

СЕКЦИЯ «Технологии и организация технического сервиса»

УДК 621.437.6

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЯ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ

*Студенты – Шурский Д.С., 29 тс, 3 курс, ФТС;
Юргель Е.А., 29 тс, 3 курс, ФТС*

*Научный руководитель – Тарасенко В.Е., к.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Направления разработок топливной аппаратуры сегодня концентрируются на повышении экономичности дизелей при обеспечении параметров токсичности выхлопных газов в пределах установленных норм. Новые разработки все больше удовлетворяют форсированию дизелей по мощности, снижению веса, повышению надежности в эксплуатации [1]. Улучшение топливной экономичности и экологичности автотракторных ДВС решается высокотехнологичной модернизацией их топливных систем [2].

Механические регуляторы с самыми совершенными дополнениями (ограничители хода рейки с высотным корректором, по давлению, ограничитель пределов дымности выхлопных газов, датчики фаз распределения и др.) не могут обеспечить управляемость, одновременное взаимодействие регулируемых функций и т.д. Механические системы становятся все сложнее и поэтому менее надежными. Этим обусловлено появление электронно-управляемых систем топливоподачи с гидрозaporными и обычными форсунками, а также устройств оценки неравномерности подачи топлива [1].

При работе широко известный всережимный центробежный регулятор [3], с одной стороны, должен быть достаточно чувствителен к изменению частоты вращения, а с другой – не должен непрерывно дергать рейку топливного насоса. Уменьшенная чувствительность регулятора приводит к увеличению максимальной частоты

ты вращения, дополнительным износам двигателя и перерасходу топлива. Повышенная чувствительность сопровождается износом регулирующего механизма и связанных с ним деталей насоса высокого давления.

Известно, что работа ДВС на частичном скоростном режиме и трансмиссии на повышенной передаче позволяет поддерживать постоянную скорость движения мобильной машины. При этом нагрузка ДВС по крутящему моменту возрастает и он работает в зоне минимальных удельных расходов топлива [4].

Использование электромеханической трансмиссии на мобильных машинах и агрегатах получило достаточно широкое применение. В частности, данное техническое решение применяется на карьерных самосвалах БЕЛАЗ, железнодорожном транспорте, троллейбусах, на новой модели энергонасыщенного трактора «БЕЛАРУС-3023» [5]. Существенным недостатком рассмотренных энергоустановок является то, что они не обеспечивают условие максимального использования ДВС на его внешней скоростной характеристике (с коэффициентом загрузки двигателя не менее 0,6). Они также не имеют возможности рекуперации кинетической энергии при торможении ДВС по команде оператора.

Известно устройство стабилизации минимального удельного расхода топлива ДВС, содержащее топливоподающий рабочий орган, снабженный системой автоматического регулирования с обратной связью с элементом трансмиссии, ступенчатую коробку передач и вариатор с бесступенчатым регулированием частоты вращения [6]. Данное устройство снабжено преобразователем положения топливоподающего рабочего органа в сигнал задания частоты вращения двигателя, датчиком частоты вращения входного вала вариатора, устройством сравнения частоты вращения входного вала, преобразователем, управляющим механической характеристикой вариатора, устройством сравнения разности частот вращения с допустимой, а также преобразователем, управляющим механизмом переключения коробки передач. Существенным недостатком данного технического решения является наличие многоступенчатой коробки передач и гидромеханической трансмиссии, что крайне сложно в конструктивном исполнении. К недостаткам следует также отнести использование достаточно сложного управления двумя механическими устройствами: многоступенчатой коробкой передач

и вариатором с бесступенчатым регулированием частоты вращения (управляемым гидротрансформатором).

Известно устройство стабилизации минимального удельного расхода топлива ДВС транспортного средства с электромеханической трансмиссией [7], содержащие генератор переменного тока, выпрямитель, управляемый аккумулятор электрической энергии, электродвигатель со своей системой управления. Недостатком известного устройства является наличие пускоостановочных режимов работы ДВС, что приводит к дестабилизации температурного режима по охлаждающей жидкости и маслу, повышенному износу деталей цилиндрико-поршневой группы.

Авторами разработано оригинальное устройство стабилизации минимального удельного расхода топлива ДВС [8]. Предлагаемое устройство (рисунок 1) включает в себя датчики 3 оборотов коленчатого вала ДВС 1, расхода топлива 4 и воздуха 5, температуры охлаждающей жидкости 6, масла 9, топлива 10 и воздуха 11, давления в воздушном коллекторе 12, скорости движения мобильной машины 7, рабочего диапазона трансмиссии 8 и крутящего момента 13, загрузки ДВС 14, а также усилитель 15 и формирователь сигнала управления 16. Температуры охлаждающей жидкости, масла, топлива и воздуха контролируются при помощи цифровых датчиков 6, 9, 10 и 11, объединенных на кристалле в единый кремниевый термодатчик. Указанная совокупность контрольно-измерительных элементов, функциональных электронных устройств осуществляет управление работой ДВС 1 и трансмиссии 2.

Устройство работает следующим образом.

Выполнение технологических и иных работ сопряжено с различными режимами эксплуатации мобильной машины и степенью загрузки ДВС. Датчики осуществляют непрерывное преобразование значений оборотов коленчатого вала ДВС 1, расхода топлива и воздуха, загрузки двигателя, скорости движения мобильной машины, рабочего диапазона трансмиссии 2 и крутящего момента, температуры охлаждающей жидкости, масла, топлива и воздуха, давления в воздушном коллекторе в величины электрического сигнала, а формирователь сигнала управления 16 постоянно сравнивает напряжения датчиков с опорным напряжением.

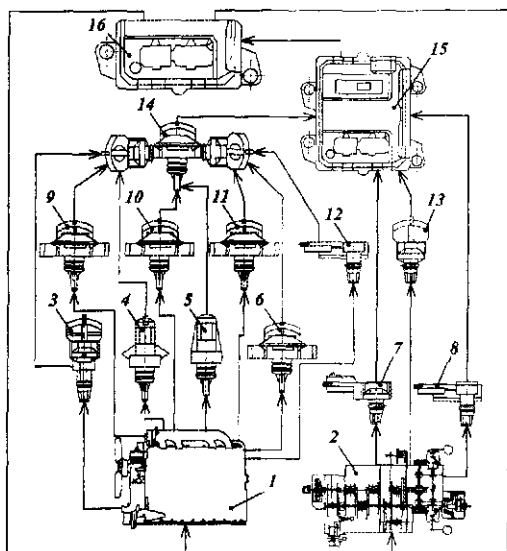


Рисунок 1 – Устройство стабилизации минимального удельного расхода топлива двигателем внутреннего сгорания

При загрузке ДВС с коэффициентом $\varphi < 0,6$ происходит снижение частоты вращения коленчатого вала двигателя (переход на частичный режим) с одновременным изменением диапазона работы трансмиссии 2 до момента достижения ДВС коэффициента загрузки не менее $\varphi \geq 0,6$. При этом формирователь сигнала управления 16 выдает нулевое напряжение на трансмиссию 2 и ДВС 1, происходит изменение оборотов коленчатого вала двигателя, закона топливоподачи и диапазона работы трансмиссии. При достижении $\varphi > 0,8$ формирователь сигнала управления 16 скачком изменяет выходное напряжение от нуля до заданного уровня, что приводит к изменению режима работы ДВС 1 и диапазона работы трансмиссии 2.

Автоматическое согласование скоростного режима работы двигателя, закона топливоподачи и рабочего диапазона трансмиссии обеспечивает загрузку ДВС с коэффициентом φ не менее 0,6. Эксплуатация ДВС с коэффициентом загрузки $\varphi = 1,0$ подразумевает номинальный режим работы (номинальная частота вращения коленчатого вала ДВС), при котором развивается максимальная мощность.

Формирователь сигнала управления 16 может состоять из компаратора, сравнивающего сигналы датчиков с опорным сигналом и

выдающего их разность на регулятор, который преобразует ее по определенному закону в выходное напряжение, подаваемое на трансмиссию 2 и ДВС 1. Формирователь сигнала управления 16 может содержать дифференциальный усилитель. Формирователь сигнала управления, содержащий аналого-цифровой преобразователь, микропроцессор, выполняющий функции компаратора и регулятора, и цифроаналоговый преобразователь, обладает повышенной помехоустойчивостью. Размещение формирователя сигнала управления в корпусе трансмиссии обеспечивает лучшую помехоустойчивость устройства.

С целью повышения надежности и расширения функциональных возможностей системы питания ДВС предложено оригинальное устройство, использование которого способствует стабилизации минимального удельного расхода топлива и оптимизации режима работы ДВС при переменном характере нагрузки, передаваемой на трансмиссию, обеспечению рационального и энергоэффективного режима эксплуатации мобильной машины.

Список использованных источников

1. Тарасенко, В.Е. Анализ топливных систем дизелей с электронным управлением топливоподачей / В.Е. Тарасенко, А.А. Жешко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «ННЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2016. – Вып. 50. – С. 52–57.
2. Щурский, Д.С. Оценка экономичности индикаторного и эффективного циклов дизелей тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин / Д.С. Щурский, В.Е. Тарасенко // Молодежь и сельскохозяйственная техника в XXI веке : сб. материалов XIII Международного форума молодежи, Харьков, 6-7 апреля 2017 г. / М-во образования и науки Украины, М-во аграрной политики и продовольствия Украины, ХНТУСХ им. П. Василенко. – Харьков, ХНТУСХ, 2017. – С. 216.
3. Тракторы и автомобили: учеб. пособие для с.-х. техникумов / В.А. Скотников [и др.]; под ред. В.А. Скотникова. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 84–85.
4. Скотников, В.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля / В.А. Скотников, А.А. Машенский, А.С. Солонский; под ред. В.А. Скотникова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 383 с.
5. Умный ход Беларуси в рыночную Европу // Сейбит. – Минск, 2009. – № 4. – С. 20–24.
6. Патент RU 2070649 С1, МКИ 6 F02D 45/00, В60К 41/16 опубл. 1996.12.20.
7. Патент RU 2338081 С1, МПК 6 F02D 17/04, F02D 41/30 опубл. 2008.10.11.
8. Устройство стабилизации минимального удельного расхода топлива двигателем внутреннего сгорания: пат. 9145 Респ. Беларусь, МПК (2006) F 02D 41/30, F 02D 17/00 / В.Е. Тарасенко, А.И. Бобровник, Э.В. Горбаченя; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № и 20120710; заявл. 24.07.2012; опубл. 30.04.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 2. – С. 187.