

## УЛУЧШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБИЛЯ В РЕЖИМЕ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ХОЛОСТОГО ХОДА

**А.В. Бажинов, профессор, д.т.н., В.Я. Двадненко, доцент, к.т.н.,  
А.В. Колесников, аспирант, ХНАДУ**

***Аннотация.** Рассмотрен способ и система для его реализации, позволяющие улучшить экономические и экологические характеристики автомобиля в режиме принудительного холостого хода. Произведены экспериментальные исследования, показано, что экономия топлива может составить около 5 % в городском режиме.*

***Ключевые слова:** принудительный холостой ход, отключение подачи топлива, экономия топлива, уменьшение вредных выбросов.*

## ПОЛІПШЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБІЛЯ В РЕЖИМІ ПРИМУСОВОГО ХОЛОСТОГО ХОДУ

**О.В. Бажинов, професор, д.т.н., В.Я. Двадненко, доцент, к.т.н.,  
А.В. Колесников, аспирант, ХНАДУ**

***Анотація.** Розглянуто спосіб і систему для його реалізації, що дозволяють поліпшити економічні та екологічні характеристики автомобіля в режимі примусового холостого ходу. Проведено експериментальні дослідження, показано, що економія палива може скласти близько 5 % в міському режимі.*

***Ключові слова:** примусовий холостий хід, відключення подачі палива, економія палива, зменшення шкідливих викидів.*

## IMPROVEMENT OF VEHICLE'S ECONOMIC AND ECOLOGICAL PERFORMANCES IN FORCED IDLING MODE

**A. Baginov, professor, dr. eng. sc., V. Dvadnenko, associate professor, cand. eng. sc.,  
A. Kolesnikov, post graduate student, KhNAHU**

***Abstract.** The method that allowing to improve the economic and the ecological performances of the vehicle in the forced idling mode is considered. Experimental researches are carried out. It is shown that fuel economy can constitute about 5% in the urban mode.*

***Key words:** forced idling, fuel shutoff, fuel saving, decrease emission.*

### **Введение**

Режим принудительного холостого хода (ПХХ) двигателя внутреннего сгорания (ДВС) автомобиля имеет место при отпущенной педали акселератора и включенной трансмиссии. Этот режим занимает значительное время, особенно при движении в городе и на пересеченной местности. Если в

режиме ПХХ (части режима ПХХ) происходит подача топлива, заметно возрастают выбросы вредных веществ с выхлопными газами. Поэтому в автомобилях, имеющих двигатели с циклом Отто, режим ПХХ сопровождается отключением подачи топлива для уменьшения его расхода и для уменьшения вредных выбросов.

## Анализ публикаций

Для достижения максимальной экономичности и минимальных вредных выбросов необходимо отключение подачи топлива на все время, пока длится режим ПХХ. Однако в современных автомобилях ПХХ имеет две разновидности: режим ПХХ с отключением подачи топлива и режим ПХХ без отключения подачи топлива [1]. Вторая разновидность режима ПХХ – вынужденная, и обусловлена она необходимостью предотвратить остановку двигателя при внезапном отключении его от трансмиссии движущегося автомобиля. Обычно для каждого двигателя определяют минимальные обороты  $N_{\text{ПХХ min}}$ , при которых нажатие педали сцепления с последующим выключением передачи не приводит к остановке двигателя, а обеспечивает устойчивый переход на режим самостоятельного холостого хода. Значение  $N_{\text{ПХХ min}}$  вносится в карту микроконтроллера (в позицию «обороты восстановления подачи топлива на ПХХ») или аппаратно обеспечивается в электронных блоках экономайзера ПХХ. Однако величина  $N_{\text{ПХХ min}}$  оказывается, как правило, достаточно велика, для разных двигателей составляет от 1200 до 2100 об/мин, причем чаще вблизи 2000 об/мин. Следовательно, режим ПХХ при движении в городе в основном проходит с оборотами вблизи  $N_{\text{ПХХ min}}$  и менее. Это особенно характерно для легковых автомобилей. Таким образом, большей частью автомобиль будет двигаться в режиме ПХХ без отключения подачи топлива. Для некоторого улучшения этой ситуации в части автомобилей с электронной системой управления двигателем (ЭСУД) учитывают при выборе  $N_{\text{ПХХ min}}$  данные датчика скорости автомобиля и уменьшают  $N_{\text{ПХХ min}}$  при достаточно высокой скорости (например, с 2000 об/мин снижают до 1500 об/мин при скорости более 42 км/час). Это решение, видимо, основано на том, что при переключении передач на высокой скорости вероятность остановки двигателя уменьшается подстраховкой дефицита кинетической энергии вращающегося двигателя кинетической энергией движущегося автомобиля. Отрицательной стороной такого решения является повышение вероятности остановки двигателя при неблагоприятном стечении обстоятельств. Тем не менее, даже с такой системой доля ПХХ без отключения подачи топлива остается значительной. Существенно улучшить ситуацию мо-

жет известный способ [2]. Суть этого способа заключается в том, что вероятность останова двигателя при отключении трансмиссии исключается путем использования естественной, а также дополнительной временной задержки между моментом выбора свободного хода педали сцепления и моментом выключения сцепления. Действительно, в автомобиле с восстановлением подачи топлива при  $N < N_{\text{ПХХ min}}$  после снижения оборотов двигателя до величины  $N < N_{\text{ПХХ min}}$  режим ПХХ может длиться достаточно долго. Более того, он и начинаться может при  $N < N_{\text{ПХХ min}}$ . Согласно упомянутому выше способу, при  $N < N_{\text{ПХХ min}}$  подача топлива в двигатель отключена, поэтому перед тем, как в конце режима ПХХ выключить сцепление, нужно заблаговременно восстановить подачу топлива. Тогда двигатель перейдет в режим самостоятельного холостого хода (ХХ) и не остановится. Однако нет никаких надежных способов получить информацию от датчиков или вычислить в ЭСУД момент такого восстановления подачи топлива. Этот момент зависит от действий водителя. Именно водитель по этому способу решает данную проблему, выжимая педаль сцепления в два этапа: сначала он ставит ногу на педаль сцепления, а потом, через небольшой промежуток времени, выжимает сцепление. При выборе свободного хода педали сцепления замыкается концевой выключатель, восстанавливающий подачу топлива. За упомянутый выше промежуток времени (между выбором свободного хода и полным нажатием педали сцепления) цилиндры двигателя заполняются топливной смесью, и двигатель переходит в режим самостоятельного холостого хода. Необходимое время задержки будет, если поставить ногу на педаль сцепления за 20 – 30 метров до места остановки (в процессе управления автомобилем проще оценивать дистанцию, а не временной интервал). Затем, непосредственно перед местом остановки, следует полностью выжать педаль сцепления и одновременно окончательно остановить автомобиль, используя тормозную систему и, после этого, выключить передачу. При выключении передачи и последующем отпуске педали сцепления напряжение питания на исполнительное устройство подачи топлива (ИУПТ) продолжает подаваться через концевой выключатель нейтрального положения коробки перемены передач (КПП). Таким образом, согласно изобретению [2], питание на исполнительное устройство по-

дачи топлива (ИУПТ) подается через концевые выключатели, связанные с педалью акселератора, педалью сцепления и датчиком нейтрального положения КПП. При переключениях передач, которые обычно происходят быстро, задержку выжима педали сцепления делать не нужно, поскольку обороты двигателя при этом либо достаточно велики, т.е.  $N > N_{nxx \min}$ , либо, если  $N < N_{nxx}$ , то недостаточная кинетическая энергия движущихся частей двигателя подстрахована общей кинетической энергией движущегося автомобиля в целом. Таким образом, вождение оказывается не намного сложнее обычного, надо только помнить о временной задержке перед окончательным выжимом педали сцепления перед остановкой автомобиля.

### Цель и постановка задачи

Целью работы является оценка эффективности такого способа управления подачей топлива. При работе ДВС в режиме ПХХ нужно сравнить статистическую информацию о процентном соотношении времени режима ПХХ без подачи топлива, в общем времени работы ДВС, как для приведенного выше способа, так и для обычного режима ПХХ с восстановлением подачи топлива при  $N < N_{nxx \min}$ .

### Оценка эффективности

Для экспериментального определения этого соотношения было собрано устройство по блок-схеме, приведенной на рис. 1. Устройство состоит из генератора импульсов (ГИ), трех счетчиков импульсов (СЧ1, СЧ2, СЧ3) и трех ключей (К1, К2, К3), которые подключают эти счетчики к генератору импульсов по командам управляющих этими ключами устройств управления (УУ1, УУ2, УУ3). Устройство управления УУ1 – это реле, срабатывающее вместе с началом работы двигателя. Устройство управления УУ2 собрано по схеме, приведенной на рис. 2.

Обозначения на рис. 2: БУ – блок управления; ИУПТ – исполнительное устройство подачи топлива (топливные форсунки или электромагнитный клапан); Р – реле, К2 ключ К2 на рис. 1; кв1 – концевой выключатель, связанный с дроссельной заслонкой (разомкнут только при полностью прикрытой дроссельной заслонке); кв2 – концевой выключатель, замыкающий контакты при вы-

боре свободного хода педали сцепления; кв3 – концевой выключатель, замыкающий контакты при нейтральном положении коробки перемены передач. Таким образом, команда от блока управления на включение и замкнутый концевой выключатель (кв1 – кв3) обеспечивают подачу топлива. Устройство управления УУ3 на рис. 1 – это устройство, которое выключает ключ К3 тогда, когда в этом автомобиле без доработки происходит отключение топлива на режиме ПХХ.

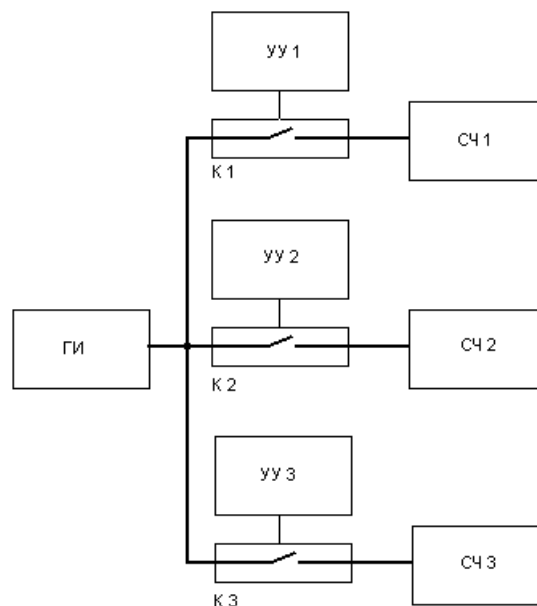


Рис. 1. Устройство для оценки эффективности

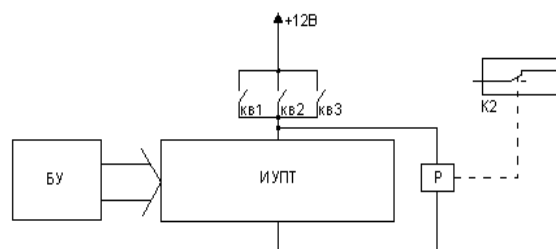


Рис. 2. Устройство управления подачей топлива

Автомобиль Хонда Цивик с таким дополнительным оборудованием эксплуатировался в городских и загородных условиях. В конце дня (или после поездки за городом) снимались показания всех трех счетчиков. Показания счетчика 1 позволяют определить общее время работы двигателя. Показания счетчика 2 определяют время работы двигателя в режиме ПХХ без подачи топлива. Показания счетчика 3 позволяют определить, каково

было бы время ПХХ без подачи топлива, если бы автомобиль не был доработан. Результаты, усредненные за 14 дней, сведены в табл. 1 и за 10 дней – в табл. 2.

Таблица 1 Испытания при  $N_{пхх\ min} = 2000$  об/мин

Измеряемая величина	В городе		За городом	
	сек	%	сек	%
Общее время работы ДВС	58610	100	5629	100
Время ПХХ	6799	11,6	402	7,1
Время ПХХ без подачи топлива с установкой $N_{пхх\ min} = 2000$ об/мин	706	1,2	190	3,4

Таблица 2 Испытания при  $N_{пхх\ min} = 1500$  об/мин

Измеряемая величина	В городе		За городом	
	сек	%	сек	%
Общее время работы ДВС	42864	100	5421	100
Время ПХХ	4667	10,9	435	8,0
Время ПХХ без подачи топлива с установкой $N_{пхх\ min} = 1500$ об/мин	1277	3,0	201	3,7

Для этого автомобиля в конкретных сложившихся условиях общее время ПХХ составило 10,9 – 11,6 % от общего времени работы двигателя в городских условиях и 7,1 – 8,0 % за городом. Поскольку это время ПХХ совпадает со временем отключения подачи топлива на ПХХ по описанному выше спосо-

бу, примем его за время «чистого» режима ПХХ (за 100 %). В случае восстановления подачи топлива при ПХХ время «чистого» ПХХ снижается в 10 раз и в 3,6 раза соответственно для  $N_{пхх\ min} = 2000$  об/мин и  $N_{пхх\ min} = 1500$  об/мин. В загородных условиях часть «чистого» режима ПХХ составила 48 – 67 % от общего времени работы двигателя в режиме ПХХ. Экономия топлива по данным табл. 1 в городе составляет около 5% и за городом, около 2,5 %.

### Выводы

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод – предложенный способ управления подачей топлива позволяет не только повысить экономичность автомобиля в режиме ПХХ, но и, что важно, снизить вредные выбросы.

### Литература

1. Акимов С.В. Чижков Ю.П. Электрооборудование автомобилей. – М.: КЖИ «За рулем», 2001. – 384 с.
2. А. с. 857527 (СССР) Способ питания двигателя внутреннего сгорания и система для его осуществления / В. Я. Двандненко. – Опубл. В Б.И., 1988, №1.

Рецензент: В.П. Волков, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 10 августа 2009 г.