References:

1. Markin, S. Yu. Efficiency of the use of bio-fuels in APC / C. Yu. Markin, G. A. Bakhmatova // Nikonovskiye chteniya. – 2009. No. 14. – P. 116-118.
2. Ukhanov, A. P. Examining the properties of biological components of diesel mixed fuel / A. P. Ukhanov, D. A. Ukhanov, I. F. Adgamov // Niva Povolzhya. – 2014. – № 1 (30). – P. 92-98.
3. Comparative analysis of the properties of vegetable oils used as biological fuel / A. P. Ukhanov, D.S. Shemenev, R. K. Safarov et.al. // Contribution of young scientists to the innovative development of agrarian and industrial complex of Russia: collection of mater. Of All-Russian scientific-practical conference. – Penza: EPD, PSAA, 2010. – P. 125-127.
4. Ukhanov, A. P. Prospects of using biological fuels from mustard / A. P. Ukhanov, V. A. Golubev // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. – 2011. No. 1. – P. 88-90.
5. Ukhanov, A. P. The experience of using radish oil as the biological component of diesel mixed fuel / A. P. Ukhanov, Ye. D. Godina, L. I. Sidorova // Izvestiya of Samara state agricultural academy. – 2012. No. 3. – P. 46-50.
6. The results of motor tests of mustard biological fuel / A. P. Ukhanov, D. A. Ukhanov, V. A. Golubev, et.al. // Tractors and agricultural machinery. – 2011. No. 5. – P. 7-10.
7. Biofuel from camelina / A. P. Ukhanov, D. A. Ukhanov, C. A. Rachkin et.al. // Tractors and agricultural machinery. – 2011. No. 2. – P. 8-11.
8. Ukhanov, A. P. Diesel mixed fuel: monograph / A. P. Ukhanov, D. A. Ukhanov, D. C. Shemenev. – Penza: EPD, PSAA, 2012. – 147 p.
9. Non-traditional bio component of diesel mixed fuel: monograph / A. P. Ukhanov, D. A. Ukhanov, Ye. A. Sidorov, Ye. D. Godina. – Penza: EPD, PSAA, 2013. – 113 p.
10. Structural adaptation of diesel engines of automotive machines to the work on mixed fuel / A. P. Ukhanov, D. A. Ukhanov, I. F. Adgamov, Ye. D. Godina // Niva Povolzhya. – 2014. – № 2 (31). – P. 84-92.
11. Sidorov, Ye. A. Experimental evaluation of the effect of rapeseed-mineral fuels on the performance indexes of the running processes of diesel / Ye. A. Sidorov, A. P. Ukhanov // Niva Povolzhya. – 2012. No. 4. – P. 71-74.
12. Ukhanov, A. P. Theoretical and experimental assessment of exploitation properties of arable unit when operating on diesel mixed fuel / A. P. Ukhanov, Ye. A. Sidorov, L.I. Sidorova // Nauchnoye obozreniye. – 2014. No. 1. – P. 21-27.
13. Karabanitsky, A. P. Theoretical foundations of industrial exploitation of MTP / A. P. Karabanitsky, Ye. A. Kochkin. – M.: Kolos, 2009. – 95 p.
14. Ukhanov, A. P. Regimes of operation of the engine of energy means considering the operational performance of MTA / A. P. Ukhanov, S.V. Streltsov, R. N. Mustakimov // Tractors and agricultural machinery. – 2009. No. 11. – P. 20-22.
15. Exploitation characteristics of machine-tractor units when performing agricultural operations: a resource book / A. N. Vazhenin, A.V. Pasin, A. I. Novozhilov, A. A. Yudintsev. – N. Novgorod, 2005. – 92 p.

УДК 621.434

АЛГОРИТМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ ИСПОЛНЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧЕЙ ТОПЛИВОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ РЕЖИМЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ХОЛОСТОГО ХОДА КАРБЮРАТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ

А. П. Уханов, доктор техн. наук, профессор; Д. А. Уханов, доктор техн. наук, профессор

ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА», Россия, т. (8412) 62-85-17; e-mail: ukhanov.penza@mail.ru

М. Ф. Глебов, канд. техн. наук, доцент

Пензенский артиллерийский инженерный институт, Россия,
т. (8412) 54-64-50, e-mail: max.glebov1980@mail.ru

Для управления подачей топливовоздушной смеси (ТВС) на режиме самостоятельного холостого хода (РСХХ) карбюраторного двигателя разработан, изготовлен и апробирован ряд конструктивных вариантов системы автоматического управления (САУ), переводящей работу двигателя при остановках и стоянках автомобилей на экспериментальный РСХХ – на режим периодически повторяющихся кратковременных циклов, состоящих из тактов отключения и тактов включения подачи ТВС через выходной канал системы холостого хода карбюратора в области пониженных частот вращения коленчатого вала.

Командные сигналы, поступающие с разработанного электронного блока САУ, обеспечивают циклическое перемещение исполнительного элемента штатного электропневматического клапана карбюратора и, как следствие, дозированную подачу ТВС в цилиндры двигателя. При этом диапазон обеднения ТВС существенно расширяется за счёт дополнительного задроссельного смешивания ТВС с воздухом, поступающим через атмосферный штуцер электропневматического клапана карбюратора.

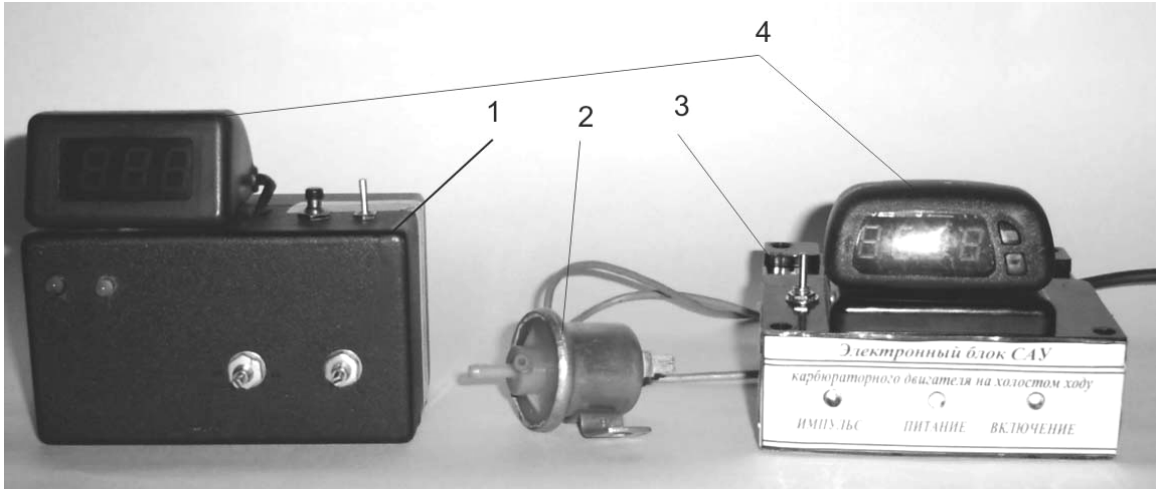
Ключевые слова: автомобиль, карбюраторный двигатель, режим самостоятельного холостого хода, электропневматический клапан, система автоматического управления, дозированная подача, топливовоздушная смесь.

Введение. Сохраняющаяся тенденция роста цен на жидкое углеводородное топливо и все более ужесточающиеся требования к снижению уровня токсичности отработавших газов вынуждают потребителей искать пути, позволяющие снизить затраты на эксплуатацию автомобилей. Современные легковые автомобили в основном оснащаются электронными системами управления двигателем, которые позволяют улучшить топливно-экономические и экологические показатели за счёт оптимального приготовления топливовоздушной смеси (ТВС) на различных режимах. Однако в эксплуатации имеется огромный парк автомобилей (грузовые автомобили средней и большой грузоподъемности, автотехника специального назначения и др.), оснащённых карбюраторными бензиновыми системами приготовления и подачи ТВС.

Основная проблема использования автомобилей с карбюраторными двигателями связана с их работой на режиме холостого хода, на котором непроизводительно затрачивается до 15 % суммарного расхода топлива. При этом содержание оксидов углерода, альдегидов, бензапиренов и других вредных веществ, содержащихся в отработавших газах, существенно выше, чем на других режимах.

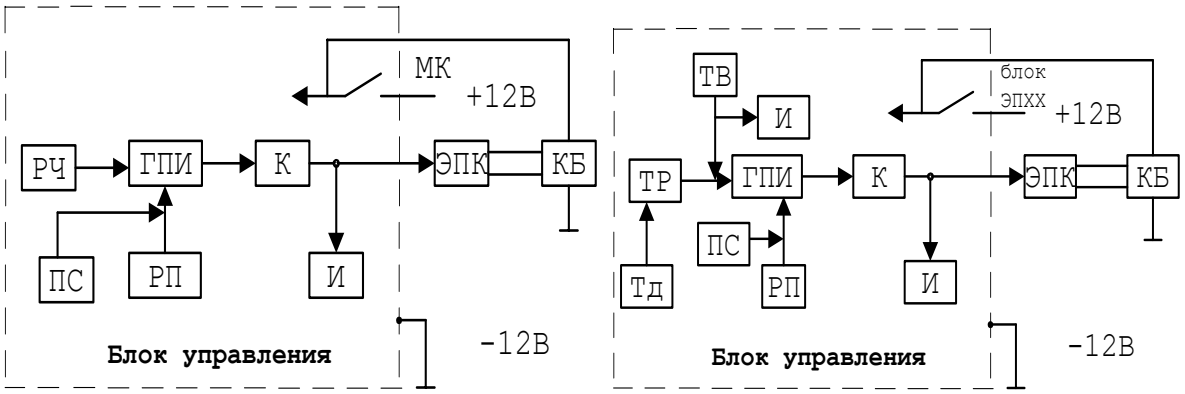
Различают два режима холостого хода: принудительный и самостоятельный. При движении автомобиля накатом с отпущенной педалью управления подачей топлива и при торможении двигателем последний работает в режиме принудительного холостого хода. На остановках и стоянках автомобиля при отпущенной педали акселератора и нейтральном положении рычага переключения передач двигатель работает на малых частотах вращения коленчатого вала режима самостоятельного холостого хода (РСХХ).

В настоящее время системы автоматического управления (САУ) карбюраторными двигателями не решают в полной мере проблему холостого хода, так как управление подачей ТВС происходит только в режиме принудительного холостого хода, доля которого в условиях городского движения составляет 5…10 %, тогда как продолжительность работы двигателя в РСХХ достигает 25…35 %. Основным недостатком карбюраторов является низкая точ-



а) *б)*

Рис. 1. Общий вид САУ с ручной (а) и полуавтоматической (б) настройкой длительности частоты и паузы управляющего сигнала: 1 – блок управления электронный с ручной настройкой; 2 – клапан электропневматический; 3 – блок управления электронный с полуавтоматической настройкой; 4 – тахометр электронный



а) *б)*

Рис. 2. Функциональная схема САУ:
а) с ручной настройкой; б) с полуавтоматической настройкой; ЭПК – клапан электропневматический; КБ – карбюратор (остальные позиции в тексте)

ность поддержания требуемого состава ТВС при работе двигателя на режимах холостого хода. В условиях эксплуатации для устойчивой работы карбюраторного двигателя на малых частотах вращения коленчатого вала РСХХ состав ТВС устанавливают обогащённым, что приводит к повышенному расходу топлива и увеличению концентрации в отработавших газах вредных веществ.

Результаты исследований. Для устранения указанных недостатков на автомобилях с карбюраторными двигателями на кафедре «Тракторы, автомобили и теплоэнергетика» ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА» разработан способ регулируемой дозированной подачи ТВС через выходной канал системы холостого хода (СХХ) карбюратора [1-3]. Способ базируется на формировании управляющего сигнала прямоугольной формы, который импульсами подается в обмотку катушки электропневматического клапана карбюратора, оснащенного экономайзером принудительного холостого хода (ЭПХХ). При возвратно-поступательном перемещении исполнительного элемента электропневматического клапана создаются последовательно чередующиеся кратковременные циклы, состоящие из тактов включения (открытие клапана) и тактов выключения (закрытие клапана) подачи ТВС через выходной канал СХХ карбюратора в области пониженных частот вращения коленчатого вала двигателя.

Для практической реализации предложенного способа разработана САУ (рис. 1) в трех вариантах конструктивного исполнения: с ручной, полуавтоматической и автоматической настройкой длительности частоты и паузы управляющего сигнала (импульсного напряжения) [4-15].

Функциональная схема электронного блока САУ с ручной настройкой (рис. 2 а) содержит генератор прямоугольных импульсов (ГПИ) с регуляторами частоты (РЧ) и продолжительности (РП) импульса, коммутатор (К), микропереключатель (МК), переключатель сигнала (ПС), индикаторы (И) питания и сигнала, электронный тахометр (на схеме не показан).

Система автоматического управления с ручной настройкой работает следующим образом. После пуска и прогрева двигателя до температуры 50 + 5 °С при отпущенной педали акселератора и нейтральной передаче автомобиля происходит замыкание штатного микропереключателя и включение ЭБУ, который переводит работу двигателя в экспериментальный РСХХ. При этом устойчивая работа двигателя обеспечивается ручной настройкой регулятора длительности частоты и паузы сигнала, управляющего электропневматическим клапаном карбюратора.

Электронный блок управления САУ с полуавтоматической настройкой выполнен на операционных усилителях и логических дискретно-кодовых элементах.

Функциональная схема электронного блока САУ с полуавтоматической настройкой частоты и паузы сигнала (рис. 2 б) включает в себя терморегулятор (ТР), температурный датчик ($Т_д$), таймер включения (ТВ), генератор прямоугольных импульсов (ГПИ), регулятор переключения сигнала (РП), переключатель сигнала (ПС), коммутатор (К), индикаторы питания (И), включения датчиков и сигнала, электронный тахометр (на схеме не показан).

Функциональная схема электронного блока САУ с автоматической настройкой частоты и паузы сигнала представляет собой микропроцессор на базе микрокон-

троллера PIC16C771 с высокопроизводительным RISC-процессором.

Микроконтроллер включает в себя генератор тактовых импульсов, таймеры включения и запуска генератора, сторожевой таймер, счетчик адреса, мультиплексор, аналогово-цифровой преобразователь сигналов датчиков начала отсчета, угловых импульсов и положения дроссельной заслонки, преобразователь (порогового типа) сигналов датчиков температуры охлаждающей жидкости, воздуха и топлива в поплавковой камере карбюратора, постоянно запоминающее устройство, выходной ключ управления электропневматическим клапаном карбюратора.

Алгоритм работы микропроцессорной САУ с автоматической настройкой приведён на рисунке 3. Коды установок записываются в микропроцессор при записи программы со специального устройства (программатора). При кодировании базы данных для микропроцессора максимально допустимая длительность электрического импульса должна удовлетворять трем условиям: время между следующими один за другим циклами ограничено и зависит от числа цилиндров, тактности и скоростного режима двигателя; состав ТВС должен быть близким к стехиометрическому; угол опережения зажигания, температуры топлива в поплавковой камере карбюратора, воздуха на впуске и охлаждающей жидкости на выходе из двигателя должны нахо-

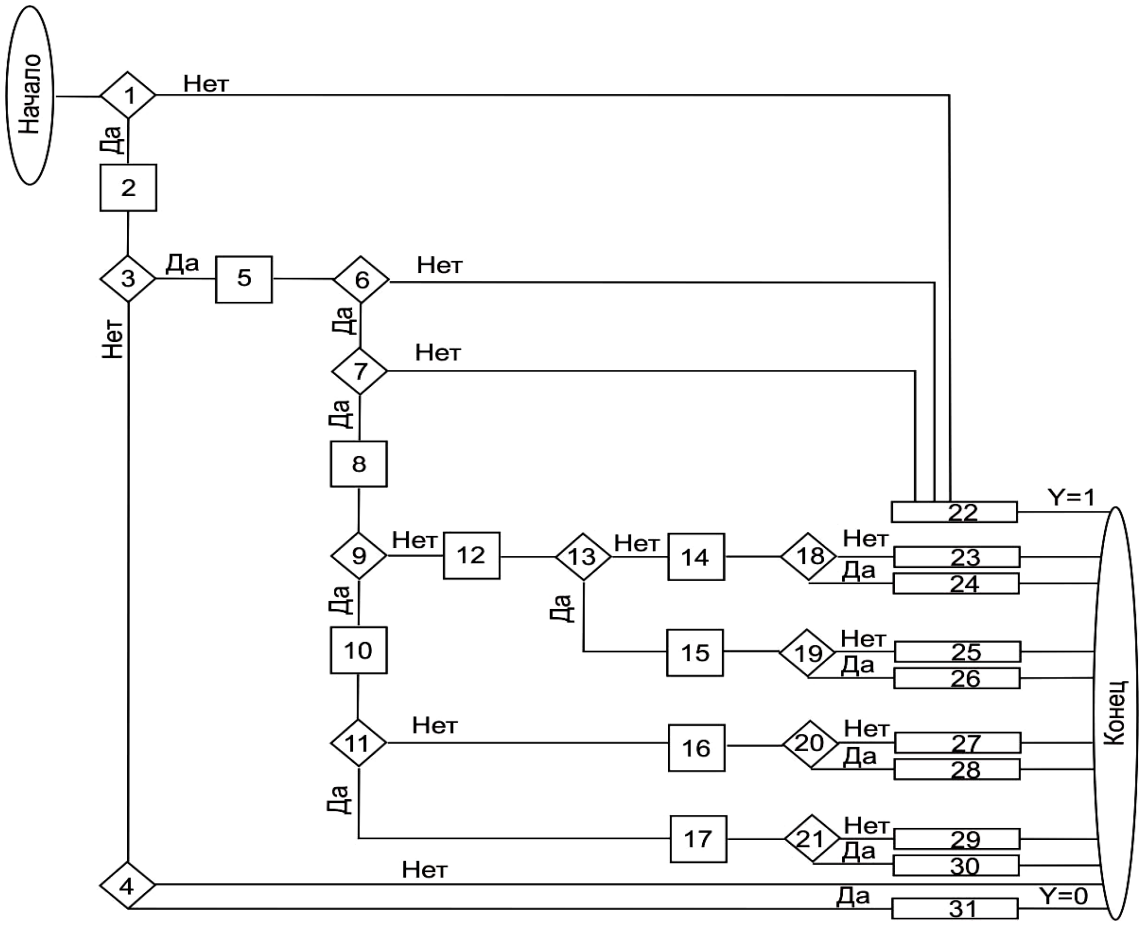


Рис. 3. Блок-схема алгоритма работы микропроцессорной САУ с автоматической настройкой (вариант 2): 1 – дроссельная заслонка закрыта; 2 – измерить частоту вращения коленчатого вала ($n_{к.в}$); 3 – сравнить $n_{к.в} < n_{вкл}$ ($n_{вкл}$; $n_{выкл}$ – частота включения и выключения электропневматического клапана); 4 – сравнить $n_{к.в} < n_{выкл}$; 5 – измерить температуру охлаждающей жидкости на выходе из двигателя ($t_{двс}$); 6 – сравнить $t_{двс} > t_{вкл}$; 7 – таймер включения открыт; 8 – измерить угол опережения зажигания ($УОЗ_д$); 9 – сравнить $УОЗ_д < 11{,}5$ град; 10, 12 – измерить температуру воздуха на впуске ($t_в$); 11, 13 – сравнить $t_в < 0\,^{\circ}C$; 14, 15, 16, 17 – измерить температуру топлива в карбюраторе ($t_т$); 18, 19, 20, 21 – сравнить $t_т < 5\,^{\circ}C$; 22 – открыть электропневматический клапан (пропускная способность y=1); 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 – периодически открывать и закрывать электропневматический клапан с различной пропускной способностью; 31 – закрыть электропневматический клапан (пропускная способность y=0)

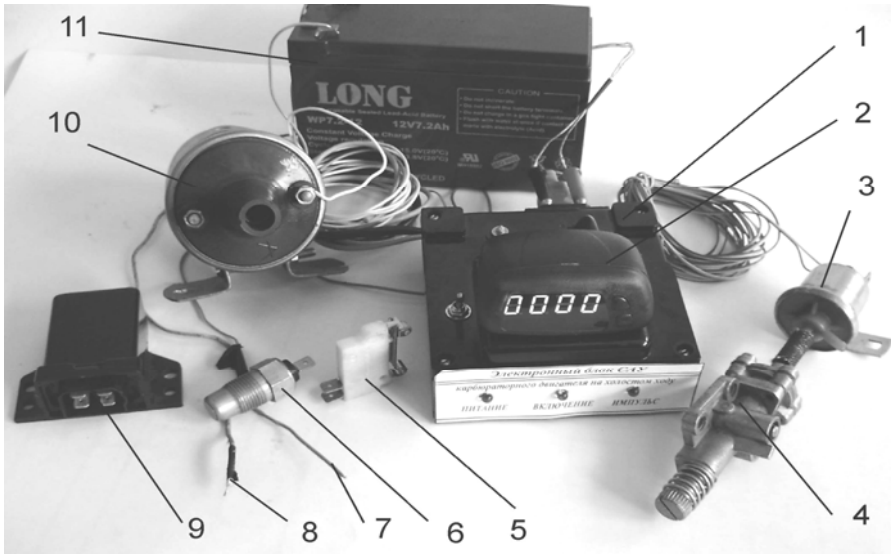


Рис. 4. Общий вид САУ с автоматической настройкой длительности частоты и паузы управляющего сигнала: 1 – электронный блок управления; 2 – тахометр электронный; 3 – клапан ЭПХХ электромагнитный; 4 – клапан ЭПХХ пневматический; 5 – микропереключатель; 6 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 7 – датчик температуры топлива; 8 – датчик температуры воздуха; 9 – блок управления ЭПХХ; 10 – катушка зажигания; 11 – батарея аккумуляторная (источник питания постоянного напряжения)

диться в заданных пределах нормативных значений.

Микропроцессорная САУ с автоматической настройкой длительности частоты и паузы управляющего сигнала работает следующим образом. После пуска и прогрева двигателя до температуры 50+5 ºС по сигналам датчиков 5, 10 и 6 (рис. 4) положения педали акселератора (микропереключателя), частоты вращения коленчатого вала (контакты прерывателя-распределителя штатной системы зажигания) и охлаждающей жидкости происходит автоматическое подключение электронного блока 1 к источнику питания 11.

Автоматическое отключение электронного блока 1 от источника питания 11, а следовательно и прекращение дозированной подачи ТВС через каналы СХХ карбюратора, происходит в четырёх случаях: при достижении температуры охлаждающей жидкости 50–5 ºС или 95+5 ºС; при нажатой педали акселератора; при отключенном двигателе или частоте вращения коленчатого вала свыше 1200+20 мин$^{-1}$; при срабатывании штатного блока управления ЭПХХ; при угле зажигания по валику прерывателя-распределителя штатной системы зажигания от 5,5 до 12,5 град.

В зависимости от условий работы двигателя в РСХХ, информативные сигналы от датчиков 5, 6, 7, 8, 10 поступают в электронный блок 1, который формирует командный импульсный сигнал (с различной периодичностью и продолжительностью) согласно алгоритму (см. рис. 4), и подаёт его в обмотку клапана 4. Возвратно-поступательное (циклическое) перемещение исполнительного элемента штатного электропневматического клапана 4 увеличивает скорость потока ТВС, улучшает качество смешивания компонентов ТВС и обеспечивает дозированную подачу ТВС через выходной канал СХХ карбюратора в цилиндры двигателя. При этом обеспечивается дисперсность, однородность и равномерное распределение топливовоздушной смеси по длине и поперечному сечению выходного канала СХХ карбюратора.

Система автоматического управления (с ручной, полуавтоматической и автоматической настройкой длительности частоты и паузы управляющего сигнала) параллельно подключается к штатной системе ЭПХХ карбюратора.

Выводы. Импульсное управление электропневматическим клапаном карбюратора при работе двигателя в РСХХ с различной частотой и длительностью управляющего сигнала дает возможность не только организовать качественное смешивание топлива и воздуха, но и за счёт расширения диапазона обеднения ТВС снизить нижний предел минимально устойчивой частоты вращения коленчатого вала (до 550±10 мин$^{-1}$). Обеднение ТВС происходит за счет дополнительного задроссельного смешивания ТВС с воздухом, поступающим через атмосферный штуцер электропневматического клапана карбюратора.

Основными преимуществами разработанной САУ являются компактность, дешевизна, малый срок окупаемости, универсальность по отношению к различным типам двигателей, оснащённых карбюратором с электропневматическим клапаном, широкая доступность комплектующих изделий.

Литература

1. Патент 2170914 Россия, МПК G 01 M 15/00, F 02 D 41/16, 17/04. Способ снижения эксплуатационного расхода топлива силовой установкой и устройство для его осуществления / С. В. Тимохин, А. П. Уханов, А. В. Николаенко, Д. А. Уханов, Р. В. Федулов. – № 2000100194/06; Заяв. 05.01.2000; Опубл. 20.07.2001, Бюл. № 20.

2. Патент 2302542 РФ, МПК F 02 D 41/02, F 02 D 41/10. Система автоматического управления карбюраторным двигателем в режиме холостого хода / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, М. Ф. Глебов. – № 2006105176/06; Заяв. 20.02.2006; Опубл. 10.07.2007, Бюл. № 19.

3. Патент 2460897 РФ, МПК F 02 D 41/16. Способ управления работой карбюраторного двигателя на динамическом режиме самостоятельного холостого хода / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, М. А. Уханов. – № 2011109825/06; Заяв. 15.03.2011; Опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25.

4. Уханов, А. П. Система автоматического управления карбюраторного двигателя на самостоятельном режиме холостого хода / А. П. Уханов, М. Ф. Глебов // Инновационные технологии в сельском хозяйстве: сб. материалов межрегиональной науч.-практ. конф. молодых учёных – Пенза: РИО ПГСХА, 2006. – С. 84-86.

5. Уханов, А. П. Система автоматического управления работой автомобиля типа «ГАЗель» на холостом ходу / А. П. Уханов, М. Ф. Глебов, С. А. Матвеев // Совершенствование ресурсосберегающих технологий средств производства сельскохозяйственной продукции: Сб. материалов науч.-техн. конф. молодых учёных и студентов. – Пенза: РИО ПГСХА, 2004. – С. 38-40.

6. Глебов, М. Ф. К вопросу разработки микропроцессорного управления подачей топливовоздушной смеси на автомобилях с карбюраторными двигателями / М. Ф. Глебов // Совершенствование конструкций, теории и расчёта тракторов, автомобилей и двигателей внутреннего сгорания: межвуз. сб. науч. тр. юбилейной XV региональной науч.-практ. конф. – Киров: Вятская ГСХА, 2004. – С.48-49.

7. Безуглов, Д. А. Цифровые устройства и микропроцессоры / Д. А. Безуглов, И. В. Калиенко. – Ростов н/Д.: Феникс, 2006. – 480 с.

8. Мельников, А. А. Управление техническими объектами автомобилей и тракторов. Системы электроники и автоматики / А. А. Мельников. – М.: Академия, 2003. – 376 с.

9. Уханов, Д. А. Улучшение работы автомобилей с карбюраторными двигателями на холостом ходу / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, М. Ф. Глебов // Новые промышленные технологии. – 2005. – № 2. – С. 37-42.

10. Уханов, Д. А. Результаты исследований карбюраторного двигателя при работе на безнагрузочных режимах / Д. А. Уханов, М. Ф. Глебов // Нива Поволжья. – 2008. – № 2 (7). – С. 64-69.

11. Уханов, Д. А. Новая концепция работы двигателей автотракторной техники на безнагрузочных режимах / Д. А. Уханов // Вестник Московского госагроинженерного университета им. В. П. Горячкина. – 2008. – № 2 (27). – С. 100-102.

12. Уханов, Д. А. Новый принцип работы бензиновых двигателей на режиме холостого хода / Д. А. Уханов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2008. – № 4. – С. 66-69.

13. Уханов, Д. А. Работа карбюраторного двигателя на холостом ходу: проблемы, технические решения и теоретическое обоснование / Д. А. Уханов // Нива Поволжья. – 2008. – № 1 (6). – С. 30-33.

14. Уханов, Д. А. Топливная экономичность и экологическая безопасность двигателей автотранспортных средств на безнагрузочных режимах / Д. А. Уханов // Национальные приоритеты развития России: образование, наука, инновации: Сб. материалов IX Московского международного салона инноваций и инвестиций. – М.: ФГУ НИИ РИНКЦЭ, НП «Инноватика», 2009. – С. 286-290.

15. Глебов, М. Ф. Особенности работы двигателей внутреннего сгорания на безнагрузочных режимах / М. Ф. Глебов, Д. А. Уханов // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: сборник материалов Всероссийской НПК. – Пенза: РИО ПГСХА, 2014. – С. 213-214.

UDK 621.434

THE ALGORITHMS OF FUNCTIONING AND CONSTRUCTIVE VERSIONS OF THE SYSTEM OF AUTOMATIC CONTROL OF THE SUPPLY OF AIR-FUEL MIXTURE IN THE EXPERIMENTAL MODE OF INDEPENDENT IDLE RUNNING OF THE CARBURETOR ENGINE

A.P. Ukhanov, doctor of technical sciences, professor;
D.A. Ukhanov, doctor of technical sciences, professor

FSBEE HPT «Penza SAA», Russia, telephone: (8412) 62-85-17; e-mail: ukhanov.penza@mail.ru

M.F. Glebov, candidate of technical sciences, assistant professor

Penza artillery engineering institute, Russia,
telephone: (8412) 54-64-50, e-mail: max.glebov1980@mail.ru

For operating fuel-air mixture (FAM) on the mode of independent idle running of carburetor engine the authors have developed, designed and tested a number of constructive variants in the system of automatic control which turns the engine running to the experimental mode of independent idle running (MIIR) – the mode of periodically repeated short-time cycles consisting of switching on and off the delivering fuel-air mixture through outlet channel of the system of idle carburetor running in the area of lower frequencies of rotation in cranked shaft when stopped the car. the command signals going from the developed electronic block of system of automatic control SAC provide cyclic motion of the running element of the standard electro-pneumatic valve of the carburetor and, as a consequence, a dozing delivering of fuel to the cylinders of the engine. Thus the range of the depletion of FAM significantly expanded with additional mixing FAM with air entering through atmospheric fitting electro-pneumatic valve of the carburetor.

Key words: automobile, carburetor engine, the mode of independent idle running, electro-pneumatic valve, the system of automatic control, dozing delivering, fuel-air mixture.

References:

1. Patent 2170914 Russia, IPC G 01 M 15/00, F 02 D 41/16, 17/04. The way to reduce operating fuel consumption, by power unit and device for its implementation / S.V. Timokhin, A. P. Ukhanov, A.V. Nikolayenko, D. A. Ukhanov, R. V. Fedulov. No. 2000100194/06; Appl.. 05.01.2000; Publ. 20.07.2001, bull. No. 20.

2. Patent 2302542 of the Russian Federation, IPC F 02 D 41/02, F 02 D 41/10. Automatic control system by carburetor engine in the mode of idling running / A. P. Ukhanov, D. A. Ukhanov, M. F. Glebov. No. 2006105176/06; Appl. 20.02.2006; Publ. 10.07.2007, bull. No. 19.

3. Patent 2460897 of the Russian Federation, IPC F 02 D 41/16. The method of controlling the operation of the carburetor engine on the dynamic mode independent idle running / A. P. Ukhanov, D. A. Ukhanov, M. A. Ukhanov. No. 2011109825/06; Statements. 15.03.2011; Publ. 10.09.2012, bull. No. 25.

4. Ukhanov, A. P. Automatic control system of carburetor engine on the independent idle running / A. P. Ukhanov, M. F. Glebov // Innovative technologies in agriculture: collection of materials of the inter-regional scientific-practical conference of young scientists – Penza: EPD Penza SAA, 2006. – P. 84-86.

5. Ukhanov, A. P. The system of automatic control of operating the vehicle type GAZel at idle running / A. P. Ukhanov, M. F. Glebov, C. A. Matveyev // Development of resource-saving technologies of the means of agricultural production: Collection of materials of scientific-technology conference of young scientists and students. – Penza: RPD, PSAA,2004. – P. 38-40.

6. Glebov, M. F. To the question of the development of the microprocessor controlling the supply of fuel-air mixture in vehicles with petrol engines / M. F. Glebov // Improvement of structures, theory and calculation of tractors, automobiles and internal combustion engines: inter-institutional collected of scientific articles of the XV anniversary of the regional scientific-practical conference. – Kirov: Vyatka state agricultural academy, 2004. – P. 48-49.

7. Bezuglov, D. A. Digital devices and microprocessors / D.A. Bezuglov, I. V. Kaliyenko. – Rostov n/D: Phenix, 2006. – 480 p.

8. Melnikov, A. A. Management of technical objects of automobiles and tractors. System of electronics and automation / A. A. Melnikov. – M.: Academy, 2003. – 376 p.

9. Ukhanov, D. A. Improving the performance of vehicles with petrol engines on idle running / A. P. Ukhanov, D. A. Ukhanov, M. F. Glebov // New industrial technologies. – 2005. No. 2. – P. 37-42.

10. Ukhanov, D. A. The research results of carburetor engine when running on non-load modes / D. A. Ukhanov, M. F. Glebov // Niva Povolzhya. – 2008. – № 2 (7). – P. 64-69.

11. Ukhanov, D. A. A new concept of engine operation of automotive equipment on non-load modes / D. A. Ukhanov // Vestnik of Moscow state engineering university in the name of V. P. Goryachkin. – 2008. – № 2 (27). – P. 100-102.

12. Ukhanov, D. A. A new principle of operation of gasoline engines in idle mode / D. A. Ukhanov // Vestnik of Saratov state agrarian university in the name of N. I. Vavilov. – 2008. No. 4. – P. 66-69.

13. Ukhanov, D. A. Running of carbureted engine on idle running: problems, solutions and theoretical reasoning / D. A. Ukhanov // Niva Povolzhya. – 2008. – № 1 (6). – P. 30-33.

14. Ukhanov, D. A. Fuel efficiency and environmental security of engines of vehicles on non-load modes / D. A. Ukhanov // National priorities of Russia's development: education, science, innovation: Collection of materials of the IX Moscow international salon of innovations and investments. – M.: FSE SRI (non-profit partnership "innovation", 2009. – P. 286-290.

15. Glebov, M. F. Features of running of internal combustion engines on non-load modes / M. F. Glebov, D. A. Ukhanov // Contribution of young scientists in innovative development of agrarian and industrial complex of Russia: materials of the all-Russian Russian SPC. – Penza: EPD PSAA, 2014. – P. 213-214.