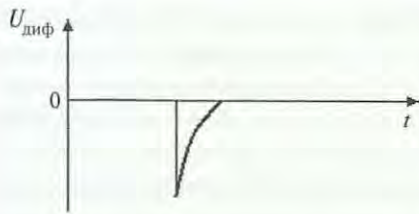


Рис. 5. Напряжение на выходе дифференцирующей цепи в усовершенствованной системе при увеличении момента сопротивления движению автомобиля

датчика 1 её положения, задаёт скоростной режим двигателя, а датчик 47 измеряет частоту вращения коленчатого вала. Так как обратная связь отрицательная, то сумматор 5 непрерывно вычитает напряжение U_2 на выходе этого датчика из напряжения U_1 на выходе датчика 1, т. е. на его выходе 9 формируется управляющее напряжение ΔU . И если момент M_k сопротивления движению автомобиля не изменяется, т.е. скорость постоянна, то $\Delta V = 0$. Значит, напряжения на выходе первой дифференцирующей цепи 41 и на втором 13 входе второго сумматора 10 также равны нулю. Поэтому на выходе 12 второго сумматора 10 и на входе электронного усилителя 33 управляющее напряжение тоже отсутствует. Прямоугольные импульсы напряжения, формируемые электронным блоком 34 управления и подаваемые на обмотку 35 электромагнитной форсунки 36, имеют постоянную длительность. То есть подача топлива в цилиндры двигателя остаётся постоянной. Если же момент M_k сопротивления движению увеличился, то частота M_d вращения коленчатого вала двигателя начинает снижаться, что уменьшает напряжения на выходе датчика 47. Это напряжение дифференцируется первой дифференцирующей цепью 41, и на её выходе формируется отрицательное напряжение (рис. 5), пропорциональное производной от снижения частоты

вращения коленчатого вала двигателя.

Это напряжение диод 37, включенный в обратном направлении, по цепи обратной отрицательной гибкой связи 39, в которую кроме него входит дифференцирующая цепь 4, подаёт на второй вход 13 второго сумматора 10. Далее это напряжение вычитается из выходного напряжения первого сумматора 5, которое до увеличения момента M_k сопротивления движению автомобиля было равно нулю. В итоге получается положительный импульс U_2 (рис. 6), который и подаётся на усилитель 33, а с него — в электронный блок управления 34, что увеличивает длительность формируемого этим блоком прямоугольного импульса. Результат — быстрое увеличение подачи топлива (рис. 7) и рост крутящего момента на коленчатом валу двигателя, который продолжается до тех пор, пока не станет равным новому (увеличенному), приведённому к этому валу моменту M_k , а N_d возвратится к своему исходному значению (рис. 8).

Как видим, усовершенствованная АСУ работает по тем же



Рис. 6. Напряжение на выходе второго сумматора в усовершенствованной системе управления при увеличении момента сопротивления движению автомобиля

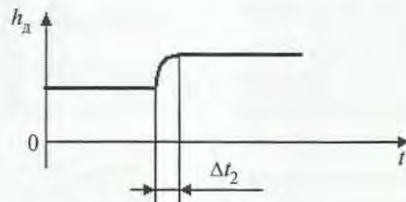


Рис. 7. Процесс быстрого увеличения количества подаваемого топлива при возрастании момента сопротивления движению автомобиля в усовершенствованной системе управления

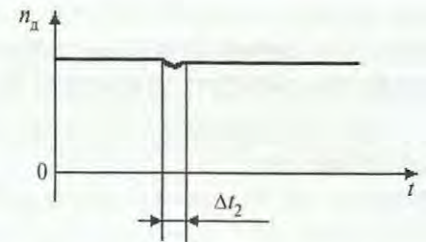


Рис. 8. Изменение частоты вращения двигателя внутреннего сгорания во времени при возрастании момента сопротивления движению автомобиля в усовершенствованной системе управления

законам, что и серийные, с той лишь разницей, что работает более оперативно, практически без замедления, и обеспечивает этим цепь обратной гибкой связи.

При уменьшении момента M_k сопротивления движению автомобиля частота N_d увеличивается, поэтому напряжение на выходе датчика 47 возрастает. Оно дифференцируется первой дифференцирующей цепью 41, на выходе которой формируется положительное напряжение, пропорциональное производной от увеличения N_d . Но его подача на второй вход сумматора 10 не предусмотрена, поскольку автомобиль при той же подаче топлива развивает большую скорость, т.е. повышает производительность.

Таким образом, сравнительно небольшая доработка АСУ движением автомобиля, добавление в её схему обратной гибкой связи полностью решают проблему её быстродействия, а значит, и эффективности.

Литература

1. Крутов В.И. Автоматическое регулирование и управление двигателями внутреннего сгорания: Учебник для студентов вузов. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1989. С. 12.
2. Савич Е.Л. Техническая эксплуатация автомобилей: Учеб. пособие. В 3-х ч. Ч. 2. Методы и средства диагностики и технического обслуживания автомобилей / Е.Л. Савич. — Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2015. С. 11.